Anexo N°1

Estudio de capacidad vial y movilidad urbana para la comuna de Providencia

CERTIFICACION	ESTUDIO DE CAPACIDAD VIAL Y MOVILIDAD URBANA EN LA COMUNA DE PROVIDENCIA	2023
JEFE PROYECTO	ING. CIVIL FERNANDO BRAVO FUENZALIDA	
		CIS ASOCIADOS CONSULTORES EN TRANSPORTE S.A.

CIS ASOCIADOS CONSULTORES EN TRANSPORTE S.A.

DICIEMBRE 2022

INFORME FINAL



ESTUDIO DE CAPACIDAD VIAL Y MOVILIDAD URBANA EN LA COMUNA DE PROVIDENCIA

MUNICIPALIDAD DE PROVIDENCIA

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN 1

OBJETIVOS DEL ESTUDIO 1

PLAN DE TRABAJO 2

CONTENIDOS DEL INFORME FINAL 5

1 ETAPA 1: AJUSTE METODOLÓGICO 1-1

1.1 ENFOQUE INTEGRADO DE ANÁLISIS 1-1

1.2 REVISIÓN DE TAREAS DESARROLLADAS POR ETAPA DEL ESTUDIO 1-3

1.2.1 Etapa 1: Ajuste Metodológico 1-3

1.2.2 Etapa 2: Recopilación, Medición y Análisis de Antecedentes 1-4

1.2.3 Etapa 3: Diagnóstico de la Situación Actual 1-8

1.2.4 Etapa 4: Situación Base y Escenarios Tendenciales 1-8

1.2.5 Etapa 5: Proposición y Evaluación de Proyectos y Entrega Final 1-10

2 ETAPA 2: RECOPILACIÓN, MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE ANTECEDENTES 2-1

2.1 TAREA 1. REVISIÓN DE ANTECEDENTES NORMATIVOS Y URBANOS 2-1

2.1.1 Espacio Público, Definición y Alcances 2-1

2.1.2 Normativa General 2-3

2.1.2.1 Política Nacional de Desarrollo Urbano (PNDU) 2-3

2.1.2.2 Política Nacional de Seguridad de Tránsito (CONASET) 2-4

2.1.2.3 Ley de Tránsito N° 18.290 2-4

2.1.2.4 Ley General de Urbanismo y Construcciones (LGUC) y su Ordenanza (OGUC) 2-4

2.1.3 Instrumentos Específicos de Planificación Urbana 2-6

2.1.3.1 Plan Regulador Comunal de Providencia (PRCP) 2-6

2.1.3.2 Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS) 2-7

2.1.3.3 Vialidad Intercomunal 2-7

2.1.4 Otros Instrumentos de Gestión Municipal 2-7

2.1.4.1 Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO) 2-7

2.1.4.2 Plan de Inversión y Gestión de Infraestructura en el Espacio Público (PIEP) 2-8

2.1.4.3 Plan Local de Cambio Climático 2-9

2.1.4.4 Estrategia Energética Local (EE) 2-11

2.1.4.5 Estrategia Hídrica Local 2020-2030 2-11

2.2 TAREA 2. DEFINICIÓN DE VARIABLES DE ANÁLISIS 2-12

2.2.1 Tarea 2.1 Variables Urbanas 2-12

2.2.1.1 Demografía 2-12

2.2.1.1.1 Caracterización General 2-12

2.2.1.2 Análisis Territorializado 2-14

2.2.1.3 Datos Territoriales 2-22

2.2.1.3.1 Predios y Manzanas 2-22

2.2.1.3.2 Edificaciones 2-25

2.2.1.3.3 Infraestructura de Transporte....2-27
2.2.1.4 Zonas Homogéneas....2-32
2.2.2 Tarea 2.2 Variables de Movilidad....2-39
2.2.2.1 Espacio Público de Movilidad....2-39
2.2.2.1.1 Veredas....2-40
2.2.2.1.2 Equipamiento Comercial, Plazas y Parques....2-44
2.2.2.1.3 Clima, Arbolado y Ruido....2-51
2.2.2.1.4 Perfiles y Plantas de Corredores de Red Vial Estructurante Comunal....2-55
2.2.2.2 Zonas de Atracción y Generación de Viajes....2-66
2.2.3 Tarea 2.3 Variables de Cambio Climático....2-70
2.2.3.1 Caracterización Climática....2-70
2.2.3.1.1 Zonas Climáticas Locales....2-70
2.2.3.1.2 Caracterización del Comportamiento Climático de la Comuna a Mesoescala....2-73
2.2.3.1.3 Caracterización Climática a Microescala....2-78
2.2.3.2 Calidad del Aire....2-84
2.2.3.2.1 Comportamiento Histórico de Emisiones de Ozono Dióxido de Nitrógeno y Material Particulado....2-85
2.2.3.3 Análisis Espacial Concentración Contaminantes Ozono, Dióxido de Nitrógeno y Material Particulado Fino....2-88
2.2.3.4 Inventario de Emisiones GEi....2-93
2.2.3.5 Amenazas del Cambio Climático....2-95
2.2.4 Tarea 2.4 Variables de Riesgo....2-97
2.2.4.1 Definiciones Conceptuales....2-97
2.2.4.2 Amenazas Presentes en Providencia....2-99
2.2.4.2.1 Islas y Olas de Calor....2-99
2.2.4.2.2 Inundación y Anegamiento....2-101
2.2.4.2.3 Amenaza Geológica....2-102
2.2.4.2.4 Amenaza Antrópica....2-103
2.2.4.3 Vulnerabilidad en Providencia....2-107
2.2.4.3.1 Vulnerabilidad de las Personas....2-107
2.2.4.3.2 Vulnerabilidad de la Infraestructura....2-114
2.2.4.3.3 Vulnerabilidad de la Vivienda....2-120
2.2.4.3.4 Vulnerabilidad del Territorio....2-125
2.2.4.4 Indicador Integrado del Riesgo en Providencia....2-132
2.2.4.4.1 Composición del Indicador de Riesgo Integrado para Providencia....2-132
2.3 TAREA 3. DEFINICIONES DE BORDE Y TOMA DE DATOS DE MEDICIÓN....2-134
2.3.1 Tarea 3.1 Definición de Área de Estudio....2-134
2.3.2 Tarea 3.2 Definición de los Usuarios....2-135
2.3.3 Tarea 3.3 Catastro Físico....2-136
2.3.3.1 Catastro Físico y Operativo de la Red de Espacio Público....2-136
2.3.3.2 Catastro de Transporte Público....2-138
2.3.3.2.1 Buses RED....2-138
2.3.3.2.2 Taxis Colectivos....2-141
2.3.3.3 Catastro de Infraestructura de Transporte Complementaria a la Red....2-142
2.3.3.4 Estimación de Usos de Suelo Efectivos y Proyectados....2-143
2.3.4 Tarea 3.4 Medición Continua y Periodización....2-152
2.3.4.1 Caracterización de las Mediciones....2-152
2.3.4.2 Resultados de la Medición....2-154
2.3.4.3 Periodización de Vehículos Livianos y Ciclos....2-157
2.3.4.3.1 Periodización de Vehículos Livianos....2-157
2.3.4.3.2 Periodización de Ciclos....2-161
2.3.4.3.3 Conclusiones de la Periodización....2-164

2.3.5 Tarea 3.5 Periodos de Análisis 2-165
2.3.5.1 Transporte Privado 2-165
2.3.5.2 Transporte Público 2-165
2.3.5.3 Ciclos 2-167
2.3.5.4 Resumen 2-167
2.3.6 Tarea 3.6 Cortes Temporales 2-167
2.3.7 Tarea 3.7 Zonificación Preliminar 2-167
2.3.8 Tarea 3.8 Planificación de Mediciones 2-169
2.3.8.1 Metodología de Trabajo 2-169
2.3.8.2 Cronograma de Mediciones 2-169
2.3.9 Tarea 3.9 Medición Periódica 2-171
2.3.9.1 Flujos de Vehículos Motorizados 2-171
2.3.9.2 Flujos de Equipamientos 2-172
2.3.9.3 Flujos de Ciclos 2-173
2.3.9.4 Flujos de Peatones 2-175
2.3.9.5 Rotación de Estacionamientos 2-176
2.3.9.6 Medición de Colas Vehiculares y Demoras 2-177
2.3.10 Tarea 3.10 Encuestas Origen – Destino 2-178
2.3.10.1 Especificaciones de la Medición 2-178
2.3.10.2 Encuesta de Vehículos Livianos 2-180
2.3.10.3 Encuesta de Ciclos 2-182
2.3.10.4 Tiempo de Permanencia para Vehículos de Carga 2-183
2.3.10.4.1 Metodología Diagnóstico de Transporte de Carga 2-184
2.3.10.4.2 Lugares de Medición 2-185
2.3.11 Tarea 3.11 Variables de Servicio 2-186
2.3.11.1 Especificaciones de la Medición 2-186
2.3.11.2 Resultados de la Medición 2-188
2.3.12 Tarea 3.12 Velocidad y Tiempos de Viaje 2-188
2.3.13 Tarea 3.13 Información de Transporte Público 2-189
2.3.13.1 Caracterización Comunal 2-189
2.3.13.2 Providencia en el Contexto Metropolitano 2-194
2.3.14 Tarea 3.14 Análisis de Accidentabilidad 2-197
2.3.14.1 Estadísticas Generales 2-197
2.3.14.2 Estadísticas por Tipo de Lesión y Viajero 2-201
2.4 TAREA 4. RELACIÓN ENTRE VARIABLES 2-205
2.4.1 Enfoque Conceptual 2-205
2.4.2 Definición de Variables 2-206
2.4.3 Relaciones Principales entre Variables 2-208
2.5 TAREA 5. PREPARACIÓN DE BASE CARTOGRÁFICA Y SIG DEL ESTUDIO 2-212
2.5.1 SIG Urbanismo 2-212
2.5.2 SIG Clima y Riesgo 2-214
2.5.3 SIG Transporte 2-219

2.6 TAREA 6. ENTREGA INFORME DE AVANCE ETAPA 2 2-220

3 ETAPA 3: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL 3-1

3.1 TAREA 7. VEHÍCULOS MOTORIZADOS 3-1

3.1.1 Estudio Referencial 3-1

3.1.2 Información de Semáforos 3-2

3.1.3 Flujo Vehicular 3-2

3.1.3.1 Reporte de Mediciones de Flujos en Puntos de Control 3-2

3.1.3.2 Reporte de Mediciones de Rotación de Estacionamientos 3-7

3.1.3.2.1 Avenida Italia 3-8
3.1.3.2.2 Calle Lota 3-10
3.1.3.2.3 Calle Manuel Barros Errazuriz 3-13
3.1.3.2.4 Calle Arzobispo Fuenzalida 3-15
3.1.3.2.5 Avenida General Bustamante 3-17

3.1.4 Vehículos de Transporte Público 3-19

3.1.4.1 Buses Urbanos 3-19

3.1.4.2 Taxis Colectivos 3-22

3.1.5 Vehículos Livianos 3-23

3.1.5.1 Reporte de Mediciones de Colas Vehiculares y Demoras 3-23

3.1.5.2 Reporte de Mediciones de Flujos de Equipamientos 3-26

3.1.5.3 Reporte de Mediciones de Nivel de Servicio 3-27

3.1.5.3.1 Santa Isabel / Diagonal Oriente 3-29
3.1.5.3.2 Santa María 3-30
3.1.5.3.3 Diego de Almagro 3-31
3.1.5.3.4 Hernando de Aguirre 3-32
3.1.5.3.5 General Bustamante 3-33
3.1.5.3.6 Los Conquistadores / Bellavista 3-34
3.1.5.3.7 Tobalaba 3-35
3.1.5.3.8 Suecia 3-36
3.1.5.3.9 Manuel Montt 3-37
3.1.5.3.10 Eliodoro Yáñez 3-38

3.1.5.4 Reporte de Encuesta Origen – Destino 3-39

3.1.5.4.1 Resultados de la Encuesta 3-40
3.1.5.4.2 Construcción de Matriz OD 3-42

3.1.6 Vehículos de Carga 3-44

3.2 TAREA 8. DEFINICIÓN DE LA RED DE MODELACIÓN 3-48

3.3 TAREA 9. DEFINICIÓN DE LOS DISTINTOS USUARIOS Y MODOS 3-52

3.4 TAREA 10. ZONIFICACIÓN DEFINITIVA 3-53

3.4.1 Zonificación Referencial 3-53

3.4.2 Caracterización de las Zonas Tácticas 3-53

3.5 TAREA 11. CALIBRACIÓN Y ESTIMACIÓN DE MATRICES 3-55

3.5.1 Metodología de Calibración 3-55

3.5.2 Topología de la Red 3-56

3.5.3 Obtención de Matrices a Priori 3-56

3.5.4 Definición Rutas Fijas de la Red 3-56

3.5.5 Resultados de Calibración del Periodo Punta Mañana 3-58

3.5.5.1 Indicadores de Ajuste 3-58

3.5.5.2 Matrices de Viajes Resultantes de la Calibración 3-59
3.5.5.3 Asignación de Flujos y Grados de Saturación 3-59
3.5.6 Resultados de Calibración del Periodo Punta Mediodía 3-61
3.5.6.1 Indicadores de Ajuste 3-61
3.5.6.2 Matrices de Viajes Resultantes de la Calibración 3-61
3.5.6.3 Asignación de Flujos y Grados de Saturación 3-62
3.5.7 Resultados de Calibración del Periodo Punta Tarde 3-64
3.5.7.1 Indicadores de Ajuste 3-64
3.5.7.2 Matrices de Viajes Resultantes de la Calibración 3-65
3.5.7.3 Asignación de Flujos y Grados de Saturación 3-65
3.6 TAREA 12. VEHÍCULOS NO MOTORIZADOS 3-67
3.6.1 Información de Vehículos No Motorizados 3-67
3.6.1.1 Reporte de Mediciones de Flujos en Puntos de Control 3-67
3.6.1.1.1 Periodo Punta Mañana 3-68
3.6.1.1.2 Periodo Punta Medio Día 3-71
3.6.1.1.3 Periodo Punta Tarde 3-74
3.6.2 Reporte de Encuesta Origen - Destino a Ciclos 3-77
3.6.2.1 Factores de Expansión 3-77
3.6.2.2 Caracterización de los Ciclistas y sus Viajes 3-79
3.6.2.3 Matriz de Viajes en Bicicleta 3-82
3.7 TAREA 13. PEATONES 3-93
3.7.1 Información de Peatones 3-93
3.7.1.1 Ubicación de Puntos de medición 3-93
3.7.1.2 Reporte de Mediciones de Flujos Peatonales 3-94
3.7.1.3 Análisis de Otras Mediciones de Flujos Peatonales existentes 3-96
3.7.1.4 Reporte de Mediciones de Flujos de Equipamientos 3-99
3.7.1.5 Información de Usuarios Transporte Público 3-102
3.7.2 Diagnóstico Peatonal 3-103
3.8 TAREA 14. ENTREGA INFORME DE AVANCE ETAPA 3 3-105
ANEXO A: ASIGNACIÓN DE FLUJOS EN CALIBRACIÓN SATURN 3-105
4 ETAPA 4: SITUACIÓN BASE Y ESCENARIOS TENDENCIALES 4-1
4.1 TAREA 15. TENDENCIAS Y PROYECCIONES DE DATOS 4-1
4.1.1 Variables Urbanas 4-1
4.1.1.1 Demografía 4-1
4.1.1.2 Economía 4-4
4.1.1.3 Ocupación del Territorio 4-7
4.1.1.4 Planificación y Políticas Estratégicas 4-34
4.1.2 Variables Cambio Climático 4-38
4.1.2.1 Cambio Climático 4-38
4.1.2.2 Inventario de Emisiones GEi 4-39
4.1.2.3 Amenazas del Cambio Climático 4-40
4.1.2.4 Isla de Calor Urbana (ICU) 4-43
4.1.2.5 Temperatura de Emisión Superficial a Escala Zonal 4-45
4.1.2.6 Temperatura de Superficie a Microescala - UAV 4-48
4.1.2.7 Ola de Calor 4-52
4.1.2.8 Calidad del Aire 4-54

4.1.3 Variables de Riesgo 4-56
4.1.3.1 Amenaza 4-56
4.1.3.2 Vulnerabilidad 4-56
4.1.3.3 Riesgo 4-63

4.2 TAREA 16. LEVANTAMIENTO DE OFERTA DE PROYECTOS 4-64

4.2.1 Cartera de Proyectos Metropolitanos 4-64
4.2.1.1 Línea 7 del Metro 4-64
4.2.1.2 Línea 8 del Metro 4-67
4.2.1.3 Mejoramiento Paraderos Transporte Público de Eje Providencia 4-68
4.2.1.4 Teleférico Bicentenario 4-68
4.2.1.5 Paseo Urbano Fluvial Mapocho 4-70

4.2.2 Estudios de la Comuna de Providencia 4-72
4.2.2.1 Plan Comunal de Inversiones en Infraestructuras de Movilidad y Espacio Público (PIEP, 2021) 4-72
4.2.2.2 Modificación N° 5 PRC Reubicación de equipamientos entorno al Eje Providencia 4-75
4.2.2.3 Modificación N° 7 Regeneración Urbana Barrio El Aguilucho 4-76
4.2.2.4 Modificación N° 8 Equipamientos de Salud, Ajuste Normativo ZEMoI 4-78
4.2.2.5 Modificación PRMS 104 Ajustes Infraestructura de Transporte Metropolitana 4-80
4.2.2.6 PLADECO 2013-2021 4-81
4.2.2.7 Estudio Providencia 8/80: facilidades para ciudadanos más vulnerables en el espacio público 4-82

4.2.3 Planes de Proyectos Municipales 4-85
4.2.3.1 Plan de Caminabilidad 4-85
4.2.3.2 Plan de Gestión Vial 4-88
4.2.3.3 Plan de Cicloinclusión 4-89
4.2.3.4 Plan de Mejoramiento Integral de calles 4-91
4.2.3.5 Plan de Jardines Sustentables 4-92
4.2.3.6 Plan de Áreas Verdes 4-94
4.2.3.7 Plan de Arborización y Recambio de Especies 4-95

4.3 TAREA 17. DEFINICIÓN DE ESCENARIOS DE DEMANDA Y OFERTA COMUNAL 4-96

4.3.1 Escenario de Desarrollo urbano y Uso de Suelo de Sectra para Gran Santiago 4-96
4.3.1.1 Etapa I: Situación Actual 4-96
4.3.1.2 Etapa II: Análisis de la Oferta y Demanda Urbana 4-97
4.3.1.3 Etapa III: Generación de Escenarios 4-98
4.3.2 Metodología para definición de Escenarios para la Comuna de Providencia 2030 4-102
4.3.3 Definición de Escenarios de Demanda 4-103
4.3.4 Definición de Escenarios de Oferta o Planes de Proyectos 4-103
4.3.5 Metodología de Análisis 4-113

4.4 TAREA 18. ESTIMACIÓN DE HOGARES Y USOS DE SUELO SEGÚN ESCENARIOS 4-114

4.4.1 Ajuste escenario ESTRAUS comuna Providencia al año 2021 4-114
4.4.2 Construcción escenarios de demanda comuna Providencia al año 2030 4-116

4.5 TAREA 19. ESTIMACIÓN DE DEMANDA TOTAL DE VIAJES DE ESCENARIOS 4-120

4.5.1 Modelos Utilizados 4-120
4.5.2 Estimación de Viajes Totales 4-120
4.5.3 Estimación de Viajes por Categoría Socioeconómica 4-126
4.5.4 Estimación de Viajes por Propósito 4-130
4.5.5 Estimación de Viajes por Modo 4-135

4.5.6 Crecimiento esperado del Modo Transporte Privado al 2030 por Escenario de Demanda.. 4-141
4.5.7 Disminución de Viajes en auto por mayores facilidades para los modos sustentables..... 4-146
4.6 TAREA 20. ESTIMACIÓN DE MATRICES DE VIAJES SEGÚN ESCENARIOS 4-148
4.6.1 Metodología 4-148
4.6.2 Obtención de Matrices de Autos por Escenario y Periodo..... 4-149
4.7 TAREA 21. CODIFICACIÓN REDES VIALES DE MODELACIÓN SEGÚN ESCENARIOS 4-151
4.7.1 Definición de la Situación Base..... 4-151
4.7.2 Definición del Plan de Proyectos 1..... 4-152
4.7.3 Red de Modelación Final 4-154
4.8 TAREA 22. MODELACIÓN ESCENARIO 1 BASE Y ESCENARIO 2 CONSERVADOR 4-156
4.8.1 Situación Base 2030..... 4-156
4.8.1.1 Punta Mañana..... 4-156
4.8.1.2 Punta Mediodía..... 4-165
4.8.1.3 Punta Tarde..... 4-174
4.8.2 Plan de Proyectos 1 2030 4-183
4.8.2.1 Punta Mañana..... 4-183
4.8.2.2 Punta Mediodía..... 4-192
4.8.2.3 Punta Tarde..... 4-201
4.9 TAREA 23. DIAGNÓSTICO DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS 4-211
4.9.1 Análisis de viajes de Providencia en Escenario 1 Base..... 4-211
4.9.2 Análisis de Viajes de Providencia en Escenario 2 Conservador 4-218
4.9.3 Puntos críticos de Conflictos de Circulación..... 4-225
4.9.4 Reversibilidad en Costanera Andrés Bello 4-226
4.9.5 Discontinuidades viales 4-230
4.9.5.1 Diagonal Oriente 4-230
4.9.5.2 Valenzuela Castillo..... 4-231
4.10 TAREA 24. DIAGNÓSTICO DE INFRAESTRUCTURA..... 4-232
4.10.1 Estructura y Jerarquización de la Red Vial..... 4-232
4.10.2 Infraestructura para Transporte Público 4-236
4.10.3 Facilidades para Peatones..... 4-238
4.10.4 Infraestructura de Veredas..... 4-240
4.10.5 Diseño de Intersecciones y Señalética 4-241
4.10.6 Facilidades a Ciclistas 4-243
4.11 TAREA 25. DIAGNÓSTICO DE MODOS NO MOTORIZADOS..... 4-247
4.11.1 Demanda de Ciclos 4-247
4.11.1.1 Caracterización General..... 4-247
4.11.1.2 Resultados Específicos por Periodos..... 4-249
4.11.1.3 Potencialidades para la Movilidad en Ciclos 4-253
4.11.1.4 Efectos de los Escenarios 1 y 2 4-255
4.11.2 Peatones..... 4-255

4.12 TAREA 26. DIAGNÓSTICO DE TRANSPORTE PÚBLICO 4-257
4.12.1 Servicios de Transporte Público 4-257
4.12.2 Demanda de Transporte Público 4-258
4.12.3 Demanda de Nuevas líneas de Metro 4-259
4.12.4 Conclusiones del Análisis 4-259
4.13 TAREA 27. DIAGNÓSTICO DE TRANSPORTE DE CARGA 4-261
4.13.1 Antecedentes 4-261
4.13.2 Diagnóstico y Medidas para Reducir los Impactos del Transporte de Carga 4-263
4.14 TAREA 28. DIAGNÓSTICO RESUMEN DE TRANSPORTE 4-264
4.14.1 Congestión Vehicular versus Longitud de Ciclovias 4-264
4.14.2 Consumo de Tiempo versus Densidad de Semáforos 4-266
4.14.3 Flujo de Automóvil versus Pistas solo Bus 4-267
4.15 TAREA 29. DIAGNÓSTICO URBANO-AMBIENTAL 4-270
4.15.1 Diagnostico Urbano 4-270
4.15.1.1 Acceso a Bienes y Servicios Urbanos Escenarios 1 y 2 4-270
4.15.1.2 Oferta de Movilidad Modos no Motorizados 4-271
4.15.1.3 Grado de Consolidación de la Comuna 4-281
4.15.2 Diagnóstico Ambiental 4-284
4.15.2.1 Temperatura del Aire 4-284
4.15.2.2 Confort Térmico Ambiental 4-287
4.15.2.3 Vegetación 4-289
4.15.2.4 Ruido 4-290
4.15.2.5 Contaminación 4-291
4.15.2.6 Emisiones 4-293
4.16 TAREA 30. DIAGNÓSTICO INTEGRADO DE VARIABLES 4-294
4.16.1 Espacio Urbano versus Movilidad 4-294
4.16.2 Variable Ambientales (Clima y Riesgos) versus Movilidad 4-298
4.16.3 Infraestructura y Operación por Modo de Viaje versus Movilidad 4-299
4.17 TAREA 31. DETERMINACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS Y PROPUESTAS DE PROYECTOS 4-302
4.17.1 Nuevas Facilidades al Modo Bus de Transporte Público 4-302
4.17.2 Aumento de Facilidades al Modo Caminata 4-302
4.17.3 Aumento y Localización de Facilidades para el Modo Bicicleta 4-303
4.17.4 Medidas para el Modo de Transporte de Carga Delivery 4-304
4.18 TAREA 32. ENTREGA INFORME DE AVANCE - ETAPA 4 4-305
5 ETAPA 5: PROPOSICIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS Y ENTREGA FINAL 5-1
5.1 TAREA 33. PROPUESTA Y SELECCIÓN DE PROYECTOS 5-1
5.1.1 Ajuste Escenario de Demanda Optimista 5-1
5.1.2 Estimación de Viajes Escenario Optimista Ajustado 5-6
5.1.2.1 Modelos Utilizados 5-6
5.1.2.2 Determinación de Viajes por Escenario 5-6

5.1.2.3 Viajes por Categoría Socioeconómica 5-11
5.1.2.4 Estimación de Viajes por Propósito 5-16
5.1.2.5 Estimación de Viajes por Modo 5-23
5.1.2.6 Crecimiento esperado del Modo Transporte Privado al 2030 por Escenario de Demanda 5-30
5.1.2.7 Disminución de Viajes en auto por mayores facilidades para los modos sustentables 5-36
5.1.3 Definición de Proyectos del Plan 2 Optimista Ajustado 5-39
5.1.3.1 Clasificación de la Totalidad de proyectos del Plan 2 Ajustado 5-39
5.1.3.2 Descripción y Priorización de Proyectos Principales Propuestos 5-45

5.2 TAREA 34. DESARROLLO DE PROPUESTAS PARA EL PLAN DE MOVILIDAD Y ESPACIO PÚBLICO Y PARA EL PRCP5-57

5.2.1 Modelación SATURN Plan 2 Optimista Ajustado 5-57
5.2.1.1 Obtención de Matrices de Viajes en Transporte Privado 5-57
5.2.1.2 Codificación de la Red Vial 5-60
5.2.1.3 Resultados Asignación de Proyectos 5-66
5.2.1.3.1 Punta Mañana 5-66
5.2.1.3.2 Punta Mediodía 5-76
5.2.1.3.3 Punta Tarde 5-85
5.2.2 Microsimulación en AIMSUN de Áreas Críticas de la Comuna 5-94
5.2.2.1 Metodología 5-94
5.2.2.2 Definición de las Áreas Críticas de Microsimulación 5-95
5.2.2.3 Resultados Microsimulación de Áreas Críticas 5-99
5.2.3 Análisis de Proyectos de Transporte 5-148
5.2.3.1 Impactos de proyectos en la congestión vial futura 5-148
5.2.3.2 Impactos de proyectos de Transporte Público 5-152
5.2.3.3 Impacto de proyectos en el Eje Providencia 5-152
5.2.3.4 Impacto de proyectos en el Eje Andrés Bello 5-153
5.2.4 Análisis de Variables de Proyectos que inciden Espacio Público 5-154
5.2.4.1 Saturación Vial versus Accesibilidad a Ciclovías 5-154
5.2.4.2 Flujos y Velocidades a nivel Zonal 5-157
5.2.5 Análisis de Variables de Proyectos que inciden Medio Ambiente y Riesgos 5-159
5.2.5.1 Impactos de proyectos en los riesgos, ruido ambiental y contaminación por gases y partículas. .5-159
5.2.5.2 Dinámica y Patrones del Clima Urbano 5-165
5.2.5.2.1 Proyectos urbanos, vegetación y calor en Providencia. 5-166
5.2.5.2.2 Proyectos urbanos, diseño urbano y calor en Providencia. 5-168
5.2.5.2.3 Proyectos urbanos, transporte y calor en Providencia. 5-170
5.2.5.3 Síntesis Análisis Variables de Proyectos que inciden en Medio Ambiente y Riesgos 5-171
5.2.6 Representación Planimétrica de los Proyectos 5-174

5.3 TAREA 35. EFECTOS DE LAS PROPUESTAS EN LA NORMATIVA VIGENTE 5-176

5.3.1 Análisis Normativo de Proyectos de Infraestructura 5-176
5.3.1.1 Normativa de Diseño 5-176
5.3.1.2 Conclusiones 5-178
5.3.2 Análisis Normativo de Proyectos de Transporte Público 5-178
5.3.3 Análisis Normativo de Proyectos de Transporte de Carga 5-182
5.3.4 Análisis Normativo de Proyectos que inciden en el Espacio Público 5-182
5.3.5 Análisis Normativo de Proyectos que inciden el Medio Ambiente y Riesgos 5-183
5.3.5.1 Gestión ambiental local asociada al clima y al cambio climático 5-183
5.3.5.2 Gestión ambiental local asociada a la eficiencia energética 5-185

5.3.5.3 Gestión ambiental local asociada al agua.....5-185
5.3.5.4 Gestión ambiental local asociada a la vegetación 5-186
5.3.5.5 Gestión ambiental local asociada al riesgo, ruido y contaminación 5-187

ÍNDICE DE ANEXOS DIGITALES

ANEXOS ETAPA 2

Anexo Digital 2: Definición de Variables de Análisis

- Anexo 2.1: Datos demográficos
- Anexo 2.2: Figuras Tarea 2
- Anexo 2.3: Variables de riesgo

Anexo Digital 3: Definiciones de Borde y Toma de Datos de Medición

- Anexo 3.1: Catastros
- Anexo 3.2: Mediciones Continuas y Periodización
- Anexo 3.3: Zonificación
- Anexo 3.4: Mediciones periódicas
- Anexo 3.5: Encuestas origen destino
- Anexo 3.6: Mediciones de vehículos de carga
- Anexo 3.7: Medición de variables de servicio
- Anexo 3.8: Velocidad y tiempos de viaje
- Anexo 3.9: Demanda de transporte público
- Anexo 3.10: Accidentes

Anexo Digital 4: Relación entre Variables

- Anexo 4.1: Relación entre variables

Anexo Digital 5: Base Cartográfica (SIG)

- Anexo 5.1: SIG Urbanismo
- Anexo 5.2: SIG Clima y Riesgo
- Anexo 5.3 SIG Transporte

ANEXOS ETAPA 3

Anexo Digital 7: Vehículos Motorizados

- Anexo 7.1: Información de Semáforos
- Anexo 7.2 Flujos periódicos
- Anexo 7.3 Rotación de Estacionamientos

- Anexo 7.4 Colas y Demoras
- Anexo 7.5 Flujos Equipamientos
- Anexo 7.6 Niveles de Servicio
- Anexo 7.7 EOD Vehículos Livianos
- Anexo 7.8 Tiempo de Permanencia

Anexo Digital 10: Zonificación Definitiva

- Anexo 10.1: Zonificación Definitiva

Anexo Digital 11: Calibración y Estimación de Matrices

- Anexo 11.1: Modelación SATURN

Anexo Digital 12: Vehículos No Motorizados

- Anexo 12.1: Factores de expansión de EOD
- Anexo 12.2: Matrices de viajes

ANEXOS ETAPA 4

Anexo Digital 13 Proyecciones de datos Urbanos

- Anexo 13.1 Variables Demográficas
- Anexo 13.2 Variables Económicas
- Anexo 13.3 Ocupación del territorio

Anexo Digital 14: Proyecciones de datos Clima y Riesgo

- Anexo 14.1: Datos Clima a nivel Zonal
- Anexo 14.2: Imágenes Drone
- Anexo 14.3: Modelos de Contaminación y proyección 2030
- Anexo 14.4 Cartografía zonal Contaminación

Anexo Digital 15: Oferta de Proyectos

- Anexo 15.1 Cartera de Proyectos Municipal
- Anexo 15.2 Definición de Planes de Proyectos

Anexo Digital 16: Escenarios uso de suelo comunal

- Anexo 16.1: Definición de Escenarios
- Anexo 16.2: Figuras Escenarios

Anexo Digital 17: Estimación de Demanda de Viajes

- Anexo 17.1 Viajes Totales según Escenario
- Anexo 17.2 Crecimientos 2021/2030 por Escenario
- Anexo 17.3 Análisis Partición Modal

Anexo Digital 18: Modelación Red Vial Escenarios 1 y 2

- Anexo 18.1: Modelación Escenario 1
- Anexo 18.2: Modelación Escenario 2

Anexo Digital 19: Diagnostico Transporte

- Anexo 19.1: Cálculo Indicadores

Anexo Digital 20: Diagnostico Urbano

- Anexo 20.1: Diagnóstico Urbano
- Anexo 20.2 Diagnóstico Integrado

Anexo Digital 21: Diagnostico Clima y Riesgo

- Anexo 21.1: Clima
- Anexo 21.2: Contaminación
- Anexo 21.3: Vulnerabilidad.

ANEXOS ETAPA 5

Anexo Digital 22: Estimación de Demanda de Viajes Esc. Optimista Ajustado

- Anexo 22.1 Viajes Totales Escenario 2 Optimista Ajustados
- Anexo 22.2 Crecimientos 2021/2030 de Escenario 2 Optimista Ajustado
- Anexo 22.3 Análisis Partición Modal

Anexo Digital 23: Modelación y Análisis de Proyectos Esc. Optimista Ajustado

- Anexo 23.1 Modelación SATURN Plan 2 Optimista Ajustado V2
- Anexo 23.2 Microsimulación Áreas Criticas V2
- Anexo 23.3 Análisis Urbano y Espacio Público
- Anexo 23.4 Análisis Medio Ambiente y Riesgos
- Anexo 23.5 Plan de Proyectos 1.2000

Anexo Digital 24: Análisis Normativo

- Anexo 24.1 Ordenanza Transporte de Carga

GLOSARIO DE SIGLAS

AMS	Área Metropolitana de Santiago
ARClim	Atlas de Riesgo Climático
CNDU	Consejo Nacional de Desarrollo urbano
CONASET	Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito
CR2	Centro de ciencia del clima y la Resiliencia
DFL	Decreto con Fuerza de Ley
DMC	Dirección Meteorológica de Chile
DTPR	División de Transporte Público Regional
EISTU	Estudios de Impacto sobre el Sistema de Transporte Urbano
EOD	Encuesta origen-destino
FPU	Fuera de Punta
GEI	Gases de efecto invernadero
GSE	Grupos socio-económicos
HUMIDEX	índice de Humedad del Weather Service of Environment
ICU	Isla de calor urbana
IDW	Ponderación de distancia inversa
IM	Índice de Multiamenaza
IMIV	Informes de Mitigación de Impacto Vial
INE	Instituto Nacional de Estadísticas
ISMT	Indicador socio material territorial
IV	Índice de Vulnerabilidad
IVI	Índice de vulnerabilidad de la infraestructura
IVP	Índice de vulnerabilidad de las personas
IVV	Índice de vulnerabilidad de las viviendas
LGUC	Ley General de Urbanismo y Construcciones
LST	Temperatura superficial
MINVU	Ministerio de Vivienda y Urbanismo
MJH	Mujeres jefas de hogar
MP/PM	Material Particulado
MTT	Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones
NDVI	Índice Normalizado de Diferencia Vegetacional
NSE	Nivel socioeconómico
OD	Origen - Destino
OGUC	Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones
PC	Punto de control
PIEP	Plan de Inversión y Gestión de Infraestructura en el Espacio Público
PLADECO	Plan de Desarrollo Comunal
PMA	Punta Mañana
PMD	Punta Medio Día
PNDU	Política Nacional de Desarrollo Urbano
PPDA	Planes de prevención y descontaminación atmosférica

PRCP	Plan Regulador Comunal de Providencia
PRMS	Plan Regulador Metropolitano de Santiago
PTA	Punta Tarde
RENAM	Red de Monitoreo Nacional
RETC	Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes
SECTRA-MTT-MTT-MTT	Programa de Vialidad y Transporte Urbano del MTT
SEIM	Sistema de Evaluación de Impacto en la Movilidad
SIEDU	Sistema de indicadores y estándares de desarrollo urbano
SINCA	Sistema de información de calidad del aire
UNDRR	United Nations Office for Disaster Risk Reduction
UOCT	Unidad Operativa de Control de Tránsito
VEQ	Vehículo equivalente
VIV_PARE_1	Vivienda pareada 1
WSE	Weather Service of Environment
ZCL	Zonas Climáticas Locales según Stewart & Oke (2012)

Introducción

El presente documento corresponde al **Informe Final Consolidado** de las 5 Etapas del "**Estudio de Capacidad Vial y Movilidad Urbana en la Comuna de Providencia"**, adjudicado a la empresa CIS Asociados Consultores en Transporte S.A. en agosto de 2021 por la Municipalidad de Providencia.

Objetivos del Estudio

Tal como se indica en las bases de licitación, el presente estudio tiene como objetivo el desarrollo de un estudio que "*contenga un enfoque integrado y multidisciplinario que permita actualizar el requerimiento de espacio público destinado a movilidad urbana en el Plan Regulador incorporando variables de movilidad sustentable, cambio climático y riesgo*."

Adicionalmente, se busca simular y evaluar el efecto de los proyectos presentes en el "Plan de Movilidad y Espacio Público" y complementarlos en caso que sea necesario, para así optimizar el diseño de las propuestas y mejorar la movilidad urbana de la comuna.

En relación al transporte y la capacidad vial, el estudio debe definir, describir, analizar y evaluar la red vial completa de la comuna de Providencia, en distintos tiempos, considerando un enfoque prospectivo, analizando la movilidad urbana comunal de manera integral, así como también los distintos escenarios de desarrollo urbano, incorporando las propuestas que resulten de este análisis y los planes que el municipio ha desarrollado.

Con esto, los objetivos específicos del estudio son:

1. Elaborar un estudio de capacidad vial y movilidad urbana sostenible comunal, analizando a Providencia dentro de un contexto metropolitano y no de manera aislada.
2. Contar con mediciones actualizadas peatonales, de vehículos no motorizados y motorizados por tipología.
3. Contar con un desarrollo de tres escenarios de desarrollo urbano: Tendencial, Optimista y Conservador.
4. Realizar un diagnóstico de la situación vial actual, en términos de oferta y demanda, para todos los usuarios del sistema, en cuanto a la operación de la red, movilidad sustentable y seguridad vial. Se debe dar principal énfasis al análisis de la infraestructura existente dirigida a usuarios que utilizan modos no motorizados y a la demanda de ésta.
5. Simular y evaluar el efecto de los proyectos del Plan de Movilidad y Espacio Público, el Plan Regulador Comunal de Providencia (PRCP) vigente, y la(s) modificación(es) a este instrumento; además del emplazamiento actual y futuro del equipamiento comunal.
6. Proponer proyectos para el mejoramiento de la movilidad urbana, en base a los escenarios desarrollados, que apoyen el "Plan de Movilidad y Espacio Público".

Plan de Trabajo

En este punto se presenta la Carta Gantt del estudio, con las fechas y plazos de sus Etapas y Tareas, de acuerdo a la fecha inicial del estudio que correspondió al día 09 de Septiembre de 2021.

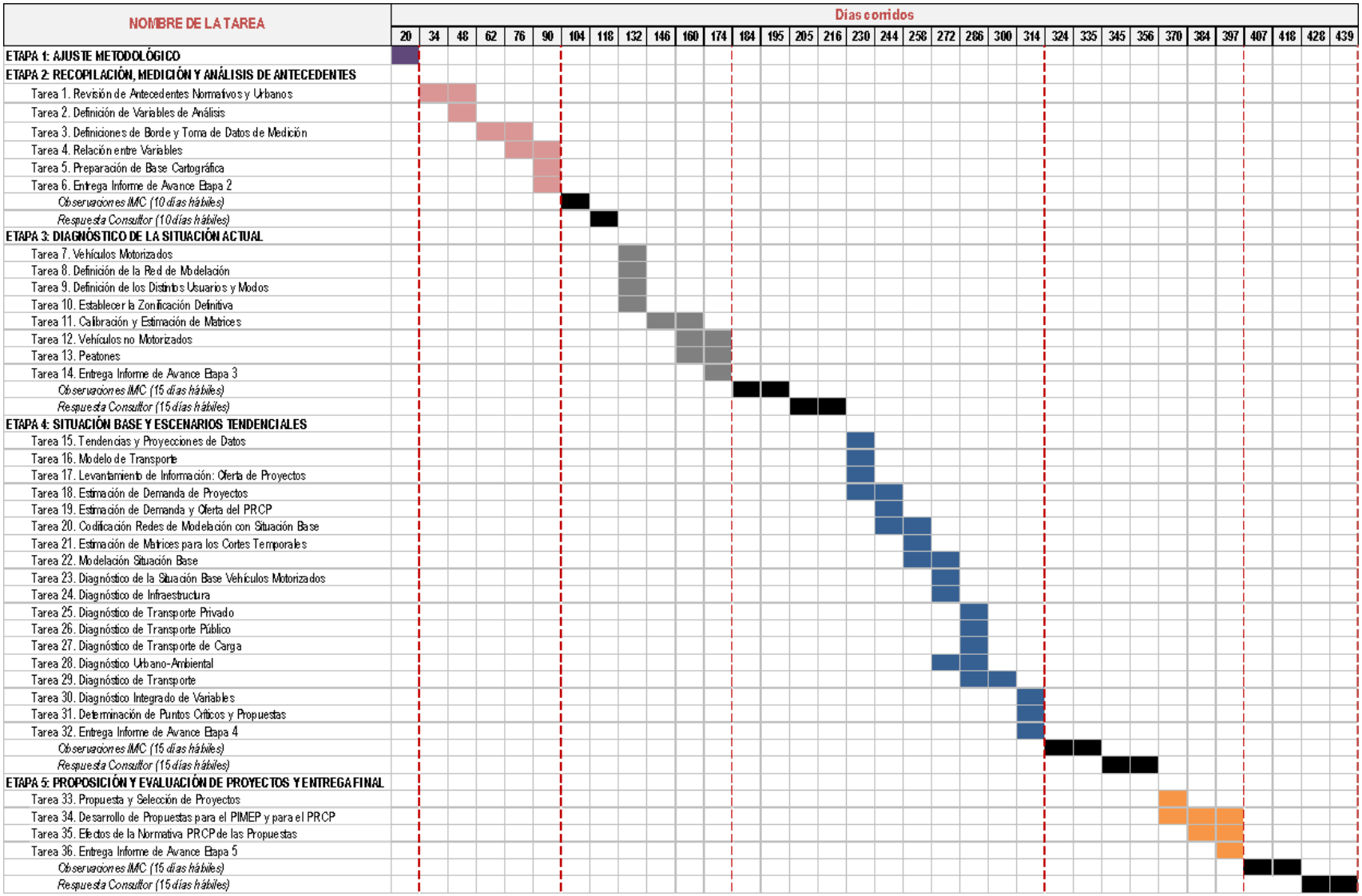
El estudio duró 439 días y constó de 5 Etapas y 36 Tareas, las cuales se presentan en la Carta Gantt de la página siguiente

CUADRO N° 1-1: PLAZOS POR ETAPAS DEL ESTUDIO

N°	ETAPA	INICIO	ENTREGA INFORME	OBSERV. 1	INFORME - C1	TERMINO ETAPA	DURACIÓN ETAPA (DÍAS)	ACUMULADO
0	Inicio Del Estudio (09-09-2021)	09-09-2021						0
1	Ajuste Metodológico	10-09-2021	29-09-2021	06-10-2021	20-10-2021	25-10-2021	45	45
2	Recopilación, Medición y Análisis de Antecedentes	26-10-2021	08-12-2021	22-12-2021	05-01-2022	10-01-2022	76	121
3	Diagnóstico de la Situación Actual	11-01-2022	16-03-2022	06-04-2022	20-04-2022	27-04-2022	106	227
4	Situación Base y Escenarios Tendenciales	28-04-2022	03-08-2022	24-08-2022	07-09-2022	14-09-2022	139	366
5	Proposición y Evaluación de Proyectos y Entrega Final.	15-09-2022	25-10-2022	10-11-2022	20-11-2022	27-11-2022	73	439

Fuente: Elaboración Propia

FIGURA N° 1-1: CARTA GANTT DEL ESTUDIO



Fuente: Elaboración Propia

Contenidos del Informe Final

En el presente informe se reportan las Etapas del estudio, con sus respectivas Tareas, las cuales corresponden a:

Etapa N°1: Ajuste Metodológico

- Se reporta el documento emitido al principio del estudio, donde se revisó y ajustó la metodología para desarrollar el trabajo encargado.

Etapa N°2: Recopilación, Medición y Análisis de Antecedentes

- Tarea 1. Revisión de antecedentes normativos y urbanos
- Tarea 2. Definición de variables de análisis
- Tarea 3. Definiciones de borde y toma de datos de medición
- Tarea 4. Relación entre variables
- Tarea 5. Preparación de base cartográfica
- Tarea 6. Entrega informe de avance Etapa 2

Etapa N°3: Diagnóstico de la Situación Actual

- Tarea 7. Vehículos Motorizados
- Tarea 8. Definición de la Red de Modelación
- Tarea 9. Definición de los Distintos Usuarios y Modos
- Tarea 10. Zonificación Definitiva
- Tarea 11. Calibración y Estimación de Matrices
- Tarea 12. Vehículos no Motorizados
- Tarea 13. Peatones
- Tarea 14. Entrega informe de avance Etapa 3

Etapa N°4: Situación Base y Escenarios Tendenciales

- Tarea N°15. Tendencias y Proyecciones de Datos
- Tarea N°16. Levantamiento de Oferta de Proyectos
- Tarea N°17. Definición de Escenarios de Oferta y Demanda Comunal
- Tarea N°18. Estimación de Hogares y Usos de Suelo según Escenarios 1 y 2
- Tarea N°19. Estimación de Demanda Total de Viajes de Escenarios 1 y 2

- Tarea N°20. Estimación de Matrices de Viajes por Modo según Escenarios
- Tarea N°21. Codificación Redes viales de Modelación según Escenarios
- Tarea N°22. Modelación Escenario 1 Base y Escenario 2 Conservador
- Tarea N°23. Diagnóstico de Vehículos Motorizados según Escenarios 1 y 2
- Tarea N°24. Diagnóstico de Infraestructura según Escenarios 1 y 2
- Tarea N°25. Diagnóstico de Modos No Motorizados según Escenarios 1 y 2
- Tarea N°26. Diagnóstico de Transporte Público según Escenarios 1 y 2
- Tarea N°27. Diagnóstico de Transporte de Carga según Escenarios 1 y 2
- Tarea N°28. Diagnóstico Resumen de Transporte según Escenarios 1 y 2
- Tarea N°29. Diagnóstico Urbano-Ambiental según Escenarios 1 y 2
- Tarea N°30. Diagnóstico Integrado de Variables según Escenarios 1 y 2
- Tarea N°31. Determinación de Puntos Críticos y Propuestas Viales y Peatonales para Escenario 3
- Tarea N°32. entrega Informe de Avance - Etapa 4

Etapa N°5: Proposición y Evaluación de Proyectos y Entrega Final

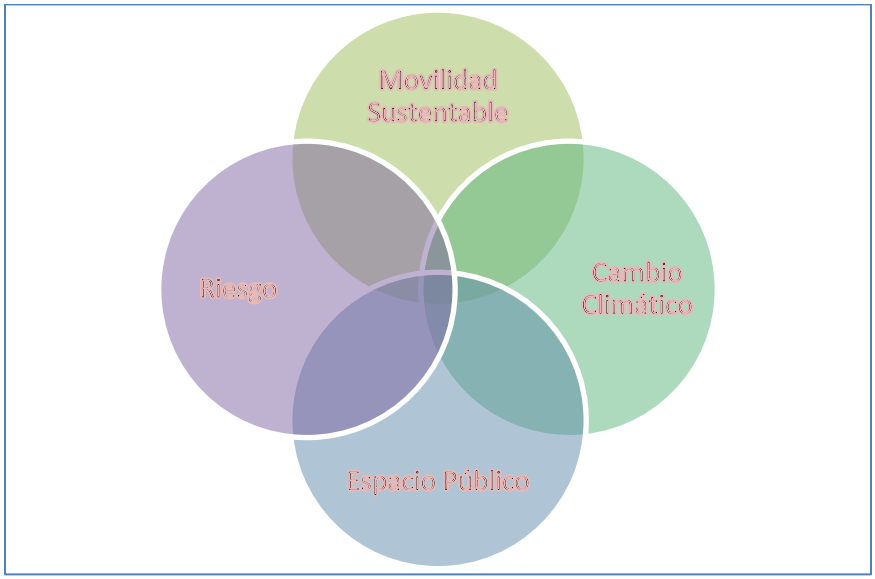
- Tarea 33. Propuesta y Selección de Proyectos
- Tarea 34. Desarrollo de Propuestas para el Plan de Movilidad y Espacio Público y para el PRCP
- Tarea 35. Efectos de las Propuestas en la Normativa Vigente
- Tarea 36. Entrega Informe de Avance Etapa 5

1 Etapa 1: Ajuste Metodológico

Para alcanzar los objetivos generales y específicos del Estudio, se consideró una metodología de trabajo que descansó en el análisis de una serie de actividades de las áreas de Ingeniería de Transporte, Planificación Urbana, Ordenamiento Territorial, Diseño Urbano, Climatología y Riesgo Urbano, proponiendo un enfoque acorde con los requerimientos y plazos establecidos en las Bases de Licitación.

Si bien las áreas del estudio son independientes en cuanto al tema analizado, se aplicó una adecuada secuencia e interacción de las materias, para lo cual se estructuró un Plan de Trabajo en base a los requerimientos establecidos por base y a la experiencia del Consultor. Las áreas de trabajo incluidas en el Plan Metodológico, se pueden resumir en los 4 siguientes pilares:

FIGURA N° 1-1: ÁMBITOS DE TRABAJO DEL ESTUDIO



Fuente: Elaboración Propia

Así mismo, y más allá de los objetivos "tradicionales" de los estudios de capacidad vial, podríamos decir que la metodología buscó caracterizar "los entornos de movilidad urbana"[1], reconociendo una "nueva categoría" que integra las variables físicas, de movilidad, de riesgo y clima; así como el confort y atractivo de los propios recorridos sin excluir modos. El nuevo enfoque de este estudio de capacidad vial permite usar sus resultados como insumo para la planificación comunal integral (PRCP y otros), y también en la validación y construcción de un Plan de Inversiones asociadas a la Movilidad y Espacio Público, coherente y robusto.

1.1 Enfoque Integrado de Análisis

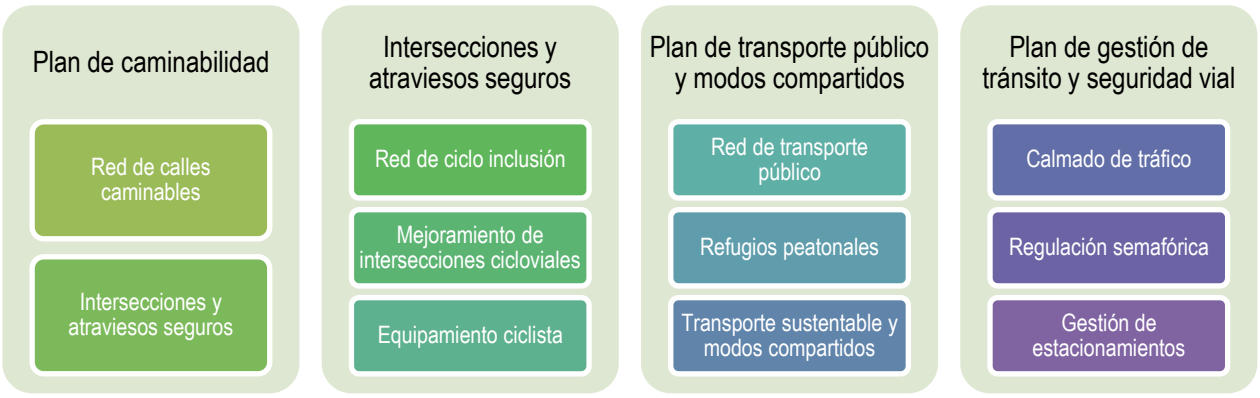
El sistema de transporte en Providencia es de carácter multimodal, existiendo diversos modos de transporte que las personas pueden elegir para viajar dentro de la misma comuna o bien a otras comunas de la capital. Sin embargo, como lo destaca el Plan de Movilidad y Espacio Público de la Comuna de

[1] Concepto trabajado por Rubén Talavera-García, Julio Alberto Soria-Lara y Luis Miguel Valenzuela-Montes, 2014. LABPLAM de Granada España y el Amsterdam Institute for Social Sciences Research

Providencia del 2021 (desde ahora, PMEP), a pesar de estas fortalezas, el sistema de transporte y movilidad comunal tiene ciertas debilidades: Brechas en inclusión de grupos más vulnerables, accesibilidad universal, congestión vehicular, seguridad vial y accidentabilidad, discontinuidad de infraestructura para ciclistas, estándar antiguo.

Algunos de estos problemas son propios de una comuna con alta densidad de viviendas de altura, comercio y servicios, a lo que se suma su ubicación central que la posicionan como un sector de flujos de paso entre el oriente de Santiago y el centro de la ciudad. Para enfrentar este escenario el PMEP de Providencia propone un Plan de Movilidad Sustentable enfocado en la "pirámide invertida de la movilidad", con los siguientes ámbitos de acción:

FIGURA Nº 1.1-1: ÁMBITOS DE ACCIÓN DEL PLAN DE MOVILIDAD SUSTENTABLE



Fuente: PMEP Providencia (2021).

El plan de acción planteado en el PMEP es consistente con los objetivos planteados, y busca mejorar la infraestructura y facilidades para los modos sustentables (no motorizados y transporte público), y restringir la oferta para el transporte privado.

El uso de los modos sustentables trae muchos beneficios a los viajeros y a la ciudad, pero hay ciertas condiciones que se deben proveer para generar un efectivo cambio modal y un uso frecuente:

1. Compactación: Los equipamientos, la actividad económica, las viviendas etc., en el radio de acción de la marcha a pie y la bicicleta.
2. Atractividad de los medios de transporte más sostenibles: Comodidad, atractivo ambiental y social, seguridad para toda la población en sus recorridos y en el acceso al transporte colectivo.
3. Creación de un espacio público vivo: La riqueza social y ambiental estimula la movilidad peatonal y de los ciclistas.

De las condiciones anteriores, Providencia cumple ampliamente con el punto 1 y aún cuando exhibe un buen estándar en lo referido al punto 3 se debe trabajar espacios de mejoras estratégicas en este aspecto. El punto 2, por otra parte, es lo que se busca lograr mediante el PMEP pero, para que las mejoras en infraestructura de transporte tengan el efecto deseado, es necesario estudiar la comuna de manera integral, incorporando también las variables de clima y riesgo, que están asociadas entre sí, y también con la movilidad sustentable y su componente física (espacio público); donde las aristas de seguridad, continuidad, confort y atractivo son fundamentales para entender y dimensionar los desafíos.

Para entender la relación entre estas variables, estamos en un escenario de un acelerado proceso de urbanización a nivel mundial. Actualmente, Latinoamérica es una de las regiones en vías en desarrollo más urbanizadas, alcanzando un 75%. Chile, por su parte, cuenta con un 87,8% de población urbana.[2] Las ciudades, además, son responsables de más del 70% de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) global[3] dentro de ellas, el sector de la construcción es responsable del 39% de GEI y consumen aproximadamente el 36% de la energía total.[4] El crecimiento urbano se caracteriza por un reemplazo de coberturas naturales y semi-naturales, las que sustituye por usos de suelo altamente artificializados, lo que, entre otras cosas, genera la formación de un clima diferente, conocido como clima urbano, que se define por una anomalía positiva entre la temperatura de la ciudad y su entorno. El clima urbano y las islas de calor que lo caracteriza, tienen efectos sobre la salud de la población, el confort térmico, la demanda energética para la climatización, entre otros.

Asimismo, afecta la decisión de los viajeros por modos sustentables: es más difícil caminar y andar en ciclos cuando las temperaturas son altas, y puede ser preferible usar autos que tienen comodidades como aire acondicionado y protección solar. En efecto, la confortabilidad climática de los espacios públicos (refugio y protección frente a la lluvia o las temperaturas extremas) es una de las principales limitantes para la movilidad sustentable.[5] Se prevé, además, que el cambio climático provocará una intensificación de los extremos, tales como el aumento de olas de calor que afectan a las ciudades en el período estival.

Los aumentos térmicos proyectados a nivel global serán mayores en ciudades de latitud media a alta, en regiones de clima templado,[6] como las ciudades chilenas ubicadas en la zona central y centro sur, en particular aquellas ubicadas al interior, caracterizadas por una marcada estacionalidad y por presentar elevadas temperaturas durante el verano. La temperatura promedio anual de Santiago ha registrado un ligero aumento durante las últimas cuatro décadas (período 1975-2015), con un promedio que alcanza los 14,6 °C. La temperatura media máxima en verano se acerca a los 30 °C; y a la luz del cambio en la temperatura que proyecta el Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia, podría aumentar en al menos 1,0 °C hacia mediados del siglo, traduciéndose en una disminución del confort térmico diurno y un aumento de las noches tropicales, afectando el bienestar y salud de su población.[7]

1.2 Revisión de Tareas desarrolladas por Etapa del Estudio

1.2.1 Etapa 1: Ajuste Metodológico

La metodología para abordar el estudio respetó los contenidos de las bases de licitación y la oferta del consultor. En este punto, se presenta el ajuste realizado de algunas de las tareas de dicha metodología, acordado con la contraparte técnica del estudio. Entre estas destaca la recolección de información de transporte dada la posibilidad de hacer mediciones en terreno, las cuales se adecuan al cronograma del estudio de acuerdo a lo indicado en el Capítulo anterior de este informe final.

[2] Instituto Nacional de Estadísticas, INE. 2017. Resultados Censo de Población y Vivienda año 2017, consultado en: www.censo2017.cl.

[3] Banco Mundial. (2017). https://www.worldbank.org/en/news/feature/2016/05/13/climate-hotspots-world-bank-climate-action-plan-supports-cities-urban-poor.

[4] ONU. (2018). "Towards a Zero-Emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector." GLOBAC. United Nations Environment and International Energy Agency

[5] Pozueta, J.; Lamíquiz, F.; Porto, M. (2009) La Ciudad Paseable, CEDEX, Madrid, España, 430 págs

[6] Milner et al., 2017.

[7] Nikolopoulou, 2011; Smith y Henríquez, 2019

1.2.2 Etapa 2: Recopilación, Medición y Análisis de Antecedentes

Esta etapa comenzó con la **Tarea 1 de Revisión de Antecedentes Normativos y Urbanos** donde se recolectó el PRC vigente y sus modificaciones a la fecha, los estudios comunales y otros instrumentos de planificación territorial, como el ya mencionado PMEP de Providencia. Se analizarón también los estudios y proyectos sectoriales (Sectra-MTT, MINVU, SERVIU, MOP) vigentes en la comuna, junto con los EISTU aprobados de la comuna.

Dentro de los estudios relevantes se destaca el "*Análisis Red Vial Sector Centro Oriente de Santiago*" (Sectra-MTT, 2017) y el "*Estudio de capacidad vial y peatonal de la Modificación Nº5 del Plan Regulador Comunal de Providencia 2007*", solicitado por la Secretaría Regional Metropolitana del MINVU como parte de la tramitación de la Modificación Nº5 del PRC de Providencia.

Toda la información recopilada existente y resultante de esta tarea, fue almacenada en una carpeta del estudio en *Google Drive*, con subcarpetas por áreas de trabajo con los permisos respectivos, de manera que tanto la contraparte técnica del estudio como los profesionales que integran el equipo consultor pudieron acceder a ella.

Posteriormente, en la **Tarea 2, Definición de Variables de Análisis**, siguiendo el enfoque de movilidad, cambio climático y riesgo, se levantó la información cuantitativa y cualitativa de la comuna.

Con respecto a las variables urbanas, para las variables demográficas, la fuente principal fueron los censos que realiza el INE. Una síntesis de estos antecedentes ya ha sido incorporada en el PIMEP de Providencia. Además de la distribución territorial de población y viviendas es relevante la distribución en el territorio de las actividades económicas y otros usos de suelo. La fuente más importante en este aspecto es la información que entrega el SII sobre el destino de las propiedades, y el procesamiento y organización territorial de esta información que realiza SECTRA en los estudios del Sistema de Transporte Urbano. Adicionalmente, se considerará la población flotante en la comuna por medio de la EOD 2012 y las distintas mediciones de movilidad que este estudio involucra.

Respecto a los datos para analizar las actividades económicas en la comuna, se geolocalizaron las patentes comerciales para efectuar un análisis y caracterización del territorio en base a sus actividades económicas. Esto permitió caracterizar el territorio y entender su estructura, identificando, entre otras cosas, centros urbanos consolidados, emergentes y a consolidar.

También se realizó una caracterización de las zonas homogéneas, siendo el principal insumo la zonificación del PRCP, que fija usos de suelo predominantes, y el PMEP que ha identificado áreas homogéneas respecto a atributos como la cobertura arbórea y así también un reconocimiento general de alturas predominantes, densidad, grano edificado y trama vial que completarón la data necesaria para dicha definición de áreas homogéneas.

Para las variables de movilidad, para el análisis de la estructura de viajes se usó como principal herramienta el Modelo de Transporte Estratégico para el Gran Santiago, ESTRAUS, desarrollado por Sectra-MTT. Si bien el modelo vigente fue calibrado el año 2014, ha sido constantemente actualizado por Sectra, corrigiendo las estimaciones de demanda. En efecto, el modelo ESTRAUS vigente incorpora los resultados del Censo 2017, siendo consistente con población determinada por el INE. En la medida que los datos lo permitieron, el análisis incluyó enfoque de género, de tal forma de identificar potenciales diferencias en movilidad de hombres y mujeres. Asimismo, el análisis desagregó los viajes por horarios, modos, propósito, tiempo de viaje y estacionalidad. Dado que el modelo ESTRAUS considera la totalidad el Gran Santiago, se podrán

identificar los *viajes dentro de la comuna y los viajes de paso*. De manera adicional, se realizó un análisis de demanda de paraderos de transporte público, usando información oficial del Directorio de Transporte Público Metropolitano (DTPM), mediante las validaciones de las Tarjetas BIP!

Las variables de cambio climático consideraron el levantamiento de antecedentes del clima local basado en las condiciones climáticas históricas, exponiendo las características y comportamiento de las variables climáticas en la actualidad. De manera complementaria:

- Se instalaron *registradores de bajo costo*, que permiten el monitoreo de la temperatura y humedad relativa del aire a resolución horaria, en zonas representativas de la comuna. La información de los registradores fue relacionada con la temperatura superficial, con el fin de establecer relaciones estadísticas significativas y realizar mapas de la temperatura del aire en función de la temperatura de emisión superficial.
- Con el objetivo de evaluar el clima a escala micro-climática se realizaron *vuelos con drones* (unmanned aerial vehicle o UAV), muestreando zonas representativas al interior de las zonas climáticas locales, que permiten obtener la temperatura de emisión superficial y el estudio de la relación entre altura, materiales, coberturas y temperatura.

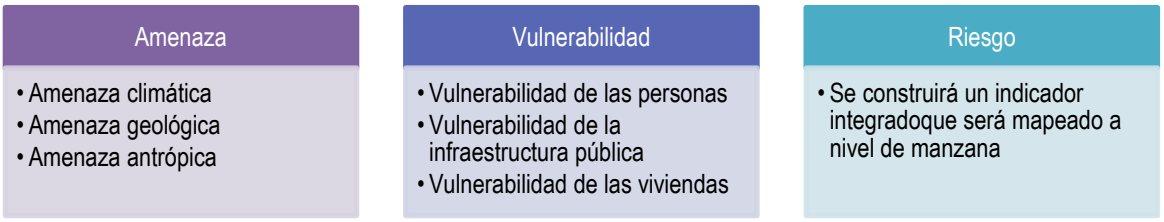
Asimismo, se recopilaron datos históricos de emisiones de contaminantes al aire, detallados por tipo, y se realizará un catastro de emisiones de GEi según fuente de emisión. Las emisiones de carbono generadas por el desplazamiento de la población a través de transporte motorizado de uso público y privado (*emisiones móviles*) se estimaron utilizando el método propuesto en Garrido-Díaz (2013), mientras que para las *emisiones fijas* de gases de efecto invernadero, asociadas a los diferentes usos de suelo de la comuna se identificarán los usos de suelo de la comuna a partir de fotointerpretación de una imagen satelital disponible en Google Earth, ajustada con trabajo de campo y la información levantada con el vuelo de dron.

Se destaca que si bien el ruido es una variable climática relevante, que afecta directamente la calidad de vida en la comuna, hay muy pocas estaciones de ruido. En este contexto, se generó un mapa de ruido a partir de los flujos vehiculares (motorizados) de las vías y los cambios de velocidad, entre otras variables.

El comportamiento del Ozono, NO_2 y aerosoles (partículas menores a 2.5 micrones) desde el año 2017 a la fecha, y se complementaron a partir del procesamiento de imágenes satelitales Sentinel 5.

Con respecto a las variables de riesgo, se consideraron múltiples factores para un análisis integral y sistemático, consistente con la literatura de riesgo urbano.

FIGURA Nº 1.2-1: FACTORES ASOCIADOS AL RIESGO URBANO



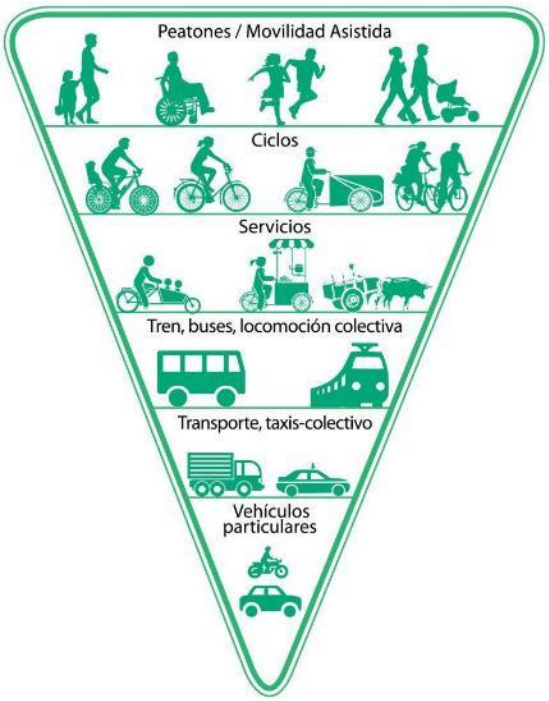
Fuente: Elaboración propia.

En la **Tarea 3, Definiciones de Borde y Toma de Datos de Medición**, corresponde la toma de datos de demanda y oferta de movilidad del año 2021 para comparar y actualizar la información obtenida en la

tarea anterior y además, servir de input para el diagnóstico de transporte y la calibración del modelo de transporte de la Etapa 3.

Del punto de vista de la movilidad, el enfoque tuvo como "paragua conceptual" en el análisis, la pirámide invertida que se maneja en la actualidad, que propone nuevas prioridades para los modos de transporte de nuestras ciudades, la cual se presenta en la figura siguiente. Este enfoque, es muy distinto a la mirada conceptual de los estudios de transporte tradicionales que predominaron en el país hasta hace muy poco, con un enfoque más en los vehículos y la capacidad e infraestructura de las vías, que la gestión y las facilidades de los modos no motorizados y de transporte público.

FIGURA Nº 1.2-2: PIRÁMIDE INVERTIDA DE LA MOVILIDAD



Fuente: Laboratorio de Cambio Social (extraído de https://www.cambiarnos.cl/, octubre 2021).

Se realizó un catastro físico y operativo de la red vial, del transporte de público urbano e interurbano, del transporte de carga y de la infraestructura de transporte complementaria. También se realizó un análisis de accidentabilidad de la comuna.

Se realizaron, mediante Cámaras de Videos en terreno y procesamiento posterior en gabinete, las siguientes mediciones:

- Flujos de Modos Motorizados y No Motorizados: Continuas (15 Puntos), Periódicas (30 Puntos)
- Flujos de Equipamientos (15 Edificaciones Tipo)
- Flujo de Ciclos (30 calles o Ciclovias)
- Flujo de Peatones (30 calles, en veredas)
- Rotación de Estacionamientos (5 puntos)
- Medición de Colas Vehiculares y Demoras (6 accesos semaforizados)
- Encuesta O-D de interceptación a vehículos livianos (20 arcos-sentido)

- Velocidad y Tiempos de Viaje (10 vías por modo)

La ubicación de los puntos, calles y arcos de la red a medir para cada tipo de medición fue distinta, dependiendo del fenómeno que se quiere captar. La periodización a realizar con las mediciones continuas será de 3 periodos de un día laboral, los cuales son distintos dependiendo del modo de viaje a estudiar.

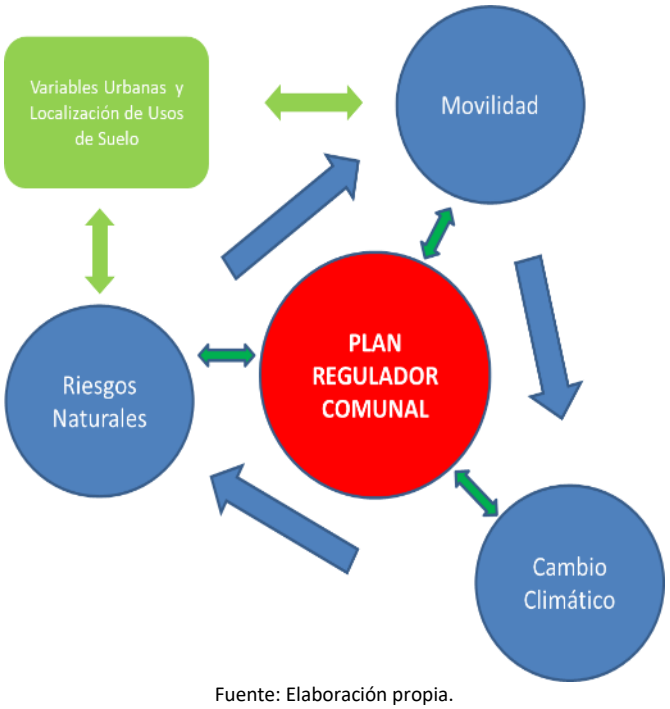
Para el análisis fue de especial interés los modos de transporte que han sido sub-estudiados en la comuna, en especial los peatones, bicicletas y motos, junto con el transporte de carga, entendiendo este último en su modalidad tradicional (camiones) y aquel basado en aplicaciones móviles (on-demand, de última milla) que usa para el transporte principalmente motocicletas y bicicletas.

Por último, para el análisis de la información se tuvo en cuenta que, si bien la comuna se encontraba en Fase 4 del Plan Paso a Paso, la situación de movilidad no estaba totalmente normalizada. Producto de la pandemia cambio el comportamiento de los viajeros, el que podría no ser permanente. Se consideró que la situación en la cual se realizaron las mediciones correspondía a un escenario de transición hacia la denominada "nueva normalidad". Frente a este escenario de incertidumbre, los datos recolectados en terreno fieron analizados cuidadosamente, entendiendo el alcance de estos.

Una vez levantada la información, en la **Tarea 4 Relación entre Variables,** se implementará un enfoque integrado entre las variables de movilidad, cambio climático y riesgo, fundamental para lograr los objetivos del estudio, de buscar una mirada sistémica que permita elaborar las modificaciones al PRC. Como parte de esta tarea analizarán los círculos viciosos o virtuosos según corresponda, con una mirada crítica e integral de los distintos elementos que componen la figura.

En base a los resultados y el análisis multidisciplinario realizado, se generará una base cartográfica **(Tarea 5**) y se entregará el correspondiente informe **(Tarea 6**). La etapa culmina con dichos entregables y una reunión de presentación de resultados.

FIGURA Nº 1.2-3: RELACIÓN ENTRE VARIABLES



Fuente: Elaboración propia.

Se generó un **SIG del estudio** sobre una base cartográfica común donde, mediante capas, se realizaron cruces de las variables definidas en las tareas anteriores. Esta información combina tanto la información disponible de los antecedentes comunales, como la generada en el estudio. La base de datos quedó desagregada en carpetas temáticas, para su fácil manipulación.

1.2.3 Etapa 3: Diagnóstico de la Situación Actual

En la Etapa 3 se desarrolló un análisis táctico de simulación de transporte mediante los modelos de tráfico SATURN y TRANSYT. El análisis táctico permitió identificar los principales puntos conflictivos de la red a nivel detallado, sus carencias de movilidad a nivel de modos motorizados y sus conflictos con los modos no motorizados. Para tales efectos, se usó una Red Saturn en formato Inner para Providencia, y una red buffer para representar las comunas aledañas.

La Etapa 3 comenzó con la **Tareas 7 a 10** donde se realizaron las Definiciones Básicas del Estudio Táctico; esto, involucró la definición de la red de modelación, los usuarios y modos y la zonificación. La zonificación no experimentó grandes cambios respecto a la considerada en la Etapa 2. Los años de corte fueron consistentes con un análisis táctico y fueron 5 y 10 años de la situación actual, se asumió 2021, para medir el efecto de los proyectos de gestión propuestos.

De acuerdo a esto, se hizo una nueva estimación de la demanda de viajes de transporte privado por periodo basada en las corridas ESTRAUS de la Etapa 2, utilizando el procedimiento de predicción de nuevos vectores origen-destino de transporte privado por año de corte y el método *Bipropocional* para distribuirlos.

Posteriormente, como parte de la **Tarea 11**, se calibró la Red Táctica Comunal, a través del modelo de asignación de tráfico SATURN, en formato Inner-Buffer, a partir de las redes en este formato disponibles de estudios existentes. Para esto, en primer lugar se ajustó física y operativamente la red a partir de los catastros a realizar en las variables de la Etapa 2. Posteriormente, se realizó el proceso estándar de calibración de modelos de asignación de usuarios de transporte privado a partir de SATURN, asignando una matriz inicial o a priori generada a partir de las EOD de terreno (en la eventualidad que puedan realizarse), las provenientes de ESTRAUS y las disponibles de los estudios vigentes, que representa la distribución de viajes de la situación actual. Posteriormente, se realizó un proceso de estimación de matrices basado en un modelo de maximización de la entropía (rutina SATME2 de SATURN), que permitió contar con una matriz estimada que replicó adecuadamente los conteos medidos y los niveles de servicio (velocidades) de la situación actual. Esto se realizó para cada uno de los periodos tácticos definidos.

En esta etapa también se realizó un análisis de la movilidad no motorizada, que buscó identificar los principales problemas para una movilidad sostenible en la comuna, en base al análisis de los modos de bicicleta y otros ciclos **(Tarea 12)** y caminata **(Tarea 13).** Para los ciclos, se construyeron indicadores cuantitativos de la calidad del servicio y la accesibilidad de la infraestructura existente; los indicadores anteriores permitieron establecer las rutas cicloviales más utilizadas, tengan o no infraestructura y los flujos por tramo de cada ciclovía

El diagnóstico se complementó con los antecedentes recopilados, las mediciones en terreno, el catastro de la comuna, las estadísticas de accidentes, y los indicadores que maneja el INE en base a la Política Nacional de Desarrollo Urbano (PNDU). La última actividad de esta etapa correspondió a la entrega del informe, junto con una reunión de presentación de resultados **(Tarea 14).**

1.2.4 Etapa 4: Situación Base y Escenarios Tendenciales

La primera tarea de la Etapa 4, **Tarea 15** Tendencias y Proyecciones de Datos, buscó proyectar las variables urbanas (demografía, economía, ocupación del territorio y regulación del uso de suelo, y densidad), de riesgo y cambio climático para los cortes temporales futuros, de tal forma de construir un escenario tendencial de la comuna. El análisis de estas proyecciones permitió estimar el grado de cambio del clima

que se espera, evidenciar cómo se comportarían las amenazas e impactos de estos cambios en los asentamientos humanos, estimar las proyecciones GEI en el contexto de la movilidad de Providencia.

El modelo de transporte que se usó para estudiar los flujos vehiculares se presenta en la **Tarea 16,** mientras que en las **Tareas 17 a 19** se generó un completo catastro de los proyectos futuros, para los cuales se estimó la demanda, para compararla con la oferta, en términos de vialidad y espacio público.

En las siguientes tareas, se trabajó en la interacción entre los modelos SATURN y TRANSYT para modelar la situación base. Para esto, en primer lugar se codificó una Situación Base (**Tarea 20**), que incluyó para cada red por año de corte y periodo táctico calibrado, los proyectos que se ubican en la comuna o que la impactan, sin estar necesariamente ubicados en ella, que estarán consolidados y operativos a esa fecha. Luego, se proyectaron las matrices de viajes origen destino por categoría de usuarios de transporte privado usando un modelo de distribución del tipo Biproporcional, donde la matriz a priori provendrá del año 2021 resultante de la calibración de la red SATURN (**Tarea 21**). Por último, se simuló la Situación Base, de tal manera estimar los flujos vehiculares asignados a cada arco de la red (**Tarea 22).**

Con estos antecedentes, se realizaron diversos diagnósticos comunales. En la Tarea 23 Diagnóstico de la Situación Base Vehículos Motorizados, se hizo un análisis crítico de la operación de la red vial al interior del área de estudio, identificando patrones de viajes y puntos críticos. La **Tarea 24 Diagnóstico de Infraestructura** estuvo dedicada al diagnóstico de la operación de la red vial, tales como falta de capacidad para los usuarios más vulnerables, seguridad vial, e ineficiencia en el diseño de intersecciones, ciclovías, y aceras. Se prestó especial cuidado a la movilidad de personas con discapacidad y/o con movilidad reducida, identificando la existencia de obstáculos o barreras ambientales, derivadas de la normativa y regulación e interactivas.

En la **Tarea 25, Diagnóstico de Transporte Privado**, se realizó un análisis de los flujos vehiculares en la red vial, lo cual incluyó en análisis de grados de saturación, velocidades, tasas de ocupación de vehículos, tiempos de viaje y estacionamientos. Se incluyó además un diagnóstico de la seguridad vial, con énfasis en el análisis de lugares con alto número de fatalidades a través de los años, así como lineamientos para potenciar la electromovilidad en la comuna.

La **Tarea 26 Diagnóstico de Transporte Público** desarrolló un análisis y diagnóstico del comportamiento de conectividad y movilidad de pasajeros de transporte público en la comuna. Dicho análisis se orientó a determinar, analizar y actualizar el comportamiento de los pasajeros de transporte público, la conectividad de los ejes principales de este modo y la proyección de la trama definida por la cobertura de las rutas de transporte público existentes. El análisis estuvo enfocado en tres modos relevantes: metro, bus y taxicolectivo, reconociendo las diferencias entre ellos en términos operacionales y de captura de demanda.

La Tarea 27 Diagnóstico de Transporte de Carga, tuvo como objetivo determinar medidas de mejora para el mismo. Se analizará en detalle las condiciones de operación de los vehículos de carga, caracterizando el sistema por tipo de vehículo y tipo de carga en el área de estudio, identificando los principales conflictos asociados a su circulación, eventuales reruteos y potencial para la electromovilidad. Una parte importante de este análisis fue identificar las limitantes y restricciones asociadas al transporte, lo que fue fundamental para la definición de propuestas para mejorar la operación del sistema de transporte.

La **Tarea 28. Diagnóstico Urbano-Ambiental** se centró en lograr una síntesis de las variables asociadas al espacio físico del espacio físico y cómo esas condiciones de proporción, amplitud, materialidad, etc.,

impactan en la calidad ambiental y confort de dichos espacios y cuán preparados están o no para afrontar escenarios más dramáticos de cambio climático y riesgo; por ejemplo alza drástica de temperaturas o episodios de gran pluviometría en corto tiempo que generan inundaciones de carácter explosivo en las urbes de todo el mundo ("cloud burst flooding").

En vista de los diagnósticos anteriores, en la **Tarea 29 Diagnóstico de Transporte** se realizó un resumen del sistema de transporte de la comuna, entendiendo que los problemas y/o conflictos del transporte de cada modo no son sucesos aislados, sino que desprenden de la operación del sistema de transporte en su totalidad. Luego, el análisis a realizar será de carácter integral, reconociendo la interacción de los usuarios del sistema de transporte de Providencia.

Para finalizar el análisis, considerando que para lograr sistemas de movilidad sostenibles es esencial para combatir el cambio climático y alcanzar el desarrollo urbano inclusivo, la **Tarea 30 Diagnóstico Integrado de Variables** tuvo como objetivo realizar un diagnóstico comunal que incorpore las variables bajo análisis: urbanas, movilidad, clima y riesgo. Como resultado se identificaron las variables que requieren mejoras, las variables críticas y las variables externas.

Luego, en vista de los diagnósticos específicos a cada modo de transporte, el diagnóstico urbano-territorial y el diagnóstico integrado, se identificaron los puntos críticos de la comuna y se propuso, para cada una, mejoras en infraestructura, gestión u otro ámbito (**Tarea 31),** con un enfoque de mejora integral de los "entornos de movilidad urbana" ya planteado en el enfoque metodológico. Todas las medidas propuestas estan diseñadas de tal manera que la Municipalidad de Providencia pueda directamente implementarlas, o bien coordinar con otras instituciones para su implementación.

También, para la definición de propuestas se buscó la concordancia de las medidas con el Plan de Movilidad de Providencia, de tal manera que las propuestas del Consultor puedan ser incorporadas directamente al Plan de Movilidad y Espacio Público comunal (PMEP). Luego, las propuestas se alinearon con el objetivo del PMEP y también con sus ejes estratégicos: inclusividad, seguridad, salud y sustentabilidad. La Etapa 4 terminó con el correspondiente informe de avance (**Tarea 32**).

1.2.5 Etapa 5: Proposición y Evaluación de Proyectos y Entrega Final

Como última etapa del estudio, y considerando las propuestas de solución a los puntos críticos identificados en la Tarea 31 y la correspondiente priorización propuesta, se seleccionaron los proyectos que fueron microsimulados (**Tarea 33**). Los proyectos a considerar se relacionaron con el mejoramiento y fomento del transporte público, mejoramiento y fomento del transporte no motorizado, mejoramiento dirigido a peatones y mejoramiento del transporte privado. Todas estas medidas son concordantes con las consideradas con el PMEP de Providencia y sus objetivos estratégicos.

Para las zonas críticas identificadas de la comuna, se realizó una microsimulación con modelos de transporte dinámicos de nivel micro. Para esto se utilizará el modelo AIMSUN Next 20, última versión del modelo AIMSUN que dispone licencia el consultor, que permitió representar en detalle la operación Vehículo Peatón. Considerando el diagnóstico visual de las microsimulaciones de AIMSUN, el análisis de indicadores estadísticos de salida y la identificación de puntos conflictivos y sus causas, se propondrán obras y medidas para ser incorporadas, o complementar, el PMEP de Providencia o el PRCP (**Tarea 34**). Las obras y medidas quedaron reflejadas en un plano comunal escala 1:2000

Luego, se analizó en base de escenarios contrastados, cómo la actual normativa del PRCP es o no armónica con las propuestas ya desplegadas. Ello guió el armado de indicaciones deseables de modificaciones normativas que factibilicen este plan de movilidad sustentable (**Tarea 35**).

El estudio culminó con la entrega del último informe de avance (**Tarea 36**), para posteriormente cerrar con el Informe Final del estudio, que es una compilación de los 5 informes de avance.

2 Etapa 2: Recopilación, Medición y Análisis de Antecedentes

2.1 Tarea 1. Revisión de Antecedentes Normativos y Urbanos

Como parte de esta tarea se revisan además de los antecedentes normativos y urbanos, otros antecedentes de estudios y fuentes existentes de las distintas áreas de análisis que componen este trabajo.

La recopilación y análisis de la normativa que tiene directa incidencia en el presente estudio tiene como objetivo enmarcar las eventuales propuestas dentro de las disposiciones vigentes y entregar, cuando las propuestas impliquen una modificación de lo actualmente vigente, la identificación de los organismos con competencia para implementarlas.

Para lograr este objetivo se ordenaron los antecedentes consultados en los siguientes puntos:

- Espacio público, definición y alcances
- Normativa general (normas de reciente aprobación que dicen relación con la Espacio Público y la Movilidad)
- Instrumentos específicos de planificación urbana.
- Otros Instrumentos de Gestión Municipal

Cabe señalar que se ha acudido en parte importante a los antecedentes normativos citados en el **Plan de Movilidad y Espacio Público** (PIMEP), formulado por la Municipalidad de Providencia, que entrega más antecedentes de los aquí resumidos.

2.1.1 Espacio Público, Definición y Alcances

La Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) en su Art. 1.1.2 contiene la siguiente definición: “Espacio Público”: Bien nacional de uso público, destinado a circulación y esparcimiento entre otros. En el Art. 2.1.30 incluye el espacio público como uno de los seis tipos de usos que deben ser reglamentados por los instrumentos de planificación correspondientes señalando que dicho uso “se refiere al sistema vial, a las plazas, parques y áreas verdes públicas, en su calidad de bienes nacionales de uso público”.

Para complementar esta definición es necesario, por lo tanto, remitirse a la definición y regulación de los Bienes Nacionales de Uso Público. El Código Civil Chileno, en su Libro Segundo, Título III, establece la normativa base aplicable a los Bienes Nacionales. Define los bienes nacionales, en el artículo 589, como “aquellos cuyo dominio pertenece a la nación toda. Si además su uso pertenece a todos los habitantes de la nación, como el de calles, plazas, puentes y caminos, el mar adyacente y sus playas, se llaman bienes nacionales de uso público o bienes públicos. Los bienes nacionales cuyo uso no pertenece generalmente a los habitantes, se llaman bienes del Estado o bienes fiscales”.

Cabe señalar que de acuerdo al artículo 3.4.5 por el solo hecho de emitirse por parte del Director de Obras Municipales el correspondiente certificado de recepción definitiva total o parcial de las obras de urbanización de un loteo, “quedarán incorporadas al dominio nacional de uso público las superficies cedidas gratuitamente, en conformidad a lo previsto en el artículo 135 de la Ley General de Urbanismo y

Construcciones, correspondientes a pasajes, calles, avenidas, áreas verdes y espacios públicos en general, contempladas como tales en el proyecto."

Los inmuebles nacionales de uso público están sometidos al control superior del Ministerio de Bienes Nacionales, a quien tiene el deber de velar por que los bienes nacionales de uso público se respeten y conserven para el fin a que estén destinados, e "impedirá que se ocupe todo o parte de ellos y que se realicen obras que hagan imposible o dificulten el uso común, en su caso"[8]. Sin perjuicio de lo anterior, según normativas de cada caso, otros órganos del Estado tienen competencias en la administración de ellos según su naturaleza y fines. Son relevantes en el marco del presente estudio los siguientes:

1. **Las Municipalidades**

   A las municipalidades les corresponde la administración de los bienes nacionales de uso público que se sitúan dentro de la comuna. En este sentido, la Ley Nº 18.695 Orgánica Constitucional de Municipalidades, establece en su artículo 5 letra c), que para el cumplimiento de sus funciones las municipalidades tendrán las siguientes atribuciones esenciales: administrar los bienes municipales y nacionales de uso público, incluido su subsuelo, existentes en la comuna, salvo que, en atención a su naturaleza o fines de conformidad a la ley, la administración de estos últimos corresponda a otros órganos de la Administración del Estado. En relación al régimen de bienes que administre la municipalidad, se establece que podrán ser objeto de concesiones y permisos.

2. **El Ministerio de Obras Públicas**

   Al Ministerio de Obras Públicas le corresponde asimismo administrar los bienes nacionales de uso público. El DFL 850 dispone, en su artículo 1º, que "el Ministerio de Obras Públicas es la Secretaría de Estado encargada del planeamiento, estudio, proyección, construcción, ampliación, reparación, conservación y explotación de las obras públicas fiscales, y el organismo coordinador de los planes de ejecución de las obras que realicen los Servicios que lo constituyen y de las demás entidades a que se refieren los artículos 2º y 3º de esta Ley".

   La Dirección General del Ministerio de Obras Públicas está formada por siete servicios, entre ellos, según lo dispuesto por el artículo 18 inciso VII, "a la Dirección de Vialidad le corresponde, dentro de otras cosas, la construcción, conservación, mejoramiento y reparación de los caminos públicos".

   De acuerdo a lo establecido en el artículo 24, "son caminos públicos las vías de comunicación terrestres destinadas al libre tránsito situadas fuera de los límites urbanos de una población y cuyas fajas son bienes nacionales de uso público. Se considerarán también, caminos públicos, para los efectos de esta ley, las calles o avenidas que unan caminos públicos, declaradas como tales por decreto supremo y las vías señaladas como caminos públicos en los planos oficiales de los terrenos transferidos por el Estado a particulares, incluidos los concedidos a indígenas". Para los efectos de esta ley, son puentes de uso público, las obras de arte construidas sobre ríos, esteros, quebradas y en pasos superiores, en los caminos públicos, o en las calles o avenidas que se encuentren dentro de los límites urbanos de una población.

   Al Ministerio de Obras Públicas, por medio de la Dirección de Vialidad, le corresponde la administración de todos los caminos públicos, inclusive los que se ubican dentro del perímetro urbano. Hay caminos públicos que tienen tramos interurbanos que, sin perjuicio de ubicarse al interior de la comuna, igualmente quedan bajo la administración del MOP. Sin perjuicio de lo anterior el DFL Nº 850 antes citado dispone, en el artículo 27, que "*la construcción de aceras y soleras de calles o avenidas, que sean declaradas caminos públicos y su conservación, estarán a cargo de los Gobierno Regionales o de la Municipalidad de Santiago, según sea el caso*".

[8] Art. 19 del DL 1939

3. El Servicio Regional de Vivienda y Urbanismo

El SERVIU también tiene injerencia sobre los bienes nacionales de uso público y tiene facultades para estudiar, proyectar, construir, inspeccionar, remover, conservar y administrar pavimentos de calzadas y aceras en las partes urbanas de las comunas, acogidas a la Ley Nº 8.946 sobre pavimentación urbana, que ese cuerpo reglamentario otorgaba a la ex-Corporación de Obras Urbanas, hoy corresponde a los Servicios de Vivienda y Urbanización, en virtud de lo dispuesto por las normas del DL Nº 1305, de 1975 y el DS. MINVU Nº 355, de 1976.

Asimismo, el DFL Nº 850 del Ministerio de Obras Públicas, dispone, en el artículo 27, que "la construcción de aceras y soleras de calles o avenidas, que sean declaradas caminos públicos y su conservación, estarán a cargo de los Servicios Regionales y Metropolitano de Vivienda y Urbanización o de la Municipalidad de Santiago".

La atribución que tienen los Servicios Regionales de Vivienda y Urbanismo sobre los bienes nacionales de uso público (calzadas y aceras construidas dentro del perímetro urbano), es principalmente de conservación e inspección.

4. Intendentes y Gobernadores

Finalmente, el Artículo 6ºde la LGUC señala: "A los Intendentes y Gobernadores corresponderá supervigilar que los bienes nacionales de uso público se conserven como tales, impedir su ocupación con otros fines y exigir su restitución, en su caso, conforme a sus facultades."

2.1.2 Normativa General

Los antecedentes recogidos referidos a normas de aplicación general se ordenaron en dos grupos: instrumentos indicativos, que orientan el ordenamiento del territorio a través de directrices y principios de desarrollo sin centrarse específicamente en una normativa, e instrumentos regulatorios, que inciden sobre el uso físico del territorio regulando los usos del suelo y las edificaciones a través de ordenanzas y de una zonificación del área urbana. Entre los primeros tiene relevancia la Política Nacional de Desarrollo Urbano y la Política Nacional de Seguridad de Tránsito CONASET.

2.1.2.1 Política Nacional de Desarrollo Urbano (PNDU)

La Política Nacional de Desarrollo Urbano promulgada en 2014, ha definido como objetivo principal "generar condiciones para una mejor Calidad de Vida de las Personas, entendida no solo respecto de la disponibilidad de bienes o condiciones objetivas sino también en términos subjetivos, asociados a la dimensión humana y relaciones entre las personas. Para ello se basa en el concepto de Desarrollo Sustentable, entendiendo desarrollo como el aumento de las posibilidades de las personas y comunidades para llevar adelante sus proyectos de vida en distintos ámbitos, y sustentable, en términos que la satisfacción de las necesidades actuales de las personas se realice sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas.[9]

Entre los objetivos directamente asociados al presente estudio se pueden señalar los siguientes:[10]

- Establecer condiciones de conectividad e interrelación con el entorno urbano para todo proyecto, especialmente para aquellos que ocupan grandes extensiones de suelo al interior de la ciudad.

[9] PNDU pag.16

[10] Objetivos 1.7.1. al 1.7.6.

- Generar programas y proyectos que permitan la interconexión de espacios públicos, incluidos los parques y áreas verdes, generando paseos y circuitos, tanto a escala de barrio como a escala de la ciudad.
- Integrar los instrumentos de planificación intercomunal con los planes de inversión urbano-habitacional y los de vialidad y transporte, asegurando la continuidad de la vialidad y la conectividad urbana.
- Incorporar en los instrumentos de planificación urbana normas sobre condiciones de diseño urbano relacionadas con acceso, integración espacial y control visual, que contribuyan a la seguridad de las personas en los espacios públicos.
- Propiciar la incorporación efectiva de los requisitos de accesibilidad universal en el diseño de las ciudades, sus espacios públicos, medios de transporte y edificaciones.
- Actualizar y reforzar las normas sobre acceso universal aplicables tanto a las urbanizaciones como a las edificaciones, incluyendo mecanismos graduales para la adaptación de la infraestructura pública existente.

2.1.2.2 Política Nacional de Seguridad de Tránsito (CONASET)

La nueva Política Nacional de Seguridad de Tránsito enmarca las iniciativas de seguridad de tránsito en cinco pilares de acción relacionados con la gestión de la seguridad de tránsito, vías de tránsito más seguras, vehículos más seguros, usuarios más seguros y respuesta tras los siniestros de tránsito. También se alinea con el enfoque de Visión Cero, el cual ha sido promovido, especialmente, por países líderes en seguridad de tránsito y que establece como imperativo ético que las muertes y lesiones graves en el tránsito son inaceptables y que, por lo tanto, el sistema de tránsito debe diseñarse y utilizarse de manera tal que nadie pierda la vida o quede gravemente herido como resultado de un siniestro de tránsito.

2.1.2.3 Ley de Tránsito N° 18.290

Esta ley regula el uso de todas las vías de transporte, según lo establecido en su artículo 1°: "A la presente ley quedarán sujetas todas las personas que, como peatones, pasajeros o conductores de cualquiera clase de vehículos, usen o transiten por los caminos, calles y demás vías públicas, rurales o urbanas, caminos vecinales o particulares destinados al uso público, de todo el territorio de la República. Asimismo, se aplicarán estas normas, en lo que fueren compatibles, en aparcamientos y edificios de estacionamiento y demás lugares de acceso público."

En este contexto, la reducción de la velocidad, las zonas de tráfico calmado y la circulación obligatoria de ciclos por calzadas o ciclovías, hacen perentorio implementar nuevas formas de compartir el espacio público y con ello innovar en diseño urbano orientado a las personas.

2.1.2.4 Ley General de Urbanismo y Construcciones (LGUC) y su Ordenanza (OGUC)

La Ley General de Urbanismo y Construcciones (LGUC) publicada el año 1976 [11]"contiene los principios, atribuciones, potestades, facultades, responsabilidades, derechos, sanciones y demás normas que rigen a los organismos, funcionarios, profesionales y particulares, en las acciones de planificación urbana, urbanización y construcción" (artículo 2° LGUC). De las numerosas modificaciones que ha sufrido desde esa fecha tienen directa injerencia en las materias del presente estudio las modificaciones derivadas de la Ley 20.422, de Accesibilidad Universal y la Ley 20.958 de Aportes al Espacio Público

[11] D.O de 13 de abril de 1976

El Decreto Supremo N° 50 del MINVU, publicado el 4 de marzo de 2016 modifica la OGUC, incorporando criterios de accesibilidad y diseño universal, dando cumplimiento a lo indicado en la Ley 20.422, que establece normas de igualdad de oportunidades e inclusión social de personas con discapacidad, que entró en vigencia el 10 de febrero de 2010. Las normas de accesibilidad universal establecen las condiciones necesarias que tienen que cumplir los espacios de uso público para ser accesibles para todas las personas en condiciones de seguridad y comodidad, de la forma más autónoma y natural posible. Esta normativa regula el acondicionamiento de los espacios y edificios públicos para el uso y goce de todas las personas, en especial de las más vulnerables y con movilidad reducida. En esta modificación a la OGUC se incorpora el concepto de "ruta accesible", definida como "parte de una vereda o de una circulación peatonal, de ancho continuo, apta para cualquier persona, con pavimento estable, sin elementos sueltos, de superficie homogénea, antideslizante enseco y en mojado, libre de obstáculos, gradas o cualquier barrera que dificulte el desplazamiento ypercepción de su recorrido", estableciendo veredas de 1,20 m de ancho y 2,10 m de alto como mínimo, entre otras indicaciones específicas de diseño.

Otra modificación relevante fue introducida por la Ley N° 20.958 que propone rescatar el principio original de la legislación urbanística chilena, en cuanto a que todos los proyectos de construcción en los que van a habitar personas colaboren en la conformación de ciudades equilibradas, en las cuales no solo los recintos privados sean los adecuados, sino también los espacios públicos, los lugares donde transcurre gran parte de la vida de las personas.

Se publicó en el Diario Oficial el 15 de noviembre de 2016, mientras que sus reglamentos asociados, los decretos supremos N° 14 del Minvu y N° 30 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, el 22 de febrero de 2018 y el 17 de mayo de 2019, respectivamente.

A través de esta ley, se incorpora en la Ley LGUC un título denominado "De las Mitigaciones y Aportes al Espacio Público", en los que se establecen las obligaciones que nacen a propósito del impacto que genera el desarrollo de proyectos inmobiliarios en la ciudad, es decir, realizar mitigaciones directas y/o aportes al espacio público.

Lo referido a las mitigaciones directas, es decir, la puesta en marcha del Sistema de Evaluación de Impacto en la Movilidad (SEIM), a cargo del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, así como de la exigencia de los Informes de Mitigación de Impacto Vial (IMIV), en reemplazo de los Estudios de Impacto sobre el Sistema de Transporte Urbano (EISTU), comenzó en noviembre de 2021.

En la actualidad, los proyectos públicos y privados se hacen cargo de su impacto a través de los EISTU, sistema que estará vigente hasta el 17 de noviembre de 2021, cuando sean exigibles los IMIV. La obligación legal que se inició este 18 de noviembre de 2021, son los aportes al espacio público que podrán realizar los proyectos públicos y privados a los municipios.

El Capítulo 8, art. 2.8.1. de la OGUC se refiere en específico a la elaboración del Plan Comunal de Inversiones en Infraestructura de Movilidad y Espacio Público, estableciendo que éste debe contener: a) Una cartera priorizada de proyectos, obras y medidas, referidas a "áreas verdes, aceras y circulaciones peatonales, pasos para peatones, calzadas, ciclovías, luminarias y alumbrado público, soterramiento de redes, paraderos de buses, señalética, áreas de juegos infantiles, baños públicos, mobiliario urbano tales como bancos o escaños, basureros o contenedores de basura, estacionamientos de bicicletas, kioscos, pérgolas, entre otros." y b) Un plano que grafique la ubicación de los proyectos, obras y medidas incorporados en la cartera.

Al respecto, la DDU 448 específica que se entenderán como obras de inversión en movilidad las siguientes: aceras y circulaciones peatonales, pasos para peatones, calzadas, ciclovías, paraderos de buses, estacionamientos de bicicletas, entre otros. Dentro de las obras de espacio público se especifican: áreas verdes, luminarias y alumbrado público, soterramiento de redes, prevención y mitigación de riesgos de desastres, señalética, áreas de juegos infantiles, baños públicos, mobiliario urbano tales como bancos o escaños, basureros o contenedores de basura, quioscos, pérgolas, entre otros.

2.1.3 Instrumentos Específicos de Planificación Urbana

De acuerdo a la Ley General de Urbanismo y Construcciones la planificación urbana se ejecuta mediante los Planes Reguladores Intercomunales o Metropolitanos, y los Planes Reguladores Comunales. Una síntesis de los que norman el territorio de la comuna de Providencia es la siguiente:

2.1.3.1 Plan Regulador Comunal de Providencia (PRCP)

El Plan Regulador Comunal de Providencia (PRCP) aprobado en el año 2007, cuenta con cinco modificaciones parciales realizadas entre los años 2014 y 2019, y tiene por objetivo realizar la planificación urbana comunal de acuerdo a lo establecido en el artículo 41° de la LGUC, que establece su ámbito de acción al "uso del suelo o zonificación, localización del equipamiento comunitario, estacionamiento, jerarquización de la estructura vial, fijación de límites urbanos, densidades y determinación de prioridades en la urbanización de terrenos para la expansión de la ciudad, en función de la factibilidad de ampliar o dotar de redes sanitarias y energéticas, y demás aspectos urbanísticos".

Con la promulgación del Decreto Supremo N° 14 del 18 de abril de 2019, publicado el 30 de septiembre de 2019, que modifica la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC), conforme a la Ley N° 21.078, sobre Transparencia del Mercado del Suelo e Impuesto al Aumento por Ampliación del Límite Urbano y la Ley N° 20.958, que Establece un Sistema de Aportes a Espacio Público, se añaden a las materias que regula el PRC disposiciones en cuanto a "las características referidas a los espacios públicos del territorio del plan, entre otras, las referidas a: arborización, vegetación, iluminación externa, aceras y bandejones, los cuales, si fuere necesario, podrán ser fijados con exactitud a través de planos de detalle" (Aspecto vinculado al artículo 28 ter de la LGUC y al 2.1.10 bis de la OGUC).

Esta modificación, junto con las indicaciones que establece la Circular DDU N° 440 del 7 de agosto de 2020, abre un nuevo campo de acción para el Plan Regulador, en el sentido de que se le otorgan facultades para establecer condiciones específicas para el espacio público, ya sea en términos generales para todo el territorio comunal o para un sector específico, a través de planos de detalle. En ese sentido, se presenta la oportunidad de indicar y detallar las intervenciones a realizar en el espacio público, incorporando las características establecidas por el Plan de Movilidad y Espacio Público.

Por otro lado, se permite incluir incentivos normativos "condicionados al desarrollo de espacios públicos o al mejoramiento de los ya existentes, a la materialización, reparación o mejoramiento de equipamientos públicos, a la instalación o incorporación de obras de arte en el espacio público o al cumplimiento de otras condiciones que induzcan o colaboren en el mejoramiento de los niveles de integración social y sustentabilidad urbana" (Artículo 184° de la LGUC, modificación introducida mediante la Ley 20.958 de Aportes al Espacio Público). Este nuevo aspecto representa una oportunidad para incorporar en el PRCP consideraciones medioambientales tendientes a mejorar la calidad de vida de las personas y a introducir la adaptación al cambio climático de los nuevos proyectos.

2.1.3.2 Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS)

El área metropolitana de Santiago, está regulada por un instrumento intercomunal desde el año 1960, en que se aprueba el Plan Regulador Intercomunal de Santiago. Este instrumento es reemplazado el año 1994 al aprobarse el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS), que incorporó el territorio de las Provincias de Santiago y Cordillera y las comunas de San Bernardo y Calera de Tango. Este Plan Regulador, originalmente pensado para dar solución y ordenar el crecimiento urbano de la ciudad por los próximos 30 años, consideraba en su zonificación, entre otros aspectos, áreas de extensión urbana, zonas industriales, identificación de subcentros, red vial estructurante, y parques metropolitanos.

El PRMS ha sufrido a partir de la fecha de su aprobación numerosas modificaciones, siendo las más relevantes las siguientes:

Las modificaciones del año 1997 que amplían significativamente el área normada, integrando a las comunas de Colina, Lampa y Tiltil.

- Las modificaciones del año 2006 que incorporan las restantes comunas de la Región Metropolitana, llevando de este modo a que todo el territorio regional estuviera regulado por el instrumento.
- La modificación al PRMS de 1994, conocida como PRMS-100 aprobada tras un prolongado período de elaboración y tramitación el año 2013, que considera la incorporación de nuevo suelo urbano en las comunas de Quilicura, Renca, Pudahuel, Cerro Navia, Maipú, San Bernardo, La Pintana y Puente Alto, las que de acuerdo al diagnóstico realizado eran las que presentaban una mayor escasez relativa según la demanda estimada en ese momento

2.1.3.3 Vialidad Intercomunal

La vialidad incluida en la Ordenanza del PRMS, tiene relevancia para el presente estudio tanto por la declaratoria de utilidad pública asociada a sus definiciones, como porque éstas deben ser incorporadas a los Planes Reguladores Comunales.

Esta declaratoria de utilidad pública, que se origina en lo dispuesto en el Artículo 59 de la Ley General de Urbanismo y Construcciones, ha sufrido como es sabido, en las últimas décadas reformulaciones importantes. La Ley 19.993 del año 2004 y la Ley 20.331 establecieron plazos de caducidad para estas declaratorias en las áreas urbanas y su caducidad inmediata en áreas rurales. Sin embargo después de casi once años de vigencia, la Ley Nº 20.791, de 2014 suprime definitivamente la figura de la caducidad de las declaratorias de utilidad pública y las declaraciones contenidas en los planes reguladores se mantienen vigentes de forma indefinida. Sin embargo, esto genera un problema respecto de aquellas declaraciones que a la entrada en vigencia de la Ley Nº 20.791 ya habían caducado y, por lo tanto, había nacido el derecho de los propietarios para exigir la asignación de normas similares a la zona predominante de las adyacentes al terreno.

2.1.4 Otros Instrumentos de Gestión Municipal

2.1.4.1 Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO)

El Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO) 2013-2021 establece cinco lineamientos de desarrollo, con sus respectivos objetivos:

- Desarrollo de comunidad. Fomentar el encuentro entre las vecinas y los vecinos en el espacio público, su convivencia y asociatividad.

- Inclusión social. Construir una comuna más inclusiva e integradora, generando un sistema de protección social basado en el enfoque de derechos.
- Barrios acogedores y con identidad. Proteger y potenciar la identidad y la calidad de vida de los barrios de la comuna.
- Comuna sustentable. Avanzar hacia la generación de territorios ambientalmente sustentables.
- Polo de desarrollo e innovación. Posicionar a la comuna como líder en el desarrollo de actividades de innovación, culturales y turísticas.

Dentro del lineamiento "Barrios acogedores y con identidad" se establecen cinco objetivos específicos, entre los cuales se destacan los siguientes, por su relevancia para el presente Plan: construir aceras y calles más amables, limpias y seguras para los peatones; promover una planificación territorial acorde a las demandas y problemas locales; proteger y poner en valor el patrimonio de la comuna.

En el marco del lineamiento "Comuna sustentable", se desarrollan cuatro objetivos específicos: impulsar la movilidad sustentable; fomentar la reducción, reutilización y reciclaje de residuos; contribuir al uso eficiente de la energía en la comuna y reducir el impacto ambiental de las actividades municipales; promover la biodiversidad en la comuna; promover la educación ambientalde los vecinos y vecinas.

El PLADECO está en proceso de actualización, y para ello se rescata la visión estratégica actual del municipio: "Providencia será una comuna verde, vibrante y dinámica, y un lugar donde la gente prefiera vivir, trabajar, aprender, invertir y visitar".

2.1.4.2 Plan de Inversión y Gestión de Infraestructura en el Espacio Público (PIEP)

La ley 20.958 o Ley de Aportes al Espacio Público en su artículo 176 establece la necesidad de elaborar un Plan comunal deinversiones en infraestructura de movilidad y espacio público, el que debe identificar y proponer una cartera de proyectos,obras y medidas debidamente priorizadas. La propuesta metodológica para la elaboración de dicho Plan consiste en la elaboración de dos sub planes, el Plan de movilidad y espacios públicos y el Plan de inversión y gestión de infraestructura en el espacio público.

El primero de ellos, elaborado por la Municipalidad de Providencia, sobre la base de un diagnóstico comunal y la imagen objetivo del Plan Regulador Comunal, propone los siguientes planes que materializan la visión estratégica integrada del espacio público comunal:[12]

- Plan de movilidad sustentable

  Objetivo específico: Diseñar e implementar un espacio público que garantice la accesibilidad, desplazamiento y autonomía para todos y todas, especialmente enfocado en las personas más vulnerables como las niñas y niños. Mujeres, personas en situación de discapacidad y adultos mayores.

- Plan de espacio público sustentable

  Objetivo específico: Diseñar e implementar un espacio público que garantice la seguridad durante el día y la noche así como promover la convivencia vial y mejorar la seguridad para todos los modos

- Plan de infraestructura de redes y servicios

[12] PIEP 2021, pág 92.

Objetivo específico: Garantizar un espacio público con buenos estándares medioambientales y de bioseguridad, con baja contaminación acústica y baja emisión de contaminantes, que incentive la caminata los modos de movilidad activos y el deporte al aire libre para una buena salud física y mental

Sobre esta base y luego de un proceso de consultas públicas el PIEP 2021 de Providencia define una cartera de Proyectos Priorizada para lo cual se identificaron los proyectos de la SECPLA sin financiamiento 2020 - 2021 y que responden a los lineamientos fijados en el Plan de Movilidad y Espacios Públicos, clasificando los proyectos identificados según los lineamientos y sub-lineamientos del Plan.

Esta cartera de proyectos considera 38 proyectos localizados en bienes nacionales de uso público de los cuales 33 son de movilidad y 5 de espacio público.

2.1.4.3 Plan Local de Cambio Climático

Aprobado en 2015 como parte de La Red de Municipios ante el Cambio Climático, impulsada por la ONG Adapt-Chile, como una instancia de cooperación, capacitación e intercambio de experiencias entre municipalidades de Chile. Su objetivo principal es lograr la integración de la adaptación y mitigación al cambio climático en la gestión local.

El municipio de Providencia en el documento reconoce la contribución humana al cambio climático actual y la necesidad de definir objetivos y medidas de carácter estratégico. El documento posee dos apartados, uno de antecedentes y otro de compromisos de planificación estratégica.

Se basa en el PLADECO 2013-2021 mediante el lineamiento de comuna sustentable, el que destaca cinco puntos:

1. Impulsar una movilidad sustentable;
2. Avanzar en la gestión sustentable de residuos;
3. Adoptar medidas de eficiencia energética e implementar energías renovables;
4. Conservar y visibilizar la biodiversidad de la comuna; y
5. Promover la educación ambiental en la comuna (formal e informal).

Es un instrumento de carácter indicativo que define acciones para los puntos antes nombrados, es decir, gestión de residuos, educación ambiental, movilidad sostenible, biodiversidad y gestión de áreas verdes, eficiencia energética e hídrica y agricultura urbana. La mayoría de acciones estaba en ejecución y otras en planificación, entre ellas la estratégica energética e hídrica.

Cada una de ellas responde a alguno de los seis objetivos de la Red de Municipios ante el cambio climático.

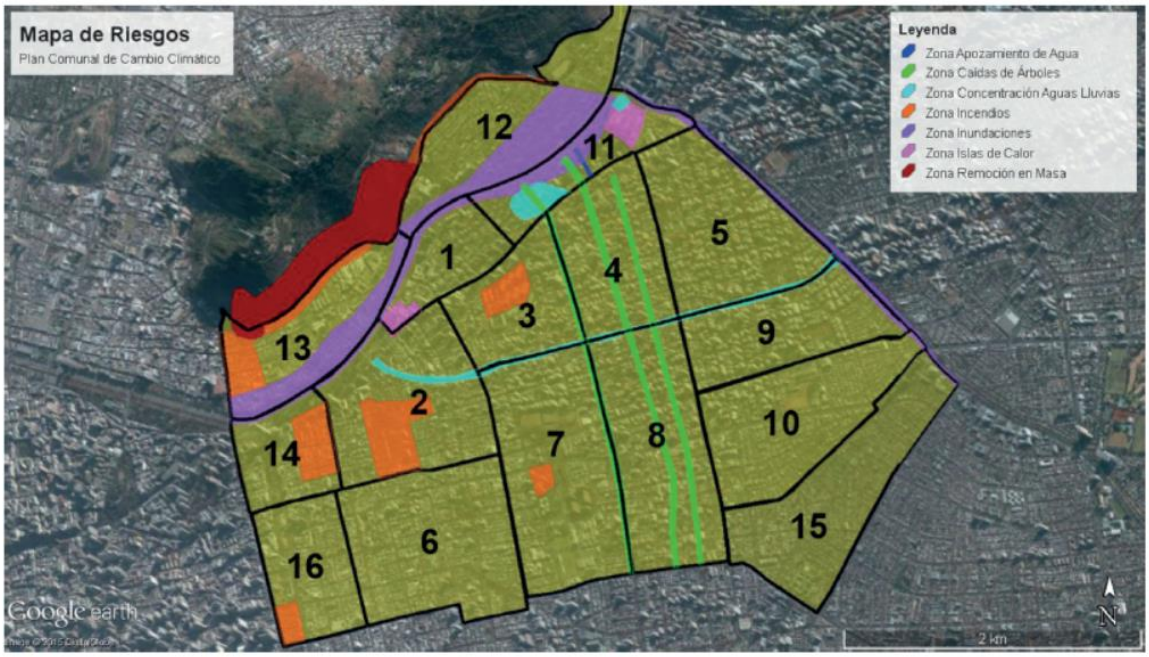
CUADRO Nº2.1-1: OBJETIVOS DE LA RED DE MUNICIPIOS ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

Objetivo	Descripción
Eficiencia y Seguridad Hídrica	Este objetivo responde a la situación actual del recurso hídrico. Apunta a realizar acciones que permitan cualquier mejoramiento permanente del uso eficiente del agua, entendiendo este recurso como un factor de desarrollo económico, social y ambiental, garantizando su sustentabilidad.
Reducción de Gases de Efecto invernadero: Transporte, Energía y Residuos	Aborda la mitigación de GEI a través de la gestión de residuos, fomento de sumideros de CO2, la eficiencia energética y desarrollo de políticas en materia de transporte
Gestión de riesgos, amenazas y capacidad de respuesta	Tiene como propósito la reducción de la vulnerabilidad frente al cambio climático, mejorando y robusteciendo las capacidades municipales de respuesta a emergencias relacionadas con eventos climáticos extremos, desarrollando estrategias para enfrentar y adaptarse a los cambios del clima y asegurando la participación ciudadana en estas actividades.
Salud	Objetivo orientado a aumentar la resiliencia a escala de barrio, comuna, ciudad, provincia y región, para mejorar la salud de la población ante el cambio climático.
Biodiversidad, servicios ambientales y áreas verdes	Con este objetivo se pretende reconciliar el valor natural en la planificación territorial, entendiendo que la naturaleza brinda importantes beneficios ambientales que contribuyen al bienestar humano, como la regulación del clima, almacenamiento de agua, control de eventos extremos, protección del suelo, entre otros.
Infraestructura	Apunta a aumentar la resiliencia de la ciudad ante los impactos de eventos extremos climáticos, a través de la regulación y generación de estándares de construcción.

Fuente: Plan Local de Cambio climático 2015. Comuna de Providencia.

Los principales riesgos que contempla el plan de local son caídas de árboles, zonas de incendios, remoción en masa, zonas de inundación e isla de calor. Es importante señalar que el plan contempla la isla de calor como un efecto no relacionado con el cambio climático, sin embargo, está altamente relacionado y muy generalizado en la comuna.

FIGURA Nº 2.1-1: MAPA DE RIESGOS



Fuente: Plan Local de Cambio climático 2015. Comuna de Providencia.

Si bien el documento es muy completo en término de medidas e indicadores, el seguimiento y monitoreo (de carácter anual) no está en un documento consolidado de carácter anual y de modo público.

2.1.4.4 Estrategia Energética Local (EE)

Como parte del Plan Local de Cambio Climático en 2016 aparece la Estrategia Energética Local 2016-2030. En dicho documento aparecen los cambios en la matriz energética que abastece a la comuna y las emisiones de CO2 por sectores (residencial, municipal y de actividades). La estrategia define 4 ejes:

1. Energía limpia: Movilidad sustentable y generación con recursos locales
2. Gestión y cultura energética: Planificación y eficiencia energética (sensibilización)
3. Ciudadanía y pobreza energética
4. Educación e innovación

La Estrategia define 55 acciones, las que clasifica en horizonte actual, corto y mediano plazo, donde el rol municipal y ciudadano es predominante.

Los anexos de la estrategia muestran datos relevantes, entre los que destaca emisiones de CO2 a escala comunal y según consumo eléctrico y de gas. Además, proyecta al 2030 un incremento en el consumo. Es por ello que los escenarios tecnológicos (electro movilidad) y generación solar serán claves para reducir las emisiones de CO2 en el futuro. Además, es destacable que la estrategia local (EE) fue más ambiciosa que la estrategia nacional (ERNC), lo cual queda de manifiesto en el siguiente cuadro.

CUADRO Nº2.1-2: METAS ERNC Y EE

Sector	Meta ERNC	Meta EE
Municipal	10%	45%
Privado	15%	30%
Residencial	20%	30%

Estrategia Energética Local (EE)

2.1.4.5 Estrategia Hídrica Local 2020-2030

La Estrategia Hídrica Local 2020-2030 es parte del Plan Local de Cambio Climático, y es *"una herramienta de gestión municipal que nace como una iniciativa de diagnóstico, planificación y reflexión cultural en torno al agua. Tomando en consideración la realidad chilena, contexto de escasez y los efectos derivados del cambio climático".* En su diagnóstico estima que el 56% de consumo de la Municipalidad en agua se destina para riego, y un 20% para las dependencias municipales.

Define lineamientos y metas para reducir la huella hídrica mediante acciones concretas que se han comenzado a implementar, donde destaca el cambio de especies en las plazas y parques, planes de arborización, ejecución de catastro de árboles y sensibilización de la población. Es muy relevante y es destacable la inversión y velocidad de implementación. Sin lugar a dudas esta estrategia es un pilar de las acciones contra el cambio climático, pues el contexto regional registra una mega-sequía que se espera sea el clima de finales del siglo XXI.

2.2 Tarea 2. Definición de Variables de Análisis

Siguiendo el enfoque integrado de movilidad, cambio climático y riesgo, en esta sección se presenta información cuantitativa y cualitativa de la comuna.

2.2.1 Tarea 2.1 Variables Urbanas

2.2.1.1 Demografía

2.2.1.1.1 Caracterización General

La fuente principal de las variables demográficas son los censos que realiza el INE. Una síntesis de estos antecedentes ya ha sido incorporada en el Plan de Movilidad y Espacios Públicos que resume los principales indicadores de la manera siguiente:

El Censo 2017 del Instituto Nacional de Estadística (INE) registró en la comuna de Providencia 147.826 personas, 46,2% eran hombres y 53,7% mujeres. El total de viviendas era de 70.965. Comparativamente con información de censos anteriores la población ha ido aumentando sistemáticamente en cada período censado. El INE estima que al año 2020 viven en Providencia casi 158.000 personas, y que en el año 2030 serán más de 170.000.[13]

CUADRO Nº2.2-1: PROYECCIÓN INE DE POBLACIÓN EN COMUNA DE PROVIDENCIA

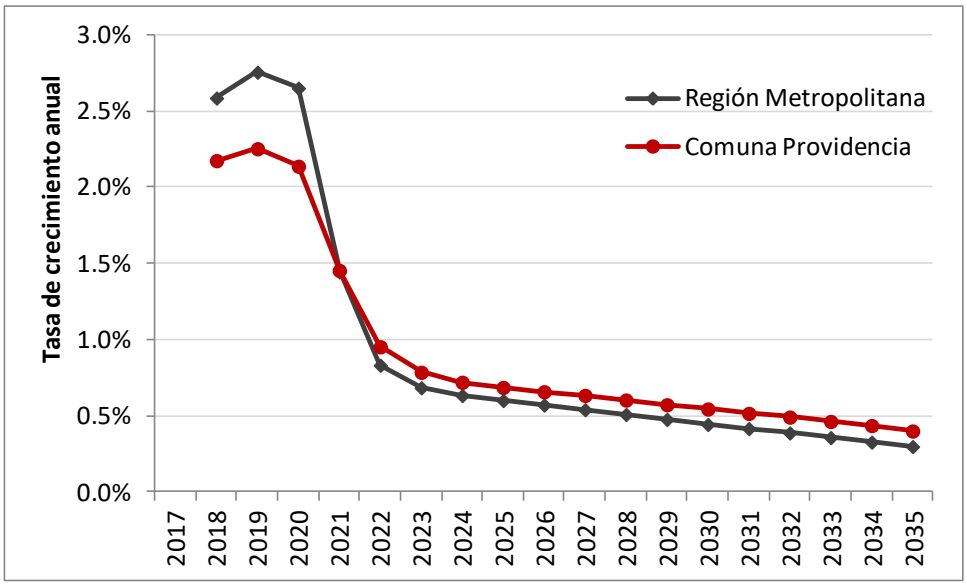
Año	Población	Tasa crecimiento anual
2017	147.826	-
2018	151.042	2,2%
2019	154.446	2,3%
2020	157.749	2,1%
2021	160.043	1,5%
2022	161.568	1,0%
2023	162.837	0,8%
2024	164.009	0,7%
2025	165.134	0,7%
2026	166.220	0,7%
2027	167.273	0,6%
2028	168.282	0,6%
2029	169.245	0,6%
2030	170.166	0,5%
2031	171.043	0,5%
2032	171.883	0,5%
2033	172.678	0,5%
2034	173.430	0,4%
2035	174.123	0,4%

Fuente: Proyecciones de población INE, base 2017.

Con respecto a la región metropolitana, en el siguiente gráfico y figura se observa que el crecimiento de Providencia es menor en el periodo 2017 - 2020, pero esto se invierte a partir del año 2022. En el largo plazo, periodo 2020 - 2035, se estima que la tasa de crecimiento poblacional de la comuna será un 0,7% anual, que es levemente mayor que el 0,6% estimado para la Región Metropolitana.

[13] La metodología de proyección se encuentra en el documento "Estimaciones y Proyecciones de la Población de Chile 2002-2035 a Nivel Comunal (INE, Noviembre 2019)".

FIGURA Nº 2.2-1: COMPARACIÓN TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL COMUNA DE PROVIDENCIA Y REGIÓN METROPOLITANA



Fuente: Elaboración propia en base a Proyecciones de población INE, base 2017.

CUADRO Nº2.2-2: COMPARACIÓN TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL COMUNA DE PROVIDENCIA Y REGIÓN METROPOLITANA

Periodo	Providencia	Región Metropolitana
2017 - 2020	2,19%	2,66%
2020 - 2025	0,92%	0,84%
2025 - 2030	0,60%	0,51%
2030 - 2035	0,46%	0,36%
2020 - 2035	**0,66%**	**0,57%**

Fuente: Elaboración propia en base a Proyecciones de población INE, base 2017.

La mayor parte de la población está en el rango entre 18 y 64 años (69,7%) y que el promedio de años de escolaridad es de más de 15 años. Del total de habitantes, un 5% corresponde a pueblos originarios donde la mayoría es mapuche (71%), y un 12% corresponde a inmigrantes donde la mayoría es de origen venezolano (12,9%), argentino (10,6%) y peruano (10,5%).

CUADRO Nº2.2-3: COMPARACIÓN DISTRIBUCIÓN ETARIA COMUNA DE PROVIDENCIA Y REGIÓN METROPOLITANA

Edad	Providencia	Región Metropolitana
0 a 9 años	8,8%	12,5%
10 a 18 años	6,0%	10,9%
19 a 29 años	18,2%	18,5%
30 a 39 años	24,3%	17,0%
40 a 49 años	13,4%	13,5%
50 a 64 años	13,8%	16,4%
Más de 65 años	15,6%	11,1%
Total	**100,0%**	**100,0%**

Fuente: Elaboración propia en base a Proyecciones de población INE, base 2017.

Desde el punto de vista de los hogares, éstos son 61.987, de los cuales el 48% cuenta con una mujer como jefa de hogar. En cuanto a la composición de hogares, es interesante señalar que un 35,6% de ellos son unipersonales, y 45,6% de los hogares son nucleares (grupo formado por los padres y sus hijos) y 18,8% corresponden a parejas sin hijos. Así, en Providencia hay un promedio de 2,2 personas por hogar.

Para los efectos de la modelación del transporte, además de la sistematización de los datos censales, es importante caracterizar los hogares de acuerdo a estratos de ingreso, que es uno de los principales aspectos que inciden en las tasas de motorización y elección de modos de transporte. Adicionalmente, se estimará la población flotante en la comuna por medio de información actualizada de las encuestas OD, y de la información actualizada de ESTRAUS.

2.2.1.2 Análisis Territorializado

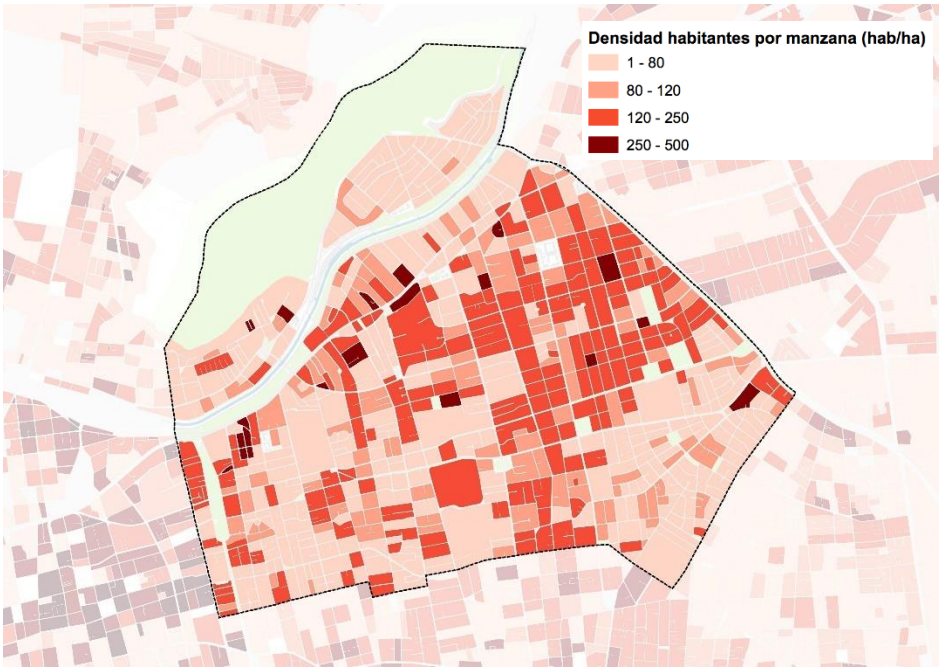
A continuación se presentarán los análisis territorializados de las variables demográficas más relevantes. Cada una de ellas se mostrará en un plano temático, cuyo objeto es descriptivo (acorde a los alcances de esta etapa) respecto de los cuales se incorporará un breve texto explicativo de los mismos.

Las variables demográficas a representar son las siguientes:

- Densidad habitacional nivel manzana
- Densidad de hogares por manzana
- Densidad de viviendas por manzana
- Composición de género
- Composición etárea
- Estrato socioeconómico

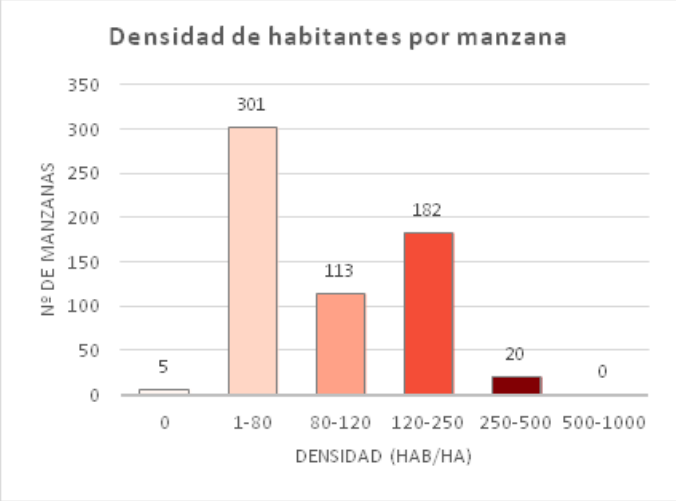
En términos de **densidad habitacional**, se observa que Providencia es una comuna en donde predomina el rango de entre 50 a 80 hab/ha (en la leyenda se indica como entre 1 y 80 hab/ha), y la máxima densidad alcanza el rango de 250 a 500 hab/ha. Se reconocen los cuadrantes Diego de Almagro-Plaza Uruguay, Pedro de Valdivia Norte y Bellavista como los más homogéneos en términos de densidad con hasta 80 hab/ha, y el sector oriente de la comuna entre Providencia y Pocuro en donde predomina los 120 a 250 hab/ha. El resto es relativamente heterogéneo en términos de densidad.

FIGURA Nº 2.2-2: DENSIDAD HABITANTES POR MANZANA EN COMUNA DE PROVIDENCIA (HAB/HA)



Fuente: Elaboración propia en base a datos Censo 2017

FIGURA Nº 2.2-3: DISTRIBUCIÓN DE DENSIDAD HABITANTES POR MANZANA EN COMUNA DE PROVIDENCIA (HAB/HA)



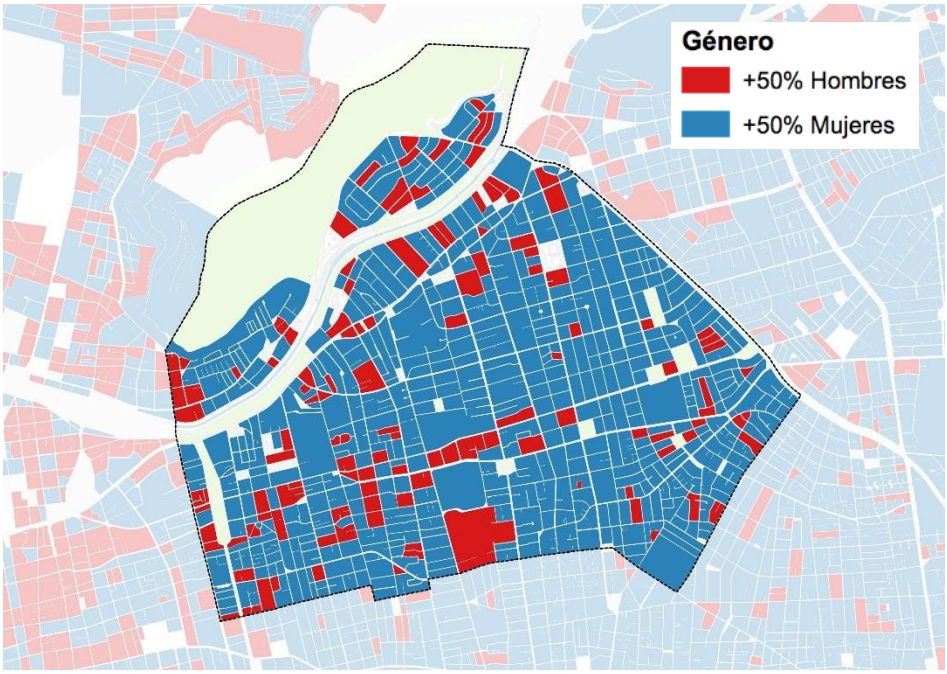
Fuente: Elaboración propia en base a datos Censo 2017

Se identifican 20 manzanas con una densidad de 250 a 500 hab/ha. En sentido poniente-oriente, estas corresponden a:

- Edificio punta de diamante en calle Las Claras entre General Bustamante y Seminario
- Edificios barrio Los Obispos
- Conjunto habitacional Monitor Araucano
- Manzana Bellavista, Los Piñones, Inés Matte Urrejola, Francisco Puelma
- Manzana Eliodoro Yáñez, María Guerrero y Rafael Cañas
- Manzana Granaderos, Miguel Claro, Arquitecto Gonzalo Mardones, Manuel Montt
- Manzana Providencia, General Flores y Cirujano Guzmán
- Torres Carlos Antúnez (escalímetros)
- Manzana Providencia, Padre Mariano, Francisco Antonio Encina, La Concepción
- Manzana Francisco Bilbao, Regimiento Cazadores, Pocuro, Marchant Pereira (al oriente de la plaza Inés de Suárez)
- Manzana Juana de Arco, Guardia Vieja, Jorge Isaacs, Ricardo Lyon
- Manzana Las Bellotas y Suecia
- Manzana El Vergel, Holanda, Las Dalias, Roberto del Río (al oriente de la plaza Inés de Suárez)
- Manzana Carlos Antúnez, Hernando de Aguirre, Carmen Sylva, El Bosque
- Manzana Pocuro, Hernando de Aguirre, La Brabanzón, Presidente Alfaro
- Conjunto habitacional Francisco Bilbao.

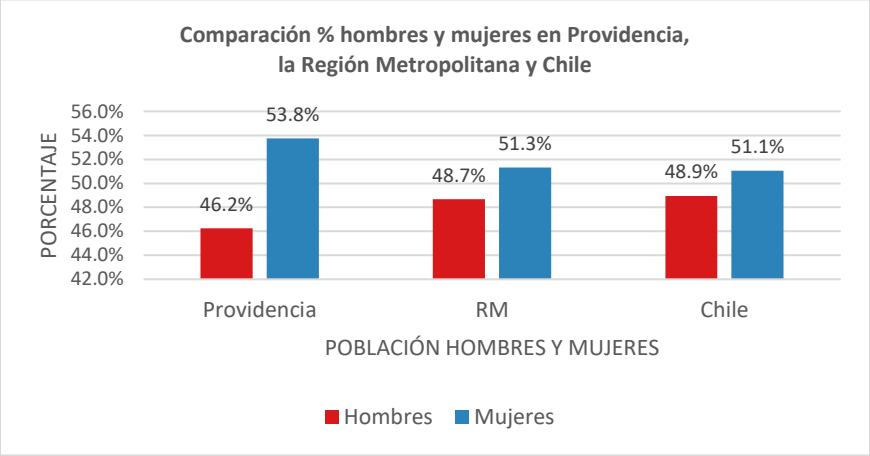
En cuanto al **género** de sus habitantes, se observa una gran mayoría de manzanas en donde predomina la presencia de mujeres, respaldando la tendencia de la Región Metropolitana en donde, según datos del Censo 2017, 3.462.267 (48,7%) son hombres y 3.650.541 (51,3%) mujeres. Esto concuerda también con la tendencia nacional donde 8.601.989 (48,9%) son hombres y 8.972.014 (51,1%), mujeres.

FIGURA Nº 2.2-4: GÉNERO PREDOMINANTE POR MANZANA EN COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia en base a datos Censo 2017

FIGURA Nº 2.2-5: COMPARACIÓN GÉNERO PREDOMINANTE EN COMUNA DE PROVIDENCIA, REGIÓN METROPOLITANA Y CHILE



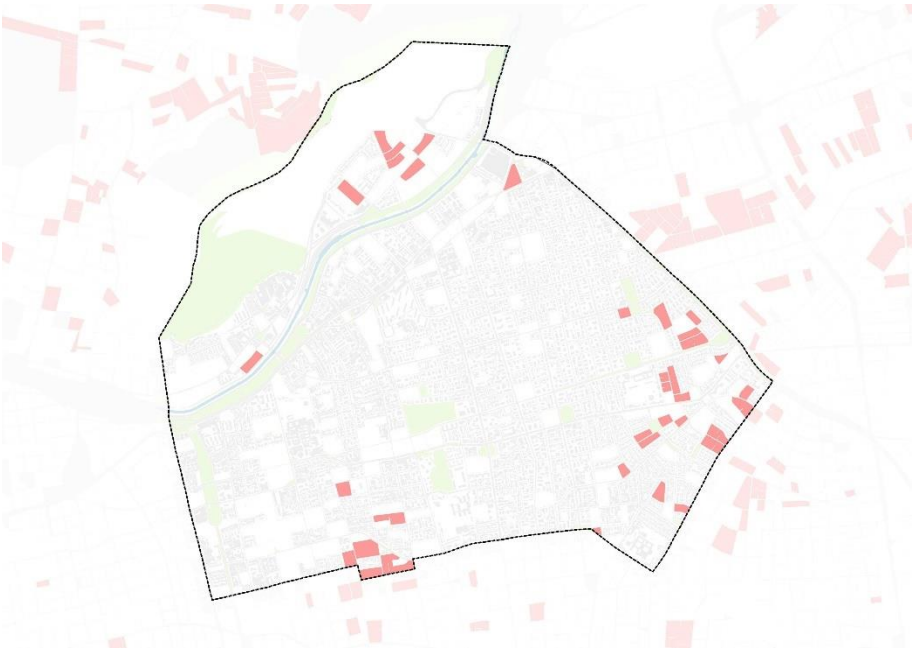
Fuente: Elaboración propia en base a datos Censo 2017

El análisis en cuanto a **edad** se realiza comparando el promedio nacional con el promedio de Providencia. Según datos del Censo 2017, Providencia está bajo el promedio nacional en cuanto a presencia de niños y adolescentes (menores de 15 años), con un promedio de 12,5% mientras que el promedio nacional es de 20,1%. En efecto, existe una baja presencia de niños y adolescentes. Con un porcentaje igual o mayor al promedio nacional (20,1%) sólo se distinguen 3 zonas claramente reconocibles. La mayor presencia se concentra en los barrios Las Flores, Diego de Almagro-Plaza Uruguay, Pedro de Valdivia Norte y el cuadrante Santa Isabel, Manuel Montt, Rengo y José Manuel Infante.

Al ajustar el rango al promedio de Providencia, se observa un aumento considerable en manzanas que cuentan con la presencia de un 12,5% o más de personas entre 0 y 15 años. La mayor presencia de niños

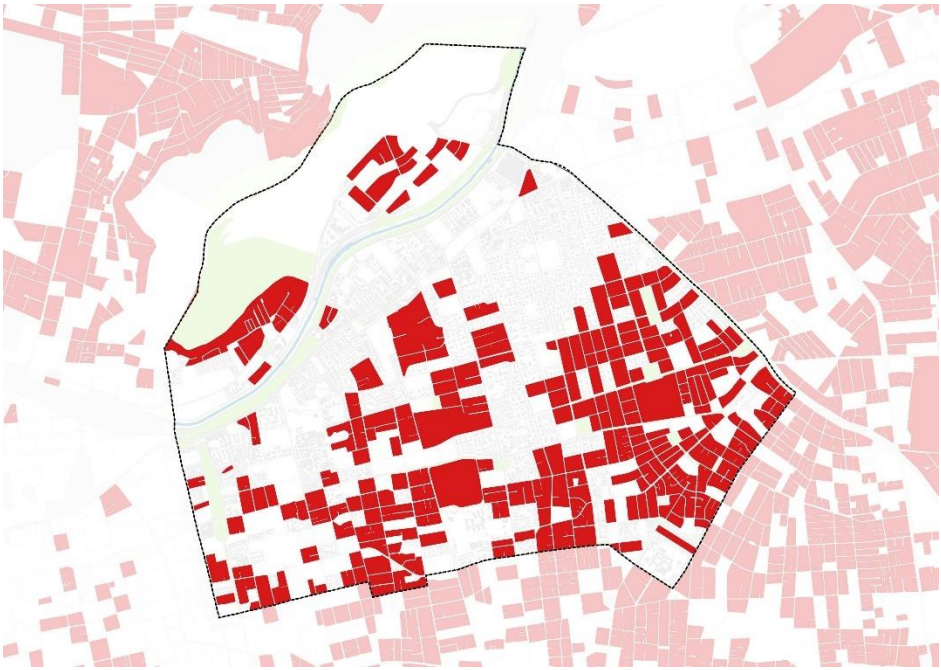
y adolescentes se concentra desde el centro hacia el sur de la comuna, reconociendo claramente el límite que marca el eje de Providencia-Nueva Providencia y su entorno inmediato. Los focos que ya aparecían con un porcentaje mayor al 20,1% se intensifican y se amplían.

FIGURA Nº 2.2-6: RANGO ETARIO POR MANZANA EN COMUNA DE PROVIDENCIA (CON COLOR ROJO CLARO MANZANAS DONDE PERSONAS 0 A 15 AÑOS +20.1% - PROMEDIO NACIONAL)



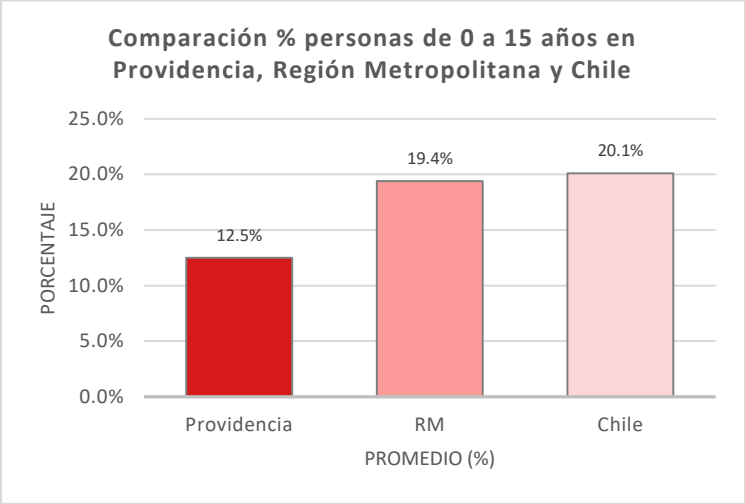
Fuente: Elaboración propia en base a datos Censo 2017

FIGURA Nº 2.2-7: RANGO ETARIO POR MANZANA EN COMUNA DE PROVIDENCIA (CON COLOR ROJO MANZANAS DONDE PERSONAS 0 A 15 AÑOS +12.5% - PROMEDIO PROVIDENCIA)



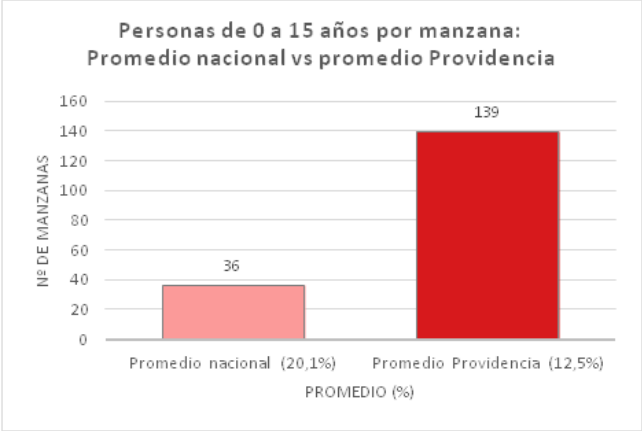
Fuente: Elaboración propia en base a datos Censo 2017

FIGURA Nº 2.2-8: COMPARACIÓN DE RANGO ETARIO EN COMUNA DE PROVIDENCIA Y EL PAÍS - PERSONAS 0 A 15 AÑOS



Fuente: Elaboración propia en base a datos Censo 2017

FIGURA Nº 2.2-9: COMPARACIÓN DE RANGO ETARIO EN COMUNA DE PROVIDENCIA, LA REGIÓN METROPOLITANA Y EL PAÍS - PERSONAS 0 A 15 AÑOS

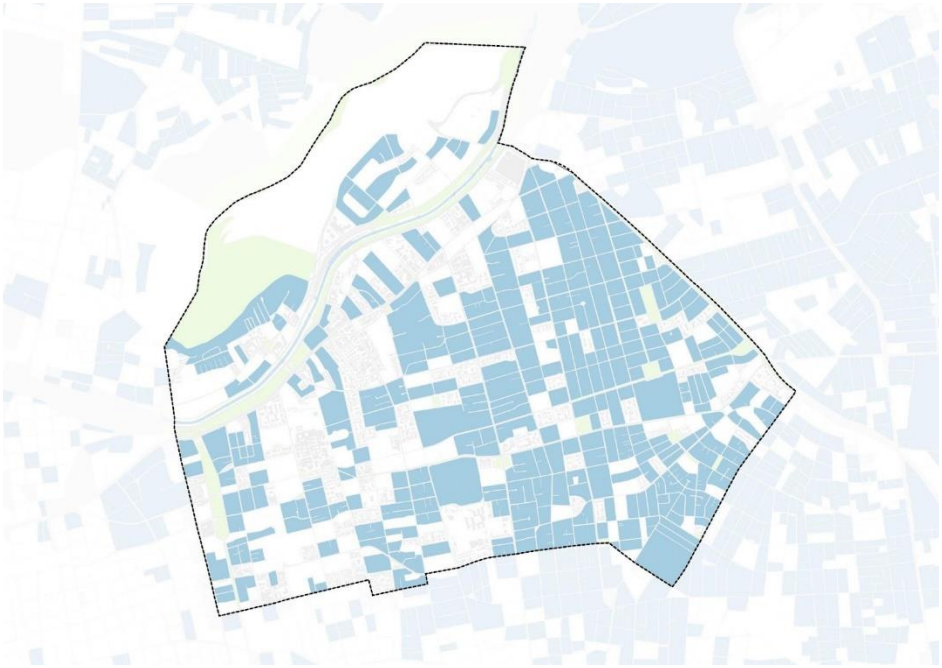


Fuente: Elaboración propia en base a datos Censo 2017

En el caso de personas mayores de 65 años, Providencia se ubica por sobre el promedio nacional, con un promedio de 15,7% sobre el 11,4% del promedio nacional. Se observa que Providencia tiene una importante presencia de adultos mayores en relación al promedio nacional (11,4%), presentándose de manera transversal a lo largo de toda la comuna y más fuertemente hacia el oriente de Antonio Varas.

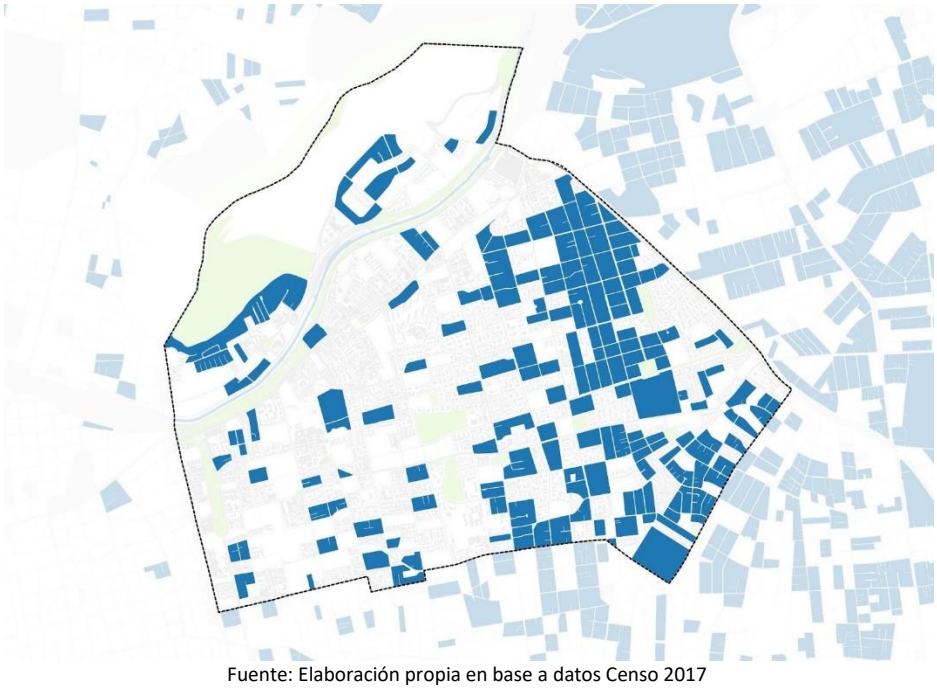
En relación al promedio de la comuna (15,7%), el principal foco de adultos mayores se concentra hacia el sector oriente, particularmente en el sector de Hernando de Aguirre y El Bosque entre Carlos Antúnez y Pocuro. Hacia el sur de esta área se dispersa un poco pero aun así se reconoce una presencia importante de adultos mayores en el barrio Diego de Almagro-Plaza Uruguay. Desde el eje de Pedro de Valdivia hacia el poniente la concentración baja considerablemente y se disgrega.

FIGURA Nº 2.2-10: RANGO ETARIO POR MANZANA EN COMUNA DE PROVIDENCIA (CON COLOR AZUL CLARO MANZANAS DONDE PERSONAS 65 AÑOS O MÁS +11.4% - PROMEDIO NACIONAL)



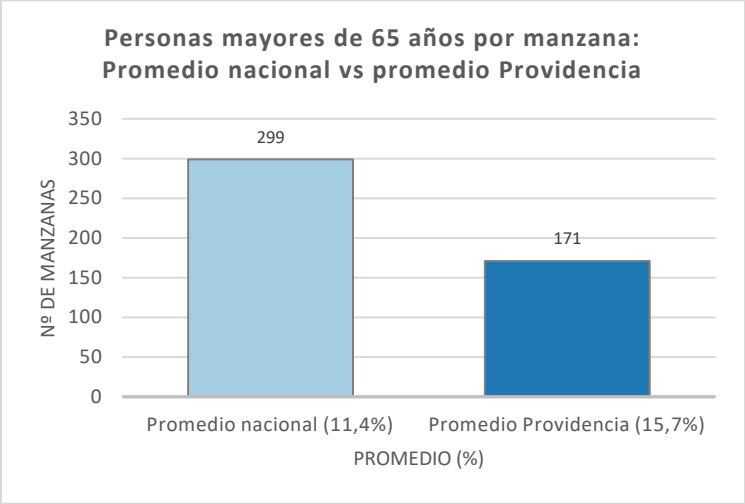
Fuente: Elaboración propia en base a datos Censo 2017

FIGURA Nº 2.2-11: RANGO ETARIO POR MANZANA EN COMUNA DE PROVIDENCIA (CON COLOR AZUL MANZANAS DONDE PERSONAS 65 AÑOS O MÁS +15.7% - PROMEDIO PROVIDENCIA



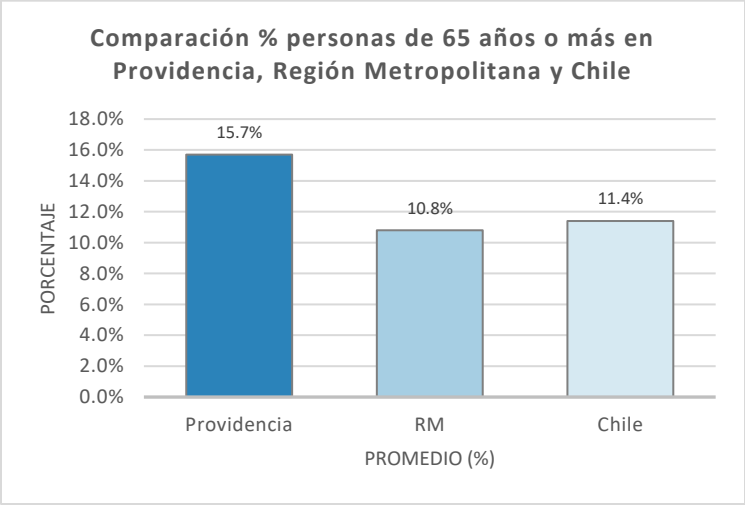
Fuente: Elaboración propia en base a datos Censo 2017

FIGURA Nº 2.2-12: COMPARACIÓN DE RANGO ETARIO EN COMUNA DE PROVIDENCIA Y EL PAÍS - PERSONAS 65 AÑOS O MÁS



Fuente: Elaboración propia en base a datos Censo 2017

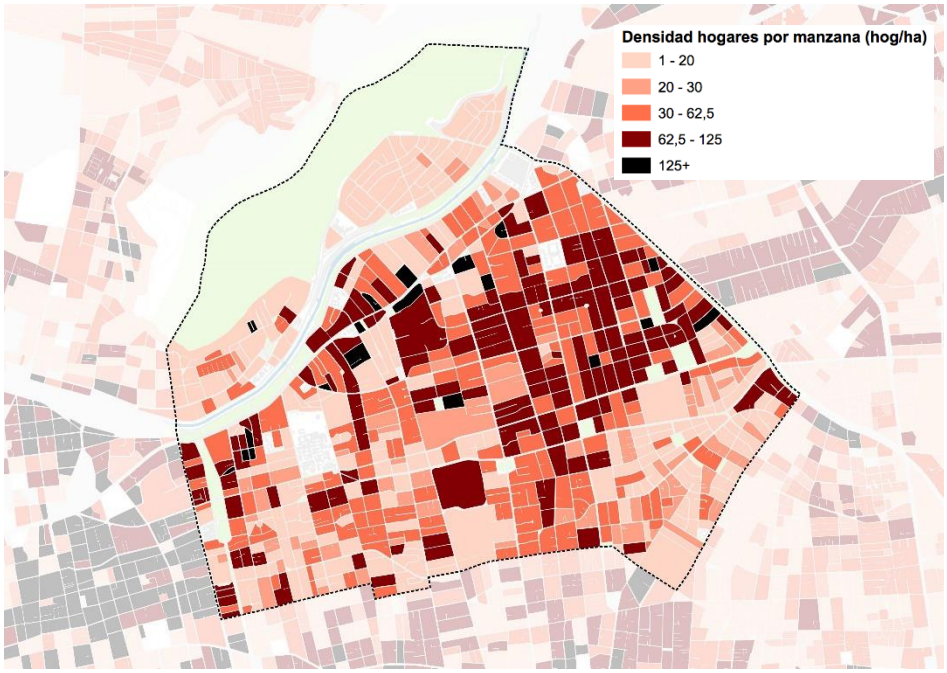
FIGURA Nº 2.2-13: COMPARACIÓN DE RANGO ETARIO EN COMUNA DE PROVIDENCIA, LA REGIÓN METROPOLITANA Y EL PAÍS - PERSONAS 65 AÑOS O MÁS



Fuente: Elaboración propia en base a datos Censo 2017

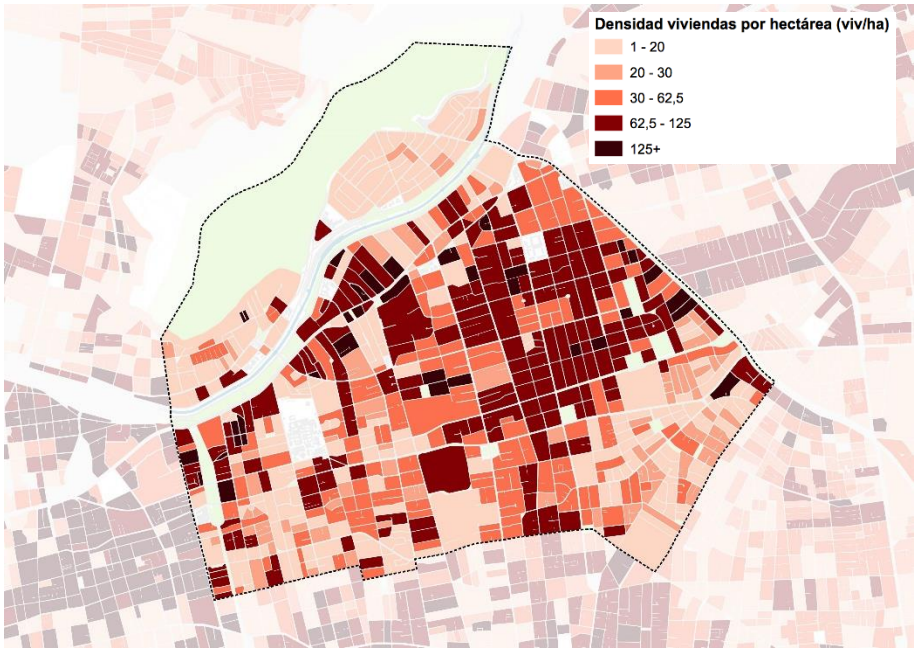
Las manzanas con mayor **densidad de hogares** (125 o más) coinciden con aquellas manzanas con mayor densidad de habitantes.

FIGURA Nº 2.2-14: DENSIDAD DE HOGARES POR MANZANA EN COMUNA DE PROVIDENCIA (HOG/HA.)



Fuente: Elaboración propia en base a datos Censo 2017

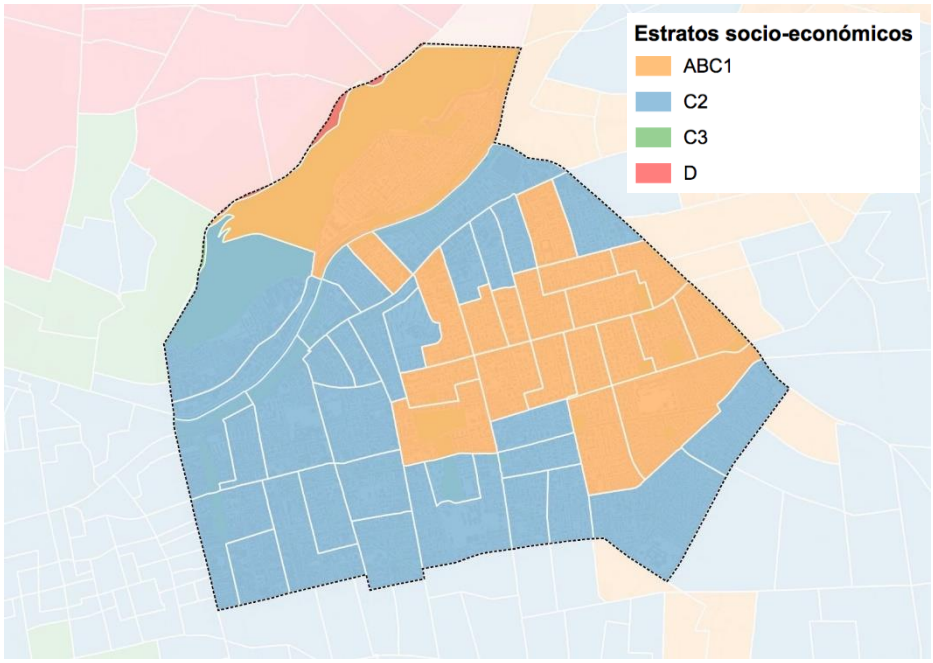
FIGURA Nº 2.2-15: NÚMERO DE VIVIENDAS POR MANZANA EN COMUNA DE PROVIDENCIA (VIV/HA)



Fuente: Elaboración propia en base a datos Censo 2017

En la comuna viven mayoritariamente **estratos socioeconómicos** ABC1 y C2, siendo predominante el C2 en el sector sur-poniente mientras el ABC1 se concentra hacia el sector oriente hacia los límites con Vitacura y Las Condes.

FIGURA Nº 2.2-16: ESTRATO SOCIO-ECONÓMICOS POR ZONA CENSAL EN COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia en base a datos Censo 2017

2.2.1.3 Datos Territoriales

2.2.1.3.1 Predios y Manzanas

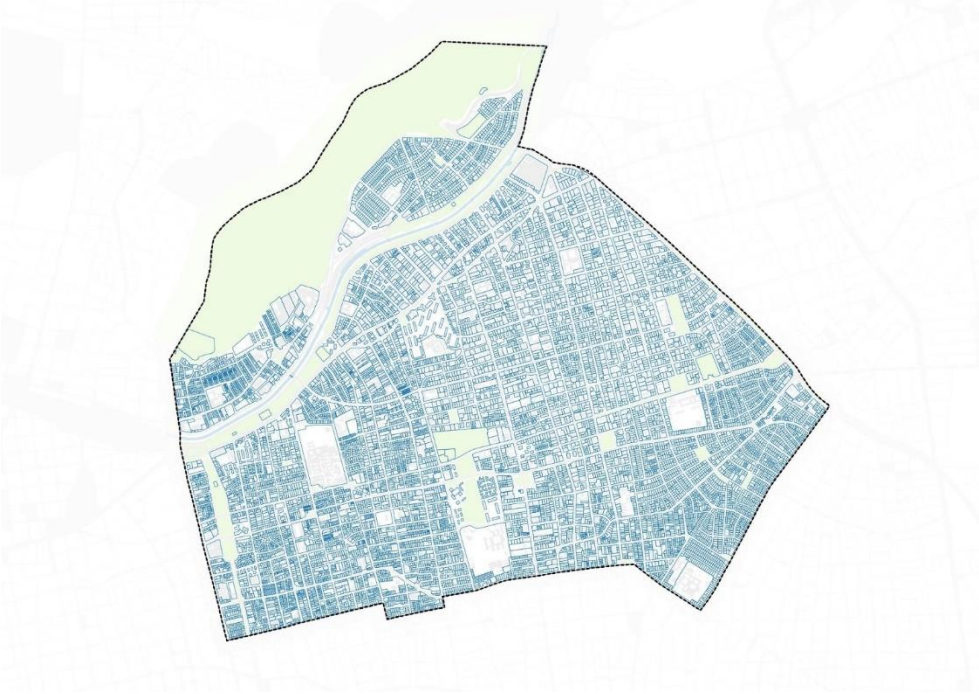
Sobre la subdivisión predial, se observa un parcelario más denso y ordenado en los barrios Diego de Almagro-Plaza Uruguay, Las Flores y Pedro de Valdivia Norte, mientras que en el resto de la comuna es relativamente heterogéneo. Se identifica que a la altura de la calle Antonio Varas se genera un corte importante, con predios de mayor tamaño al oriente de este eje y de menor tamaño al poniente.

Se reconocen también como grandes paños el sector de Canal 13 y TVN, el conjunto del Hospital Salvador, Hospital del Tórax y la Fundación Arturo López Pérez, la Unidad Vecinal Providencia (EMPART), la Escuela de Carabineros, el Costanera Center, el colegio San Ignacio del Bosque y el Campus Oriente de la Universidad Católica.

Dentro de los predios singulares, resaltan aquellos mayores a 50.000 m^2, los que en la comuna corresponden a equipamientos importantes a nivel intercomunal. Estos son:

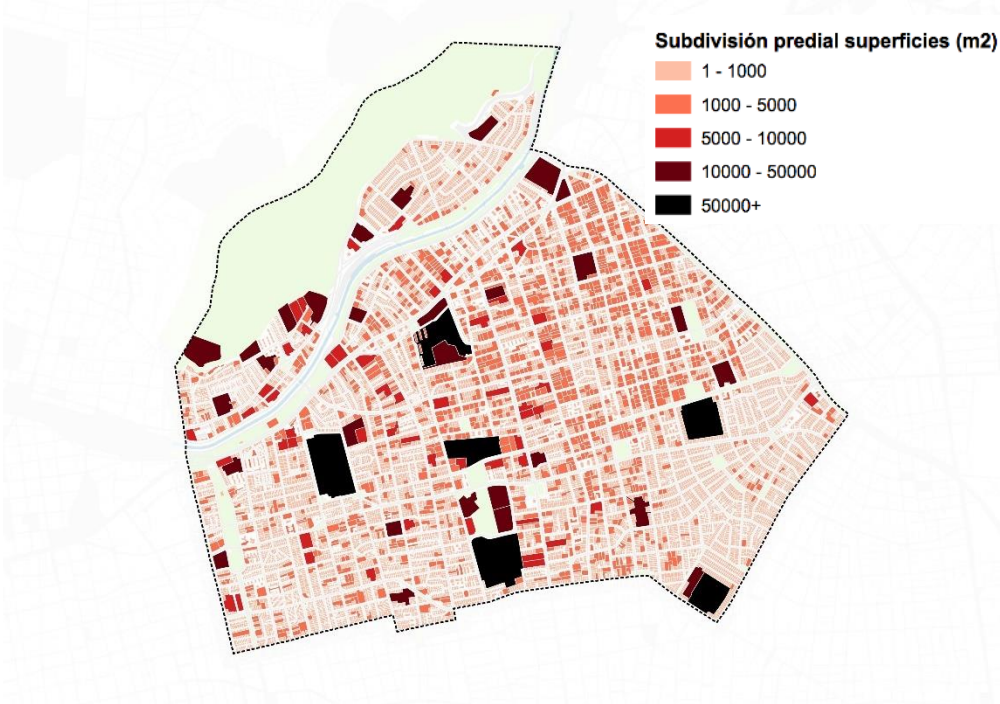
- Conjunto Hospital Salvador, Hospital del Tórax y Fundación Arturo López Pérez (cuadrante Rancagua, Salvador, Dr. Hernán Alessandri, José Manuel Infante)
- Escuela de Carabineros del General Carlos Ibáñez del Campo (Diagonal Oriente, Antonio Varas, Vasconia, Marchant Pereira)
- Terreno Los Estanques, de propiedad de Aguas Andinas (Pocuro, Antonio Varas, Silvina Hurtado, prolongación Marchant Pereira)
- Campus Oriente de la Universidad Católica (Jaime Guzmán, Chile España, Sagrados Corazones, Eliecer Parada)
- Colegio San Ignacio del Bosque (Francisco Bilbao, Hernando de Aguirre, Pocuro, Jorge Matte)

FIGURA Nº 2.2-17: SUBDIVISIÓN PREDIAL EN COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia en base a datos IDE MINVU

FIGURA Nº 2.2-18: SUBDIVISIÓN PREDIAL POR MANZANA EN COMUNA DE PROVIDENCIA (TAMAÑO PROMEDIO PREDIOS POR MANZANA)



Fuente: Elaboración propia en base a datos IDE MINVU

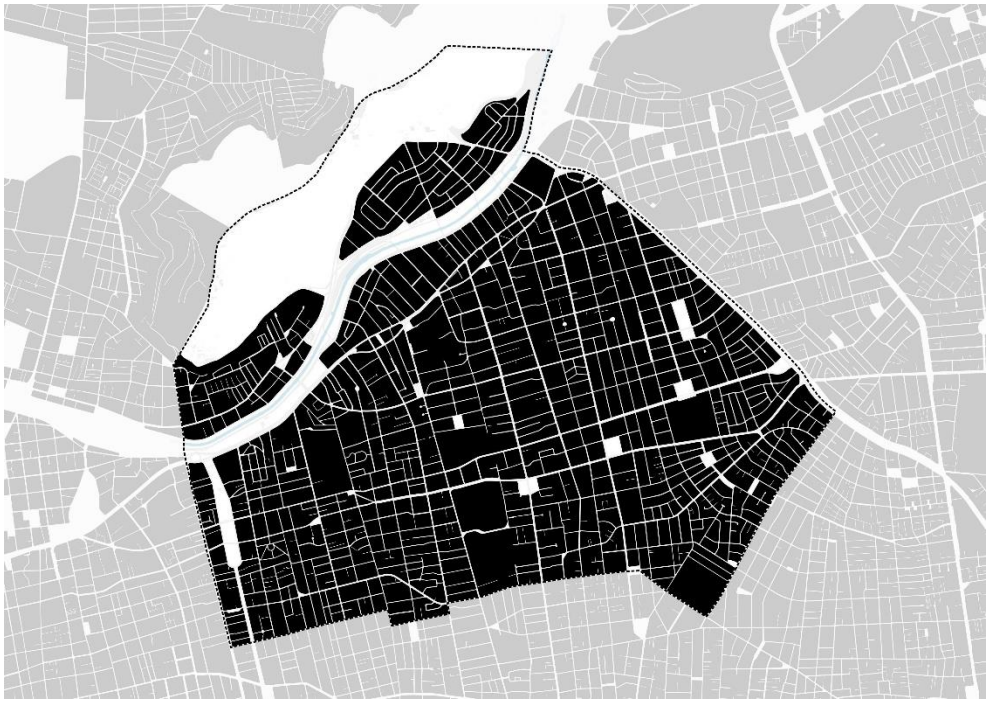
La trama de manzanas permite observar los vacíos urbanos de la comuna, correspondientes a las principales áreas verdes y espacios públicos, incluida la trama de calles, destacando en tamaño el cerro San Cristóbal como área y el río Mapocho como eje.

FIGURA Nº 2.2-19: MANZANAS EN COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia en base a datos Censo 2017

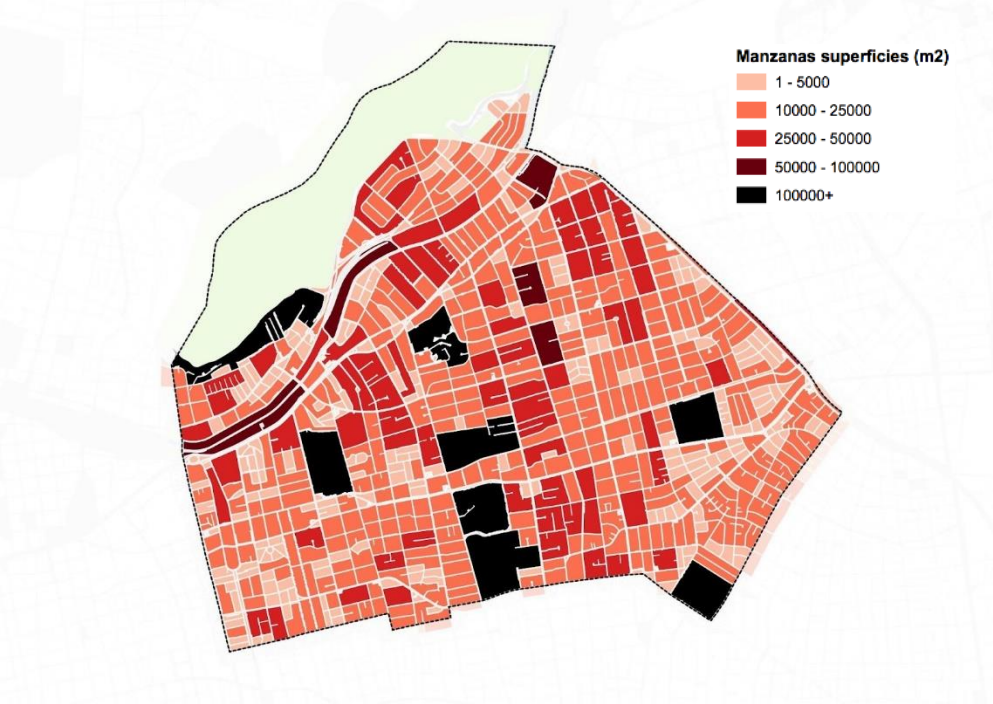
FIGURA Nº 2.2-20: TRAMA DE MANZANAS EN COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia en base a datos Censo 2017.

Las manzanas mayores a 100.000 m2 coinciden con aquellas que cuentan con predios mayores a 50.000 m2, a las cuales se suma la manzana de la Unidad Vecinal Providencia y la manzana adyacente al cerro San Cristóbal en el sector de barrio Bellavista.

FIGURA Nº 2.2-21: SUPERFICIES MANZANAS EN COMUNA DE PROVIDENCIA (M2)

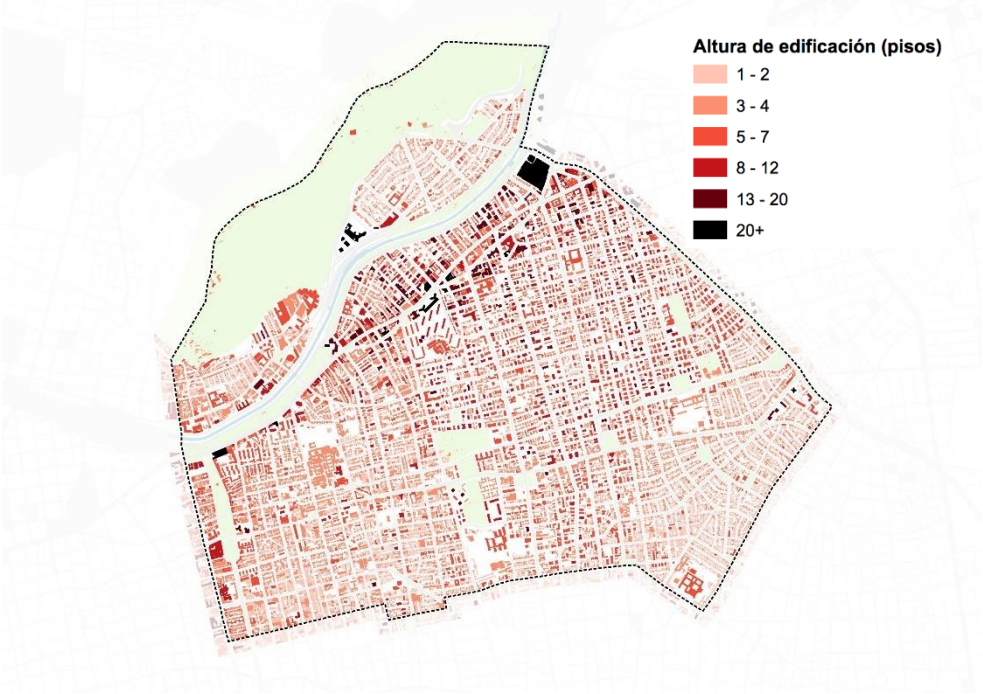


Fuente: Elaboración propia en base a datos Censo 2017

2.2.1.3.2 Edificaciones

Con respecto a la altura de edificación destaca el eje Providencia-Nueva Providencia y las manzanas adyacentes como el sector de mayor altura en la comuna, con el Costanera Center como cabezal. Por otra parte, se distinguen los barrios Pedro de Valdivia Norte y Diego de Almagro-Plaza Uruguay como relativamente homogéneas con alturas de 1 a 2 pisos, situación que coincide con el carácter predominantemente residencial de ambos sectores. En el caso de Pedro de Valdivia Norte, el cabezal poniente del barrio marca un punto de quiebre con el conjunto de las Torres Santa María y el hotel Sheraton superando los 20 pisos, y en el sector Diego de Almagro-Plaza Uruguay el conjunto habitacional de Francisco Bilbao y el Campus Oriente de la Universidad Católica constituyen una excepción tanto en términos de altura como de grano construido.

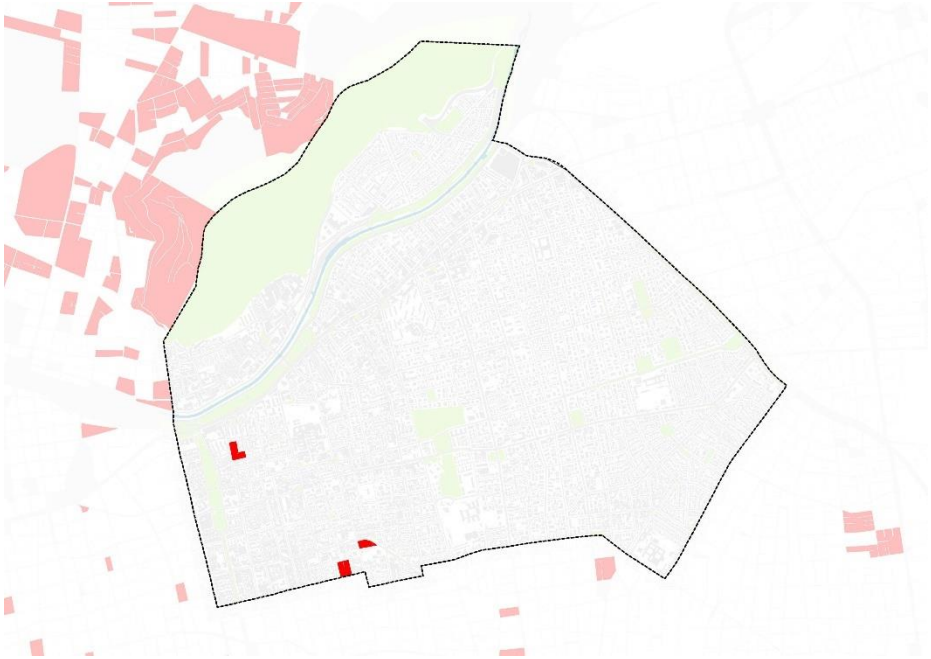
FIGURA Nº 2.2-22: PLANO ALTURA EDIFICACIÓN EN COMUNA DE PROVIDENCIA (PISOS)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Providencia

Según datos del Censo 2017, la mayoría de las edificaciones de la comuna presentan buena calidad de edificación, salvo contadas excepciones en algunas manzanas hacia el sur de Providencia.

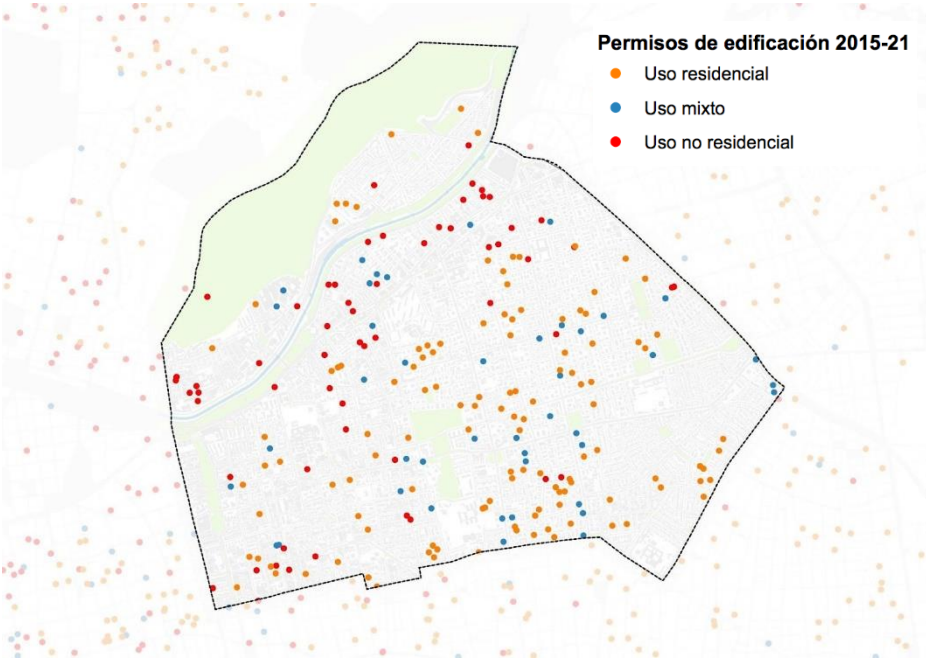
FIGURA Nº 2.2-23: CALIDAD EDIFICACIÓN EN COMUNA DE PROVIDENCIA (CON COLOR ROJO LAS MANZANAS DONDE EXISTEN 1 O MÁS VIVIENDAS CON MATERIALES LIVIANOS Y/O SON MEDIAGUA Y/O TIENEN PISO DE TIERRA)



Fuente: Elaboración propia en base a datos Censo 2017

En términos generales, los permisos de edificación se distribuyen homogéneamente en la comuna, sin embargo, existen ciertos sectores donde no existe o es muy baja la actividad de construcción inmobiliaria: 1. Hospital Luis Calvo Mackenna hacia el oriente; 2. Colegio San Ignacio - Plaza Uruguay hacia el sur; 3. barrio Pedro de Valdivia Norte hacia el oriente.

FIGURA Nº 2.2-24: PERMISOS DE EDIFICACIÓN EN COMUNA DE PROVIDENCIA (2015-2021)



Fuente: Elaboración propia en base a datos Municipalidad de Providencia y Datos Geográficos INE.

2.2.1.3.3 Infraestructura de Transporte

Sobre la infraestructura, se observa una mayor presencia de ciclovías que conectan la comuna en el sentido norte-sur y así mismo, una mayor concentración de éstas hacia el sector centro de la comuna, específicamente entre Suecia y Antonio Varas, mientras que los sectores oriente y poniente no cuentan con ciclovías, o si las hay son más bien de carácter local/barrial.

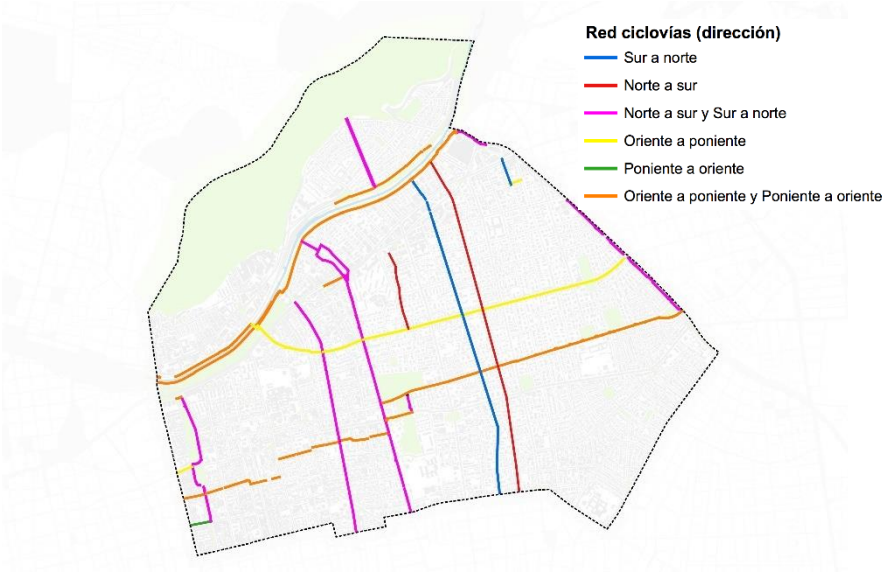
Se identifican grandes sectores que no tienen conectividad, como el barrio Diego de Almagro-Plaza Uruguay, el sector de Carlos Antúnez hacia el oriente y el sector de Salvador. Por otra parte, en sentido oriente-poniente se reconoce que la ciclovía del circuito Mapocho 42K, Eliodoro Yáñez y Pocuro se encuentran consolidadas, sin embargo, hacia el poniente de Antonio Varas se observa que la ciclovía de Puyehue, Elena Blanco, Pedro León Gallo y Marín está más bien fraccionada y no es continua. La única ciclovía que cruza la comuna en su totalidad es el circuito Mapocho 42K.

FIGURA Nº 2.2-25: RED DE VEREDAS Y ÁREAS VERDES EN COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Providencia

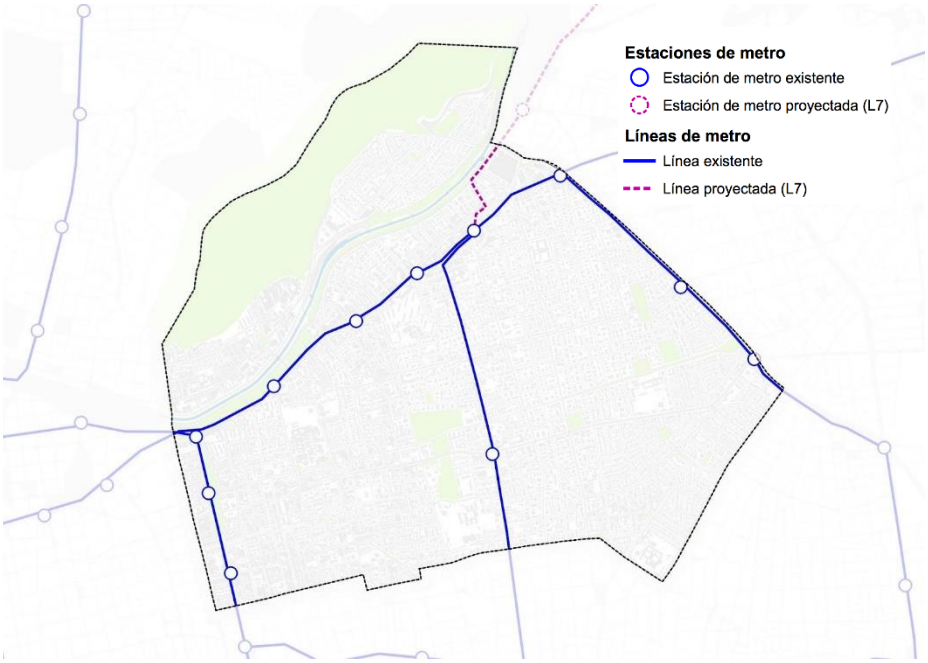
FIGURA Nº 2.2-26: RED CICLOVÍAS EN COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Providencia

Actualmente la comuna cuenta con la presencia de 4 líneas de Metro: L1, L4, L5 y L6, y próximamente L7. Existen 11 estaciones, de las cuales 3 son de combinación: Baquedano (L1-L5), Los Leones (L1-L6) y Tobalaba (L1-L4). De acuerdo con un artículo publicado por El Mercurio el 27 de junio de 2018, la línea 1 es la más utilizada con más de 1 millón de pasajeros diarios, y Tobalaba es la estación que concentra mayor afluencia de toda la red con más de 83.500 pasajeros al día.

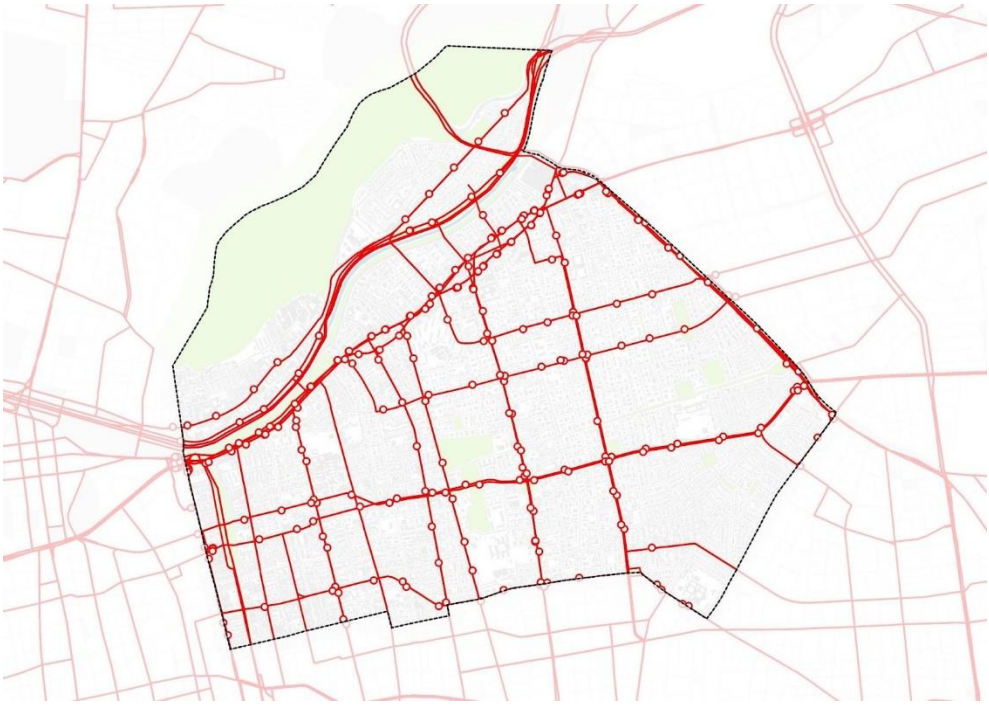
FIGURA Nº 2.2-27: RED DE LÍNEAS Y ESTACIONES DE METRO EN COMUNA DE PROVIDENCIA (EXISTENTES Y FUTURA)



Fuente: Elaboración propia en base a datos Municipalidad de Providencia y trazado propio para L7.

La red de buses se distribuye de manera relativamente heterogénea a lo largo de la comuna, con una densidad un poco mayor hacia el sector poniente de la comuna. El sector al oriente de Los Leones no cuenta con servicios de bus que recorran en sentido norte-sur, lo que coincide con el carácter más local y barrial de las calles en esta área en donde no hay avenidas principales ni calles de un mayor perfil.

FIGURA Nº 2.2-28: SERVICIOS DE BUSES DE TRANSPORTE PÚBLICO Y PARADEROS EN COMUNA DE PROVIDENCIA

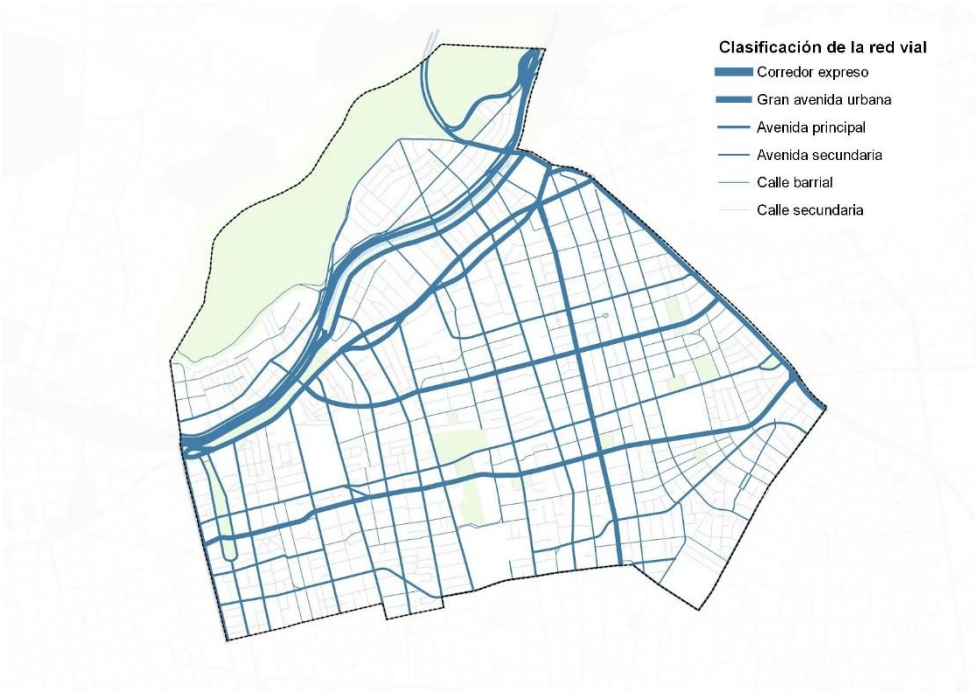


Fuente: Elaboración propia en base a datos Municipalidad de Providencia y Ministerio de Transporte

La clasificación de la red vial propuesta no responde a categorizaciones normativas sino que más bien se trata de una clasificación de percepción urbana en torno al rol que cumplen las vías a nivel comunal. Se distinguieron 6 categorías:

- Corredor expreso: grandes vías intercomunales que permiten flujos de alta velocidad, como lo es la Costanera Norte.
- Gran avenida urbana: principales vías de la comuna y que comunican con otras comunas, como lo son Providencia y Nueva Providencia, Tobalaba, Eliodoro Yáñez y Francisco Bilbao.
- Avenida principal: avenidas importantes a nivel comunal y que permiten el traslado de un sector a otro de la comuna
- Avenida secundaria: avenidas que alimentan los barrios y comunican diferentes barrios entre sí.
- Calle barrial: calles locales de barrio
- Calle secundaria: calles menores y de bajo flujo

FIGURA Nº 2.2-29: CLASIFICACIÓN PERCEPTUAL DE LA RED VIAL EN COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia en base a datos Municipalidad de Providencia.

Se observa que en su gran mayoría las veredas de la comuna cumplen con el ancho correspondiente para la ruta accesible. Aquellas que actualmente no cumplen corresponden a calles menores y locales, y tienden a concentrarse hacia el sector poniente y norte la comuna, además de un sector en torno al tramo poniente de Eliodoro Yáñez.

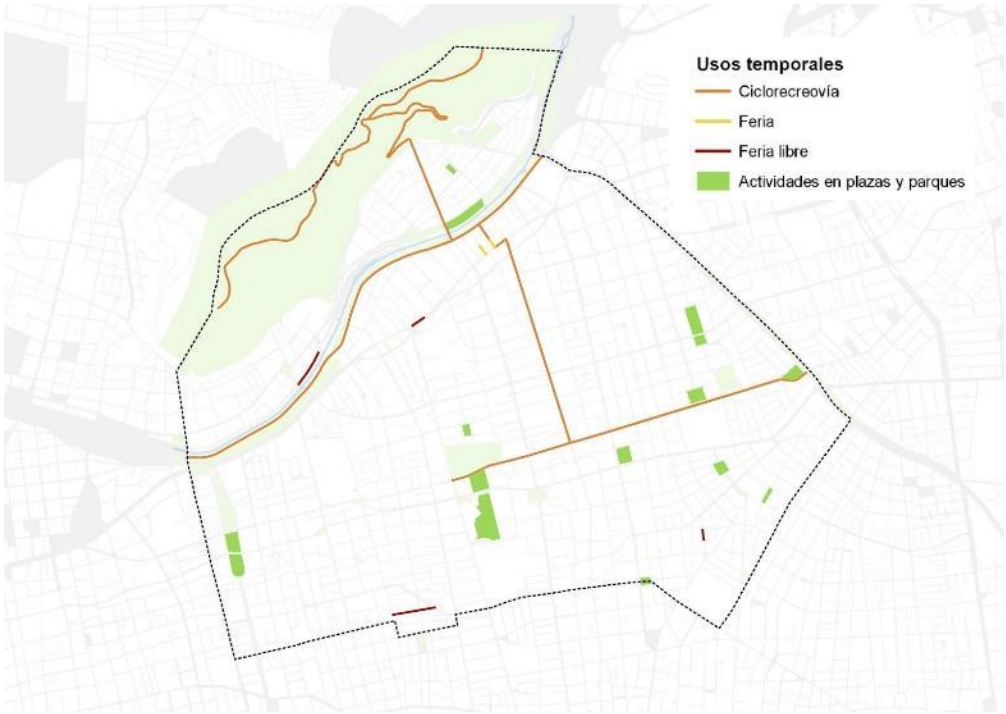
FIGURA Nº 2.2-30: ANCHOS DE VEREDAS Y RUTA ACCESIBLE EN COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia en base a datos Municipalidad de Providencia.

Las principales actividades de usos temporales corresponden a la Ciclorecreovía de los días domingo y las llamadas “Plazas activas” en donde se realizan diferentes actividades recreativas y deportivas a escala de barrio. Se identifican además 4 ferias libres de alcance más bien menor y dos ferias que se instalan en torno al Drugstore.

FIGURA Nº 2.2-31: USOS TEMPORALES EN COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia en base a datos Municipalidad de Providencia.

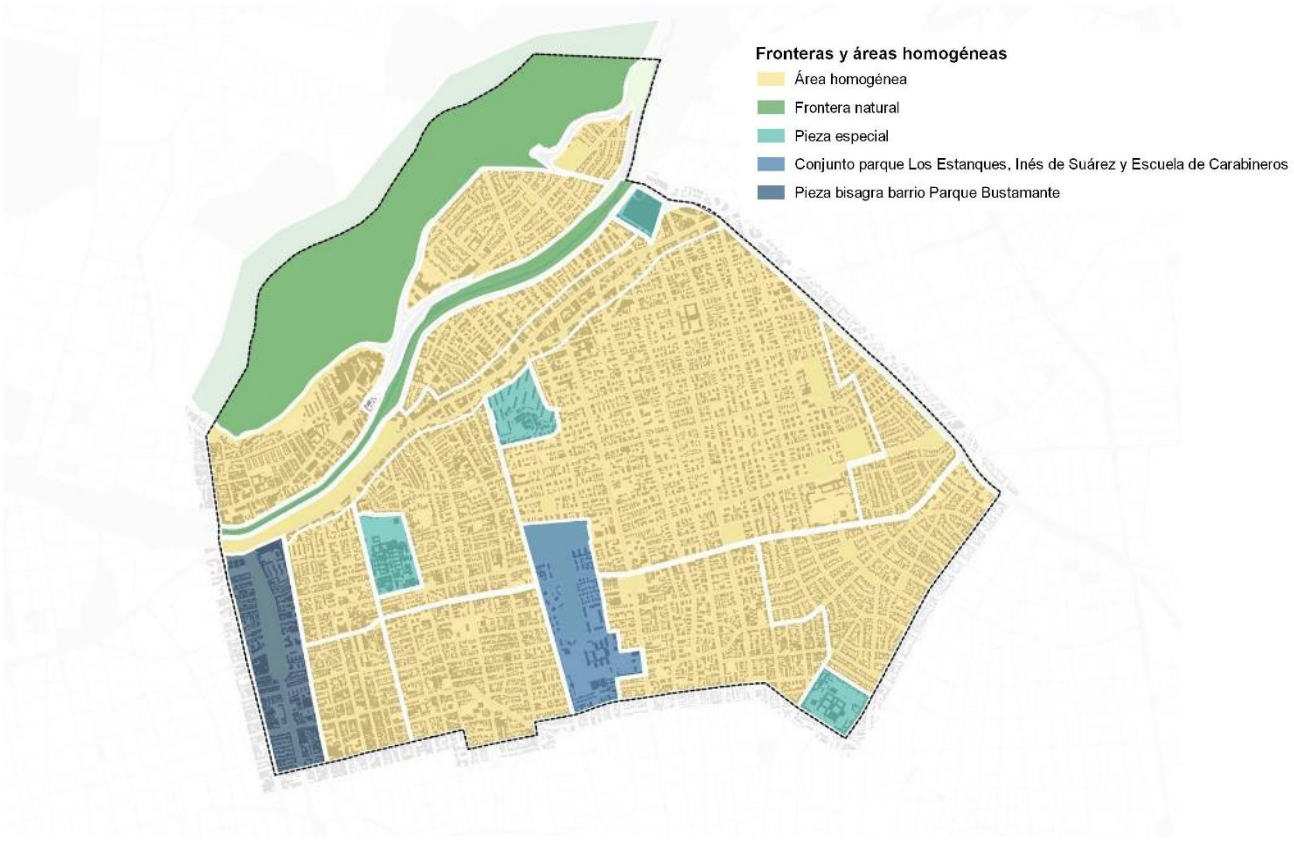
2.2.1.4 Zonas Homogéneas

Un factor relevante para caracterizar el territorio y las condicionantes de la movilidad es la identificación de zonas homogéneas respecto a la manifestación espacial de las variables territoriales (abordadas mediante planos descriptivos ya mostrados) que inciden en la calidad del espacio urbano y en las condiciones de la plataforma pública asociada a la red vial y la movilidad en general.

La identificación de áreas homogéneas considera 4 criterios generales:

1. Bordes y límites: existencia de accidentes geográficos, naturales o artificiales que construyen una frontera o un límite claro
2. Trama y grano: evaluación del grado de homogeneidad de la trama y el grano construido, diferenciando y caracterizando diferentes sectores
3. Espacio público: evaluación del grado de homogeneidad en el armado del espacio público, entiéndase plazas, parques, perfiles de calles, etc.
4. Destinos: considera los destinos predominantes de los diferentes sectores y barrios, entiéndase residencial, comercial, mixto, etc.

FIGURA Nº 2.2-32: ZONAS HOMOGÉNEAS EN COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, para definir las zonas homogéneas se identificaron elementos y piezas que son una excepción dentro de su contexto inmediato y que en sí mismos constituyen una unidad, para luego diferenciar y caracterizar las zonas homogéneas.

En primer lugar, se reconocen el cerro San Cristóbal y el río Mapocho como fronteras naturales y que marcan un límite claro a nivel comunal.

En segundo lugar, se reconocen cuatro piezas especiales: el Campus Oriente de la Universidad Católica, el Costanera Center, la Unidad Vecinal Providencia (UVP) o condominio EMPART, y el conjunto del Hospital Salvador, Hospital del Tórax y la Fundación Arturo López Pérez (FALP). Estas piezas corresponden a conjuntos excepcionales ya que ocupan una manzana completa en donde el programa se vuelca hacia el interior. Además, al ser grandes piezas de equipamiento, se diferencian de su entorno tanto en términos de grano construido como de uso.

A nivel de espacio público, las fachadas de estas piezas especiales constituyen un frente continuo, y aun cuando los cierros puedan tener cierto nivel de trasparencia, se perciben como piezas más bien herméticas porque la actividad se concentra en el interior y por lo tanto no es necesariamente perceptible desde los bordes. En el caso del conjunto de centros de salud y del Costanera Center, los accesos son puntos en torno a los cuales se agrupan las personas y por lo tanto tiende a concentrarse mayor actividad.

A nivel de movilidad, por el gran tamaño de estas manzanas (en comparación a una manzana tipo de la comuna) estas producen discontinuidades o interrupciones en la trama vial obligando a la movilidad a "orbitar" en torno a ellas, lo que refuerza la condición hermética e interior de estas piezas.

Una característica particular de Campus Oriente es que tiene un solo frente hacia la calle, y por lo tanto cuenta con una única cara pública, lo que refuerza la condición interior del campus. Es un atractor de flujos a nivel comunal e intercomunal, pero cuya actividad no se refleja hacia el exterior. Por otra parte, la trama urbana hacia el oriente y el poniente se mantiene el trazado en forma de damero orientado en relación a los puntos cardinales, mientras que la trama hacia el norte y sur respeta la inclinación de la calle Jaime Guzmán, tal como lo hace el campus mismo.

FIGURA Nº 2.2-33: PIEZA ESPECIAL CAMPUS ORIENTE



Fuente: Google Earth.

Dada la altura de la torre y su fachada vidriada, perceptualmente el Costanera Center es la pieza más hermética de las cuatro.

Sin perjuicio de lo anterior, es un atractor de flujos muy importante a nivel comunal e intercomunal tanto de peatones como motorizados, lo que en términos de movilidad lo ha convertido un "tapón" importante. Si bien la trama vial en torno al Costanera Center es relativamente continua, a nivel de movilidad peatonal se evidencian interrupciones y discontinuidades en la circulación, principalmente en las intersecciones hacia el sur-poniente. En este caso además es muy notorio el cambio en el grano construido, siendo la única edificación que ocupa casi la manzana completa en un contexto de un grano mucho menor y con construcciones en donde prima la forma rectangular. Cabe mencionar además que esta pieza especial se ubica en el límite con la comuna de Las Condes, lo que se evidencia en el corte que se produce del eje de avenida Tobalaba al nor-oriente.

FIGURA Nº 2.2-34: PIEZA ESPECIAL COSTANERA CENTER



Fuente: Google Earth.

La principal característica de la Unidad Vecinal Providencia es su estructura de manzana en comparación al contexto. El conjunto interrumpe la continuidad de la trama vial, afectando por lo tanto a la continuidad de la circulación de peatones y motorizados. Si bien en términos de destino no se diferencia de su entorno, sí se percibe como un conjunto hermético y cuya actividad se vuelca hacia el interior, existiendo por lo tanto poca o nula relación con la calle.

Por otra parte, las dos torres popularmente denominadas "escalímetros" que enfrentan a Providencia interrumpen el ritmo y tipo de edificios que configuran el perfil de esta avenida.

FIGURA Nº 2.2-35: PIEZA ESPECIAL UNIDAD VECINAL PROVIDENCIA



Fuente: Google Earth.

El conjunto del Hospital Salvador, Hospital del Tórax y la FALP constituye una pieza excepcional dentro de su contexto considerando que se trata de una agrupación de centros de salud que configuran una macro manzana que, al igual que en los casos anteriores, interrumpe la continuidad de la trama y de las circulaciones.

A pesar del destino público del conjunto, desde el espacio público se percibe como una pieza hermética y que, a excepción de los accesos, no establece una relación con las calles circundantes. Asimismo, este equipamiento de salud se diferencia en un contexto predominantemente residencial, y que atrae flujos importantes a nivel intercomunal.

FIGURA Nº 2.2-36: PIEZA ESPECIAL CONJUNTO HOSPITAL SALVADOR, HOSPITAL DEL TÓRAX, FALP



Fuente: Google Earth.

En tercer lugar, se identifica el conjunto del terreno Los Estanques de Aguas Andinas, el parque, la plaza y el conjunto habitacional Inés de Suárez, y la Escuela de Carabineros.

En cuarto lugar, se distingue el barrio configurado en torno al parque Bustamante como una pieza bisagra que da cierre a la comuna por el poniente.

Habiendo reconocido estas piezas y conjuntos especiales, luego se definieron las áreas homogéneas, buscando definir a grandes rasgos sectores o cuadrantes de características similares. Los criterios para la definición de estas áreas son los siguientes:

- La definición de las áreas homogéneas considera la identificación de los principales sectores de Providencia que comparten características similares en una escala de análisis a nivel comunal. En ese sentido, los cuadrantes definidos agrupan barrios que, al ser observados desde una menor escala, van a presentan diferencias entre sí y en donde eventualmente es posible continuar creando subcategorías. Sin embargo, atendiendo a la escala comunal, estas diferencias pasan a un segundo plano ya que se trata de diferencias que son significativas a escala local o barrial.
- Se identifican los principales ejes que constituyen un límite perceptual, es decir, aquellas calles que marcan un cambio de carácter en el espacio público, ya sea en la morfología de las edificaciones y el grano construido, en la trama vial o un cambio notorio en el carácter o destino de un cierto sector. En un primer orden, se consideran como límites perceptuales los ejes Providencia-Nueva Providencia y la calle Francisco Bilbao en el sentido oriente-poniente, y las calles Salvador y Antonio Varas en el sentido norte-sur.
- Luego, en un segundo orden, se reconocen diferencias en el grano construido, carácter y morfología de la edificación y el espacio público que definen un límite. Específicamente, avenida El Cerro en el sector entre el río Mapocho y el cerro San Cristóbal, el límite del barrio Las Flores (Las Orquídeas,

Eliodoro Yáñez, Amapolas, Pocuro, Jorge Matte) y en el sector sur-poniente de la comuna, las calles Holanda, Diego de Almagro, Renato Zanelli-Chile España que diferencian el barrio Diego de Almagro-Plaza Uruguay del sector Bustos-Pedro de Valdivia.

De este modo, se configuran **13 áreas homogéneas**. A continuación, se caracterizan brevemente cada una de ellas, utilizando los conceptos acuñados por Kevin Lynch en "La Imagen de la Ciudad" (1960): sendas, bordes, barrios, nodos e hitos.

1. **Sector Bellavista**
   Este sector está delimitado por el sur por el río Mapocho, el cual actúa como borde, y por el norte y oriente por el hito del cerro San Cristóbal. La morfología de la edificación es heterogénea, incluyendo vivienda unifamiliar entre 1 y 3 pisos, ya sea de fachada continua o adosada, sectores puntuales de edificios de 4 pisos y, finalmente, grandes edificios de equipamientos como los estudios de Canal 13 y TVN y diferentes sedes universitarias. Predomina la mixtura de usos con destinos residenciales, comerciales, culturales, de servicios y equipamiento.

2. **Sector Barrio Pedro de Valdivia Norte**
   Este sector se encuentra emplazado en condiciones geográficas equivalentes al sector Bellavista, con el cerro San Cristóbal como gran hito que contiene al barrio por el norte y poniente y el río Mapocho como borde que lo delimita por el sur. La característica de estar "del otro lado del río" naturalmente lo deja en una condición aislada con respecto al resto de la comuna. En términos de morfología de edificación, el barrio se desarrolló bajo el modelo de ciudad-jardín, predominando un carácter residencial de baja densidad con viviendas aisladas de 1 y 2 pisos con antejardín.

3. **Sector El Cerro Oriente**
   Comparte características de trama urbana, grano de edificación y espacio público con el área homogénea del barrio Pedro de Valdivia Norte. Sin embargo, este sector se ve influido por la proximidad de la autopista Costanera Norte y el enlace Los Conquistadores, y la avenida El Cerro y el desarrollo del túnel San Cristóbal. Todas estas vías, de alta velocidad y alto tráfico, constituyen un borde y acentúan la condición de "isla dentro de la isla", haciendo que pierda el carácter más de barrio que caracteriza a Pedro de Valdivia Norte.

4. **Sector Orrego Luco**
   Este sector entre Providencia y Andrés Bello se caracteriza por estar contenido por ambas avenidas. Presenta un carácter más barrial y de menor escala en comparación a la actividad y los flujos que presentan Providencia y Andrés Bello; no obstante, permean el uso comercial y mixto del entorno, lo que se mezcla con el uso residencial. La morfología de la edificación es heterogénea, con edificios de alturas mayores a 12 pisos, edificios más antiguos en torno a los 7 pisos, y antiguas casas de hasta 3 pisos.

5. **Eje Providencia-Nueva Providencia**
   Este eje es el principal polo de usos mixtos de la comuna: comercio, servicios, oficinas, equipamiento, etc. Esta senda es un gran atractor de viajes, en donde el transporte público juega un rol clave: la línea 1 del Metro, que es la que transporta más pasajeros diariamente de la toda la red, fue proyectada para que su trazado coincida con el de esta senda, lo que se complementa con 2 pistas "Solo bus" tanto por avenida Providencia como avenida Nueva Providencia. En cuanto a la morfología de la edificación, se caracteriza por la presencia de la tipología placa-

torre, con edificios de más de 12 pisos, y por contar un espacio público con veredas amplias para albergar importantes flujos peatonales.

6. **Sector Salvador**

   Este sector se caracteriza por ser el intersticio entre el barrio Parque Bustamante y el hito que constituye el conjunto del Hospital Salvador, el Hospital del Tórax y la FALP. Su morfología de edificación es heterogénea, con edificios aislados y adosados de 4 pisos, edificios aislados de hasta 7 pisos y vivienda unifamiliar de 1 y 2 pisos. Predomina el carácter residencial y barrial de menor escala.

7. **Sector Manuel Montt**

   Se trata de un sector muy heterogéneo, tanto en su morfología edificatoria, trama urbana y usos. El carácter mixto por la presencia de comercio, equipamientos y oficinas de las calles Manuel Montt y Eliodoro Yáñez permean hacia las calles secundarias de carácter más residencial, produciendo un encuentro muy diverso de alturas y morfologías edificatorias con viviendas unifamiliares de 1 y 2 pisos, algunas aisladas con antejardín y otras de fachada continua y sin antejardín, además de edificios aislados de 4 pisos y de más de 12 pisos. Esta diversidad se refleja en el espacio público.

8. **Sector Carlos Antúnez**

   Se caracteriza por un uso predominantemente residencial, principalmente con edificios aislados de entre 7 y 12 pisos con antejardín y con viviendas unifamiliares aisladas de hasta 2 pisos con antejardín. En torno a sendas como avenida Los Leones, Ricardo Lyon y Eliodoro Yáñez se observa una mixtura de usos, con presencia de comercio, oficinas, servicios y equipamiento.

9. **Sector Barrio Las Flores**

   Se caracteriza por ser un barrio que se desarrolló bajo el modelo de ciudad-jardín, predominando un carácter residencial de baja densidad con viviendas aisladas de entre 1 y 3 pisos con antejardín. De acuerdo con el decreto Nº138 (2016) que declara el barrio Las Flores como zona típica, "*…en el barrio se mezclan estilos arquitectónicos que tratan de reflejar la imagen europea de aquellos años, y que se comenzó a construir en Providencia en la década de 1940*". La trama urbana lo vuelve un sector ensimismado; existe una trama interior más contenida y solamente algunas de las calles se encuentran directamente conectadas con calles principales como Pocuro o Francisco Bilbao.

10. **Sector Barrio Italia**

    Este sector se caracteriza por edificaciones de fachada continua de 1 o 2 pisos de altura en donde conviven diversos usos: comercial, con tiendas de diseño, restaurantes y cafés; talleres de mueblistas, anticuarios, restauradores, mecánicos y artistas; y, en menor medida, residencial. Esta mixtura de usos y actividades se refleja en el espacio público, con un nivel importante de flujo peatonal.

11. **Sector Clemente Fabres**

    Es un sector de morfología edificatoria heterogénea: vivienda unifamiliar de 1 y 2 pisos, tanto aislada con antejardín como de fachada continua, y edificios aislados de hasta 7 pisos. Predomina el carácter residencial y barrial de menor escala.

12. **Sector Bustos**

Se trata de un sector en donde predomina el carácter residencial, con edificaciones aisladas de hasta 7 pisos y vivienda unifamiliar de hasta 2 pisos. Es un sector similar al área homogénea de Carlos Antúnez en morfología edificatoria y armado del espacio público pero con superficies prediales menores, lo que por lo tanto genera un grano más denso y compacto comparativamente.

13. **Sector Barrio Diego de Almagro**

Se caracteriza por una trama urbana inclinada con respecto a la trama que predomina en la comuna de Providencia. Si bien las manzanas son rectangulares, la forma de cuña que se produce con las calles Francisco Bilbao, Diego de Almagro y Eliecer Parada la vuelven una trama ensimismada, similar a lo que sucede con el sector Barrio Las Flores. Se trata de un sector predominantemente residencial, con casas aisladas y con antejardín de entre 1 y 3 pisos de altura.

FIGURA Nº 2.2-37: ZONAS HOMOGÉNEAS EN COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia.

2.2.2 Tarea 2.2 Variables de Movilidad

2.2.2.1 Espacio Público de Movilidad

El objetivo de esta subtarea es identificar y caracterizar el espacio público para el desplazamiento de personas.

Los resultados de esta caracterización y los análisis a realizar en etapas posteriores, permitirán entre otros, la priorización de zonas y tramos para intervención.

Este análisis tiene un enfoque multimodal y multidimensional, reconociendo la infraestructura específica para cada modo; pero desde la perspectiva de diseño urbano. Importante mencionar que este análisis es complementado con la información del catastro físico de la Tarea 3.3 que aborda la óptica del transporte.

Los planos temáticos analíticos que mostramos a continuación permiten entender cualidades y defectos de los llamados “entornos de movilidad”, que en su centro tiene la aplicación de la pirámide invertida que privilegia al peatón sobre el resto de los modos.

En función de ello, a continuación se barren diversos aspectos del espacio urbano a nivel global comunal y luego a nivel de estudio de perfiles de calles y avenidas.

Resulta muy relevante esta parte del análisis ya que la realidad urbana del espacio público condiciona la accesibilidad y la movilidad. El acceso a espacios verdes, a equipamientos, a los lugares de trabajo, en general a los bienes y servicios urbanos, así como el habitar doméstico y el ocio/esparcimiento de los ciudadanos, son las materias que mediante esta desagregación de capas temáticas se busca caracterizar.

2.2.2.1.1 Veredas

En términos de movilidad peatonal y la red de espacio público caminable, se observa que en su gran mayoría las veredas de la comuna cumplen con el ancho correspondiente para la ruta accesible. Aquellas que actualmente no cumplen corresponden a calles menores y locales, y tienden a concentrarse hacia el sector poniente y norte la comuna, además de un sector en torno al tramo poniente de Eliodoro Yáñez. Además, se observa que las intersecciones en general cuentan con pasos de rodados o rebajes de solera. Aquellas intersecciones que no las tienen se tratan de calles secundarias o menores.

FIGURA Nº 2.2-38: ANCHOS DE VEREDAS Y RUTA ACCESIBLE EN COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia en base a datos Municipalidad de Providencia.

FIGURA Nº 2.2-39: PASOS DE RODADOS EN COMUNA DE PROVIDENCIA (EN COLOR NARANJO)



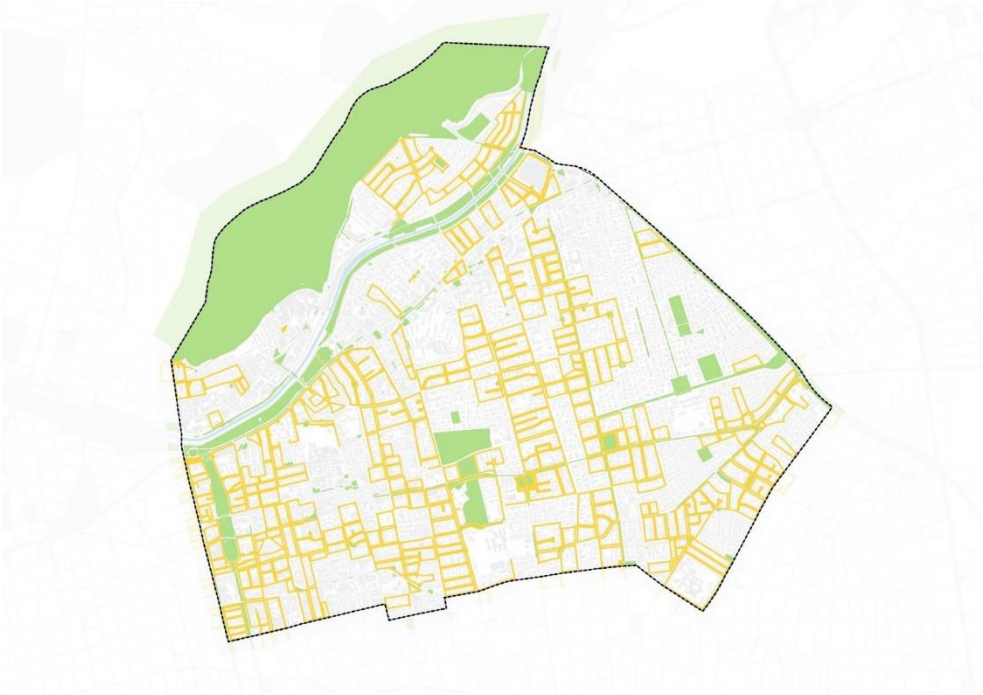
Fuente: Elaboración propia en base a datos Municipalidad de Providencia.

Por otra parte, se observa la presencia de veredas continuas como una característica transversal a la comuna. Se entiende por veredas continuas aquellas que son continuas en su recorrido porque los atraviesos con otras calles se producen al mismo nivel de la vereda. Es decir, la calzada es la que salva la diferencia de nivel en la intersección y por lo tanto no existe la necesidad de generar rebajes de solera.

La mayoría de las manzanas continuas se extienden entre 1 a 3 manzanas, sin embargo, existen áreas de mayor continuidad asociadas a algunos corredores como por ejemplo: Antonio Varas y Pedro de Valdivia (ambos zonas donde se interconectan por medio de veredas continuas de 3 o más manzanas).

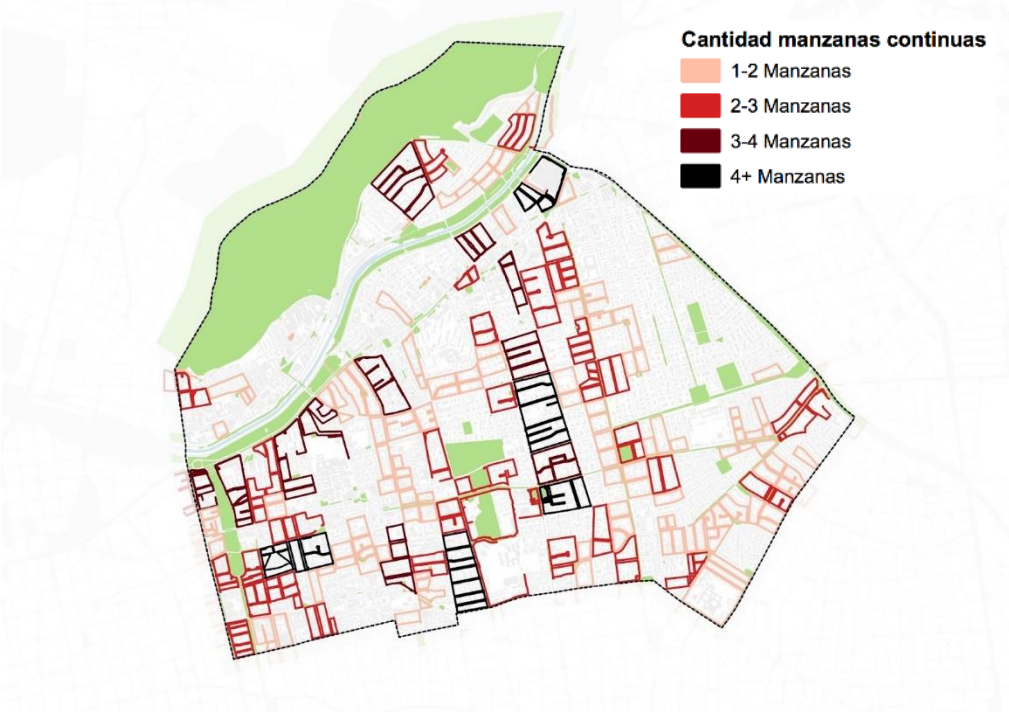
La mayoría de las manzanas con continuidad por veredas corren en el eje norte-sur y se concentran en algunos ejes específicos tales como: Parque Bustamante, y entre Los Leones - Pedro de Valdivia. Las manzanas con veredas continuas de multi orientación y las que corren de oriente a poniente, se distribuyen de manera homogénea en la comuna pero con una densidad menor que las norte-sur.

FIGURA Nº 2.2-40: CONTINUIDAD DE VEREDAS EN COMUNA DE PROVIDENCIA (MANZANAS QUE POSEEN VEREDAS CONTINUAS EN SU RECORRIDO O LO MISMO QUE ATRAVIESOS DE CALLE A NIVEL DE VEREDA)



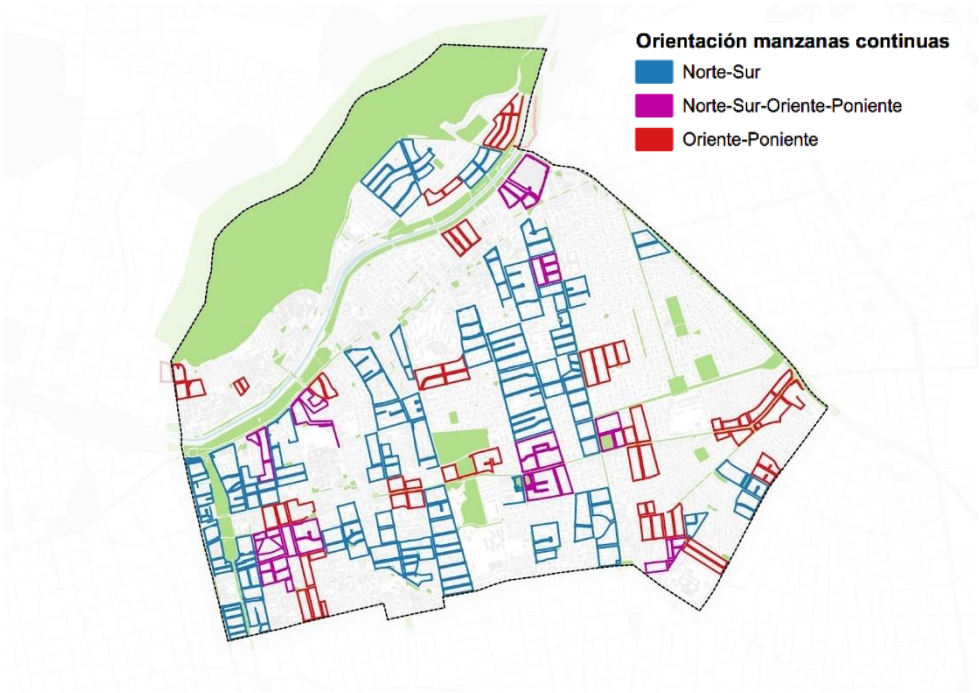
Fuente: Elaboración propia en base a datos Municipalidad de Providencia.

FIGURA Nº 2.2-41: CONTINUIDAD DE VEREDAS EN COMUNA DE PROVIDENCIA (SEGÚN NÚMERO DE VEREDAS CONECTADAS POR VEREDAS CONTINUAS O LO MISMO QUE ATRAVIESOS DE CALLE A NIVEL DE VEREDA)



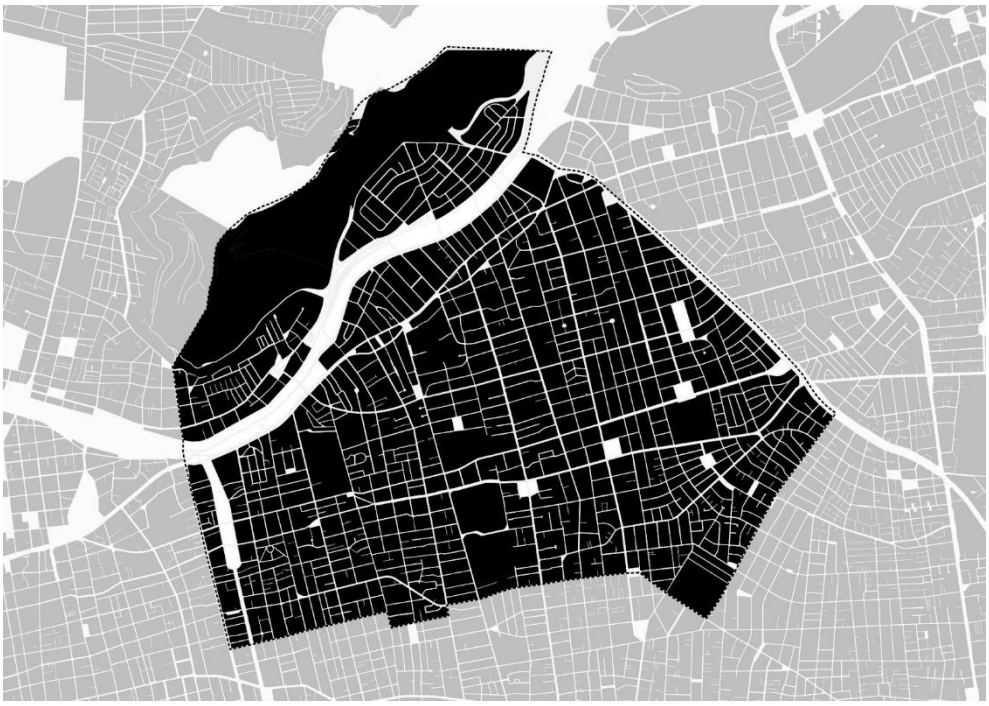
Fuente: Elaboración propia en base a datos Municipalidad de Providencia.

FIGURA Nº 2.2-42: CONTINUIDAD DE VEREDAS EN COMUNA DE PROVIDENCIA (SEGÚN ORIENTACIÓN DE LA CONEXIÓN ENTRE VEREDAS)



Fuente: Elaboración propia en base a datos Municipalidad de Providencia.

FIGURA Nº 2.2-43: TRAMA DE MANZANAS EN COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia en base a datos Censo 2017.

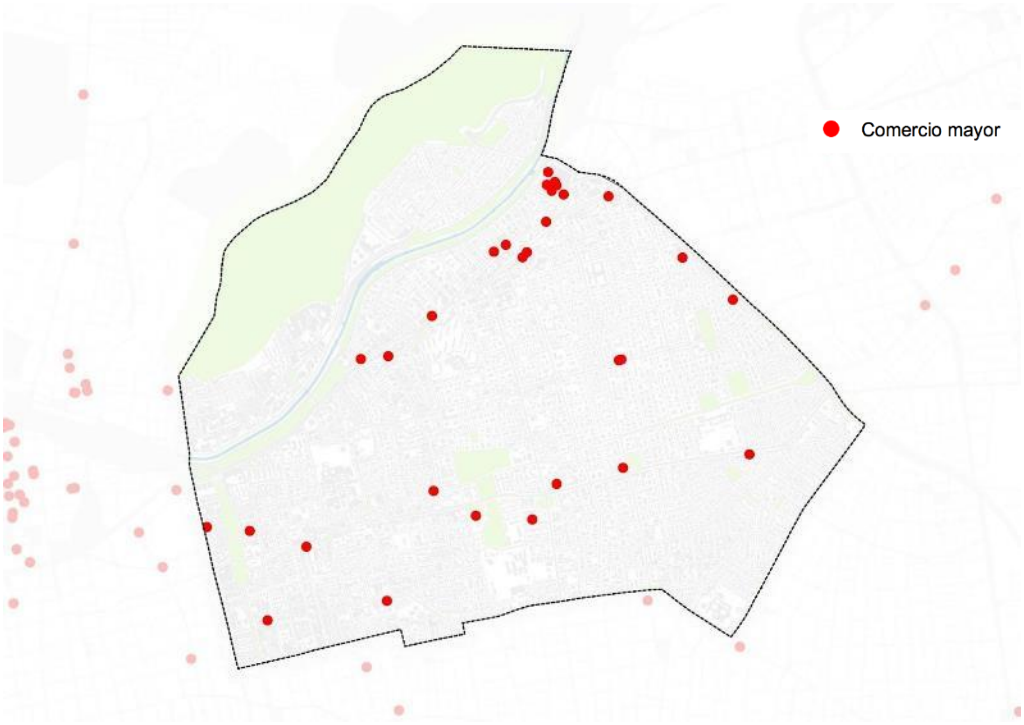
2.2.2.1.2 Equipamiento Comercial, Plazas y Parques

Se distingue como principal foco de equipamiento comercial el eje Providencia-Nueva Providencia. Además, es posible observar que esta tendencia se extiende al oriente por Vitacura, permeando hacia el sector de Isidora Goyenechea, y luego se prolonga por Apoquindo hasta Américo Vespucio.

Los barrios Italia y Bellavista se reconocen también como dos focos importantes de equipamiento comercial. En el caso de Bellavista, llama la atención que Pio Nono constituye un límite importante, y la mayoría de la actividad comercial del sector se concentra desde este eje hacia el oriente.

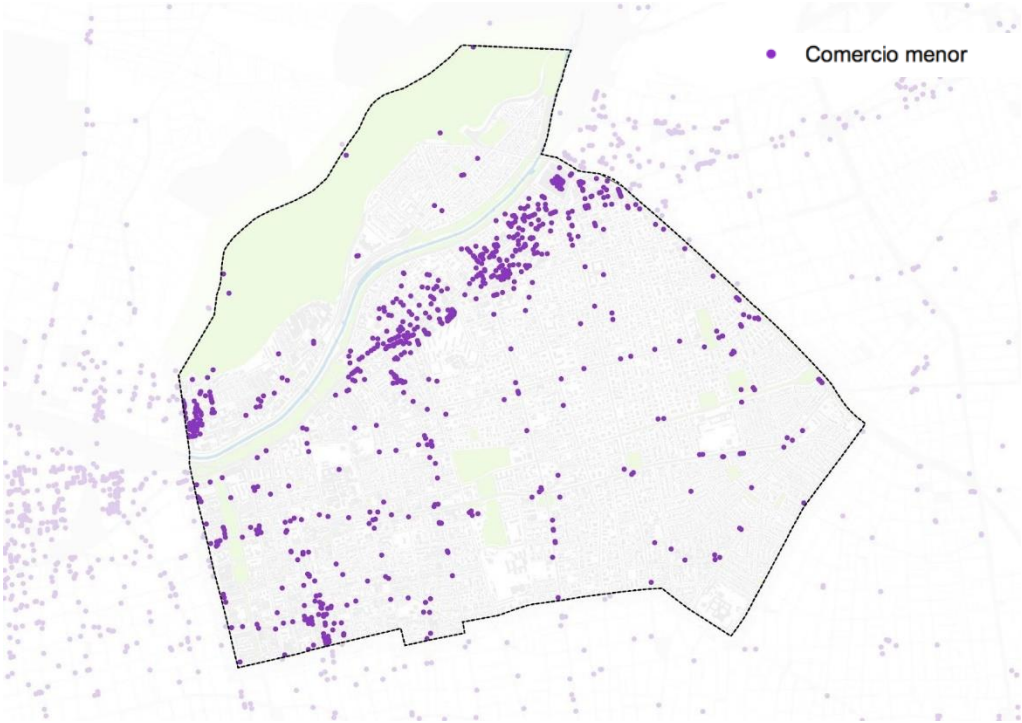
Además, se identifican las calles Pedro de Valdivia, Manuel Montt y Pocuro como ejes en torno a los cuales se ubican equipamientos comerciales menores.

FIGURA Nº 2.2-44: EQUIPAMIENTOS COMERCIALES EN COMUNA DE PROVIDENCIA (MAYORES*)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de OSM (Open Street Maps, extracción Noviembre 2021).
(*) Se consideran dentro de esta categoría equipamientos considerados mayores, tanto en superficie como flujo de gente que pueden atender, tales como supermercados, malls, galerías y retailers de cadenas con presencia nacional.

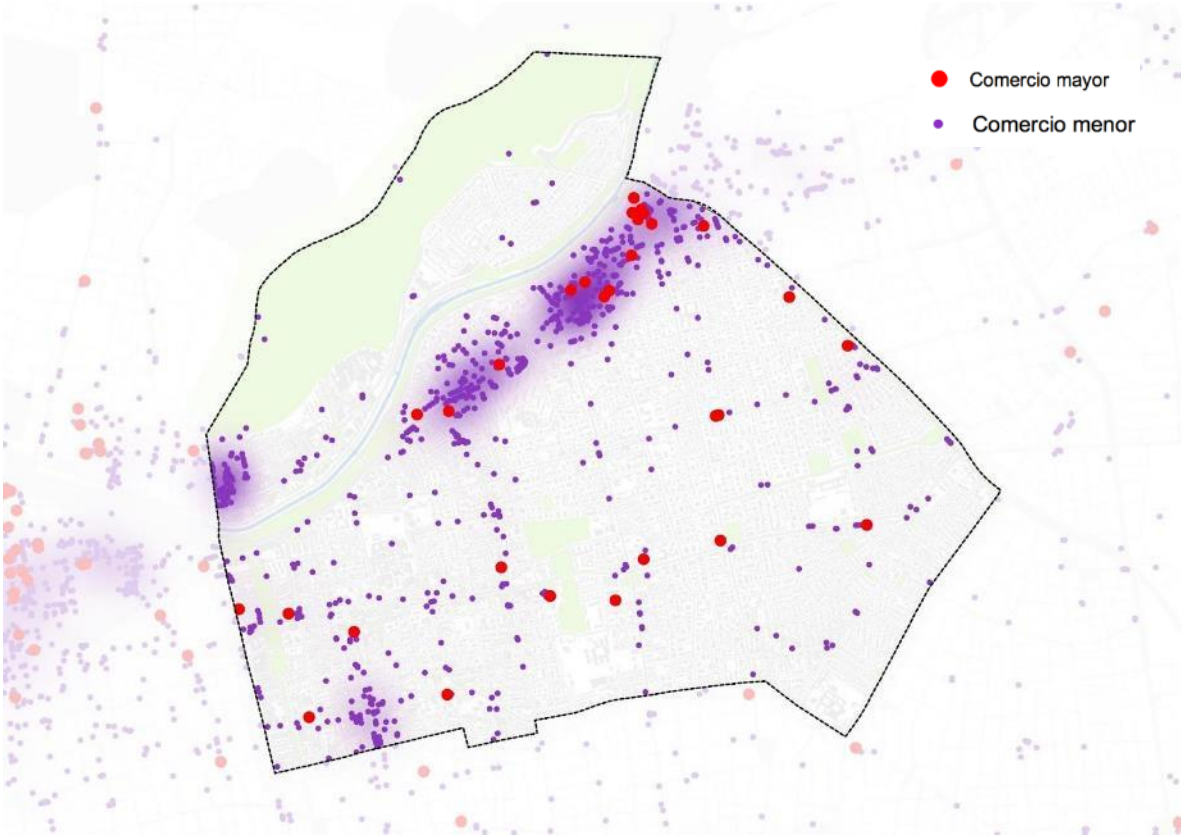
FIGURA Nº 2.2-45: EQUIPAMIENTOS COMERCIALES EN COMUNA DE PROVIDENCIA (MENORES*)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de OSM (Open Street Maps, extracción Noviembre 2021).
(*): Se consideran dentro de esta categoría equipamientos considerados menores tales como cafés y heladerías, restaurantes, farmacias, locales de comida rápida y pubs

Se observa que los equipamientos comerciales mayores refuerzan la tendencia de ubicación de los equipamientos comerciales menores. El eje Providencia-Nueva Providencia es el principal foco tanto de equipamientos comerciales mayores como menores, y luego, es posible identificar el eje de Francisco Bilbao como uno en que predominan los equipamientos comerciales mayores.

FIGURA Nº 2.2-46: EQUIPAMIENTOS COMERCIALES EN COMUNA DE PROVIDENCIA (COMPILADO)



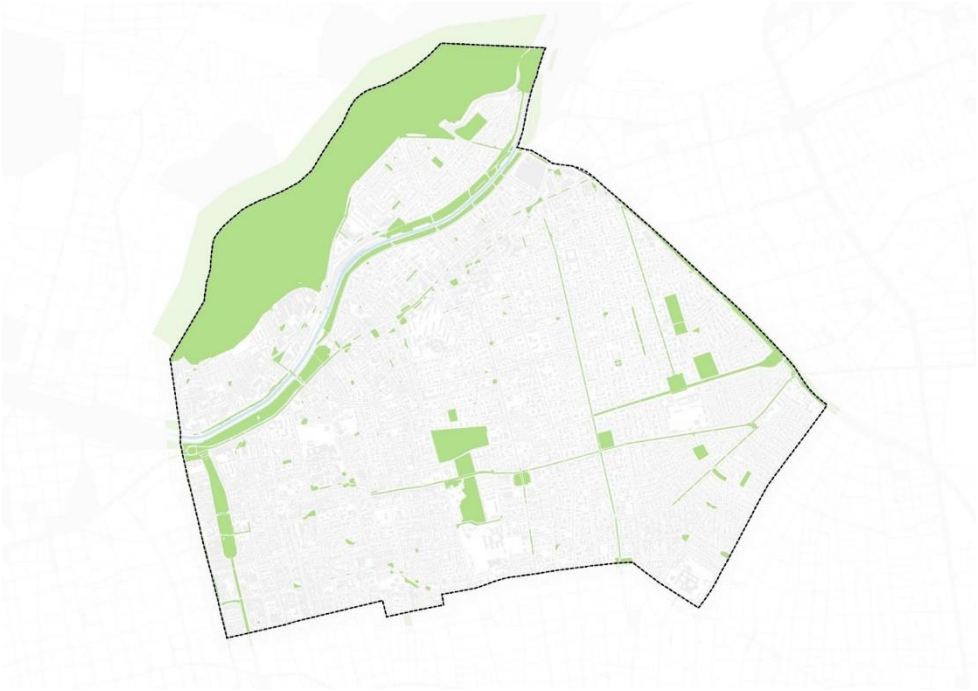
Fuente: Elaboración propia en base a datos de OSM (Open Street Maps, extracción Noviembre 2021).

En primer lugar, se distingue el ParqueMet como la principal área verde de Providencia. Como parque urbano de escala metropolitana es un importante atractor de flujos tanto locales como intercomunales. Según datos del Minvu, el 2018 tuvo más de 6 millones de visitas, de las cuales 1.754.040 corresponden a ciclistas (29,16%), 997.874 a peatones (16,59%), 481.215 a autos (8%).

En una segunda escala, hacia el sector norte y poniente de Providencia destacan los parques Bustamante, Balmaceda, Uruguay y el conjunto de parques lineales y plazas junto al río Mapocho. En el centro de la comuna se distingue el conjunto de la plaza y parque Inés de Suárez, que en su totalidad componen un foco importante de área verde. Si bien actualmente el terreno Los Estanques (propiedad de Aguas Andinas) se encuentra cercado y por lo tanto sin posibilidad de acceso público, se incorpora en el plano ya que refuerza esta pieza de área verde.

Hacia el oriente de Los Leones se observa una mayor presencia de plazas de barrio y avenidas con bandejones verdes (Pocuro, Diego de Almagro, Los Leones, Hernando de Aguirre, El Bosque).

FIGURA Nº 2.2-47: RED DE PARQUES Y PLAZAS EN COMUNA DE PROVIDENCIA (EN COLOR VERDE)

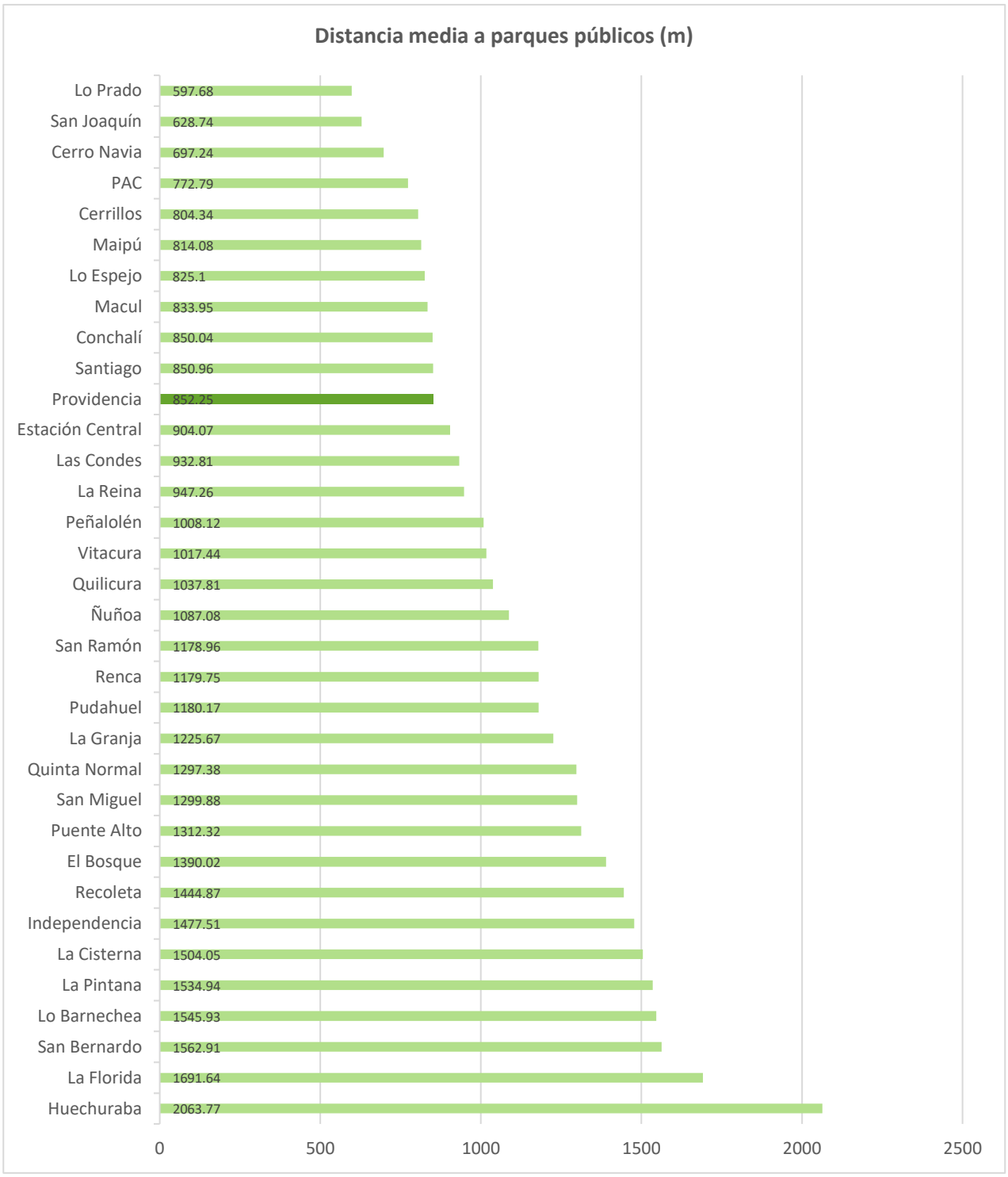


Fuente: Elaboración propia en base a datos Municipalidad de Providencia.

El Sistema de Indicadores y Estándares de Desarrollo Urbano (SIEDU) desarrollado por la PNDU establece como estándar mínimo una distancia media de 3000 m a parques públicos, medido desde el centro de cada manzana al parque más cercano. A nivel de las comunas dentro del radio urbano de la Región Metropolitana, Providencia se ubica en el lugar número 11 con una media de 852,25 m, cumpliendo con creces con el estándar mínimo. En el caso de la distancia a las plazas públicas, el SIEDU establece como estándar mínimo una distancia media de 400 m, y si bien Providencia cumple con el estándar al tener con una media de 345,05 m, se encuentra dentro de las 10 comunas que más lejos se encuentran a plazas públicas de la Región Metropolitana.

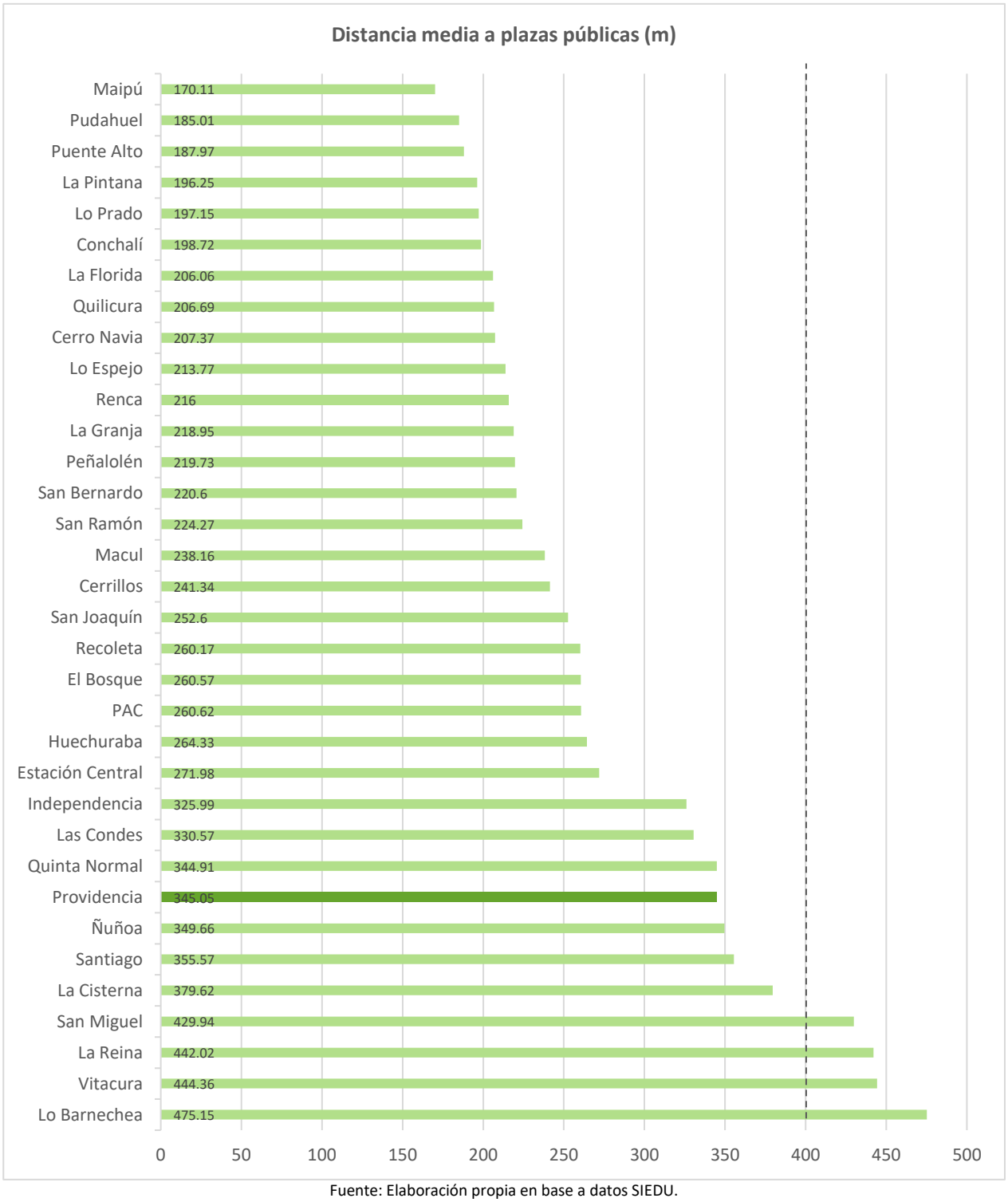
Ahora bien, al observar la superficie de área verde pública por habitante en la Región Metropolitana, Providencia se ubica en el lugar número 4 con 14,94 m2 de área verde por habitante, siendo 1 de las 6 comunas que superan el estándar de 10 m2 de área verde por habitante establecido por el SIEDU.

FIGURA Nº 2.2-48: DISTANCIA MEDIA A PARQUES PÚBLICOS EN COMUNA DE PROVIDENCIA



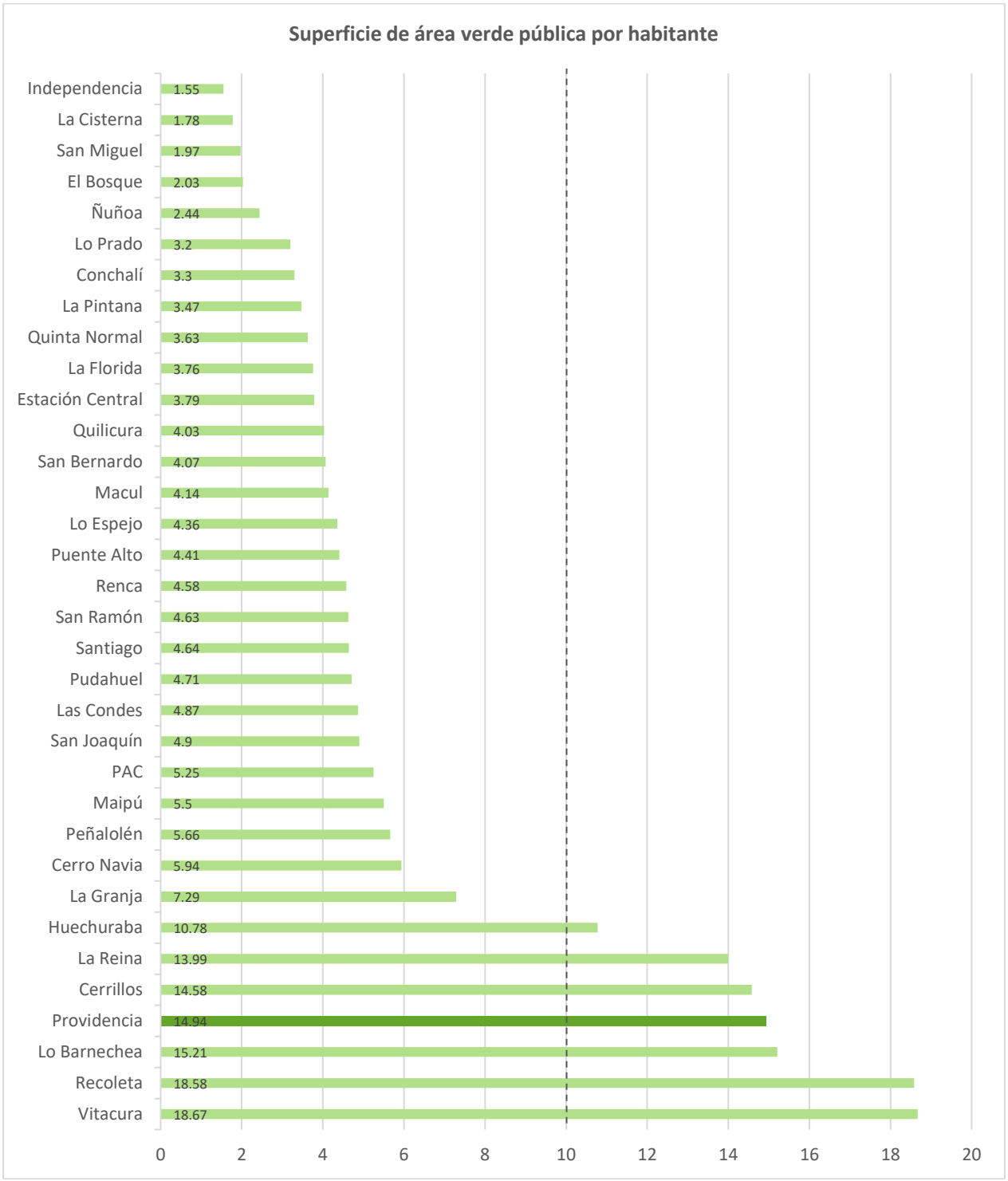
Fuente: Elaboración propia en base a datos SIEDU.

FIGURA Nº 2.2-49: DISTANCIA MEDIA A PLAZAS PÚBLICAS EN COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia en base a datos SIEDU.

FIGURA Nº 2.2-50: SUPERFICIE DE ÁREA VERDE PÚBLICA POR HABITANTE EN COMUNA DE PROVIDENCIA



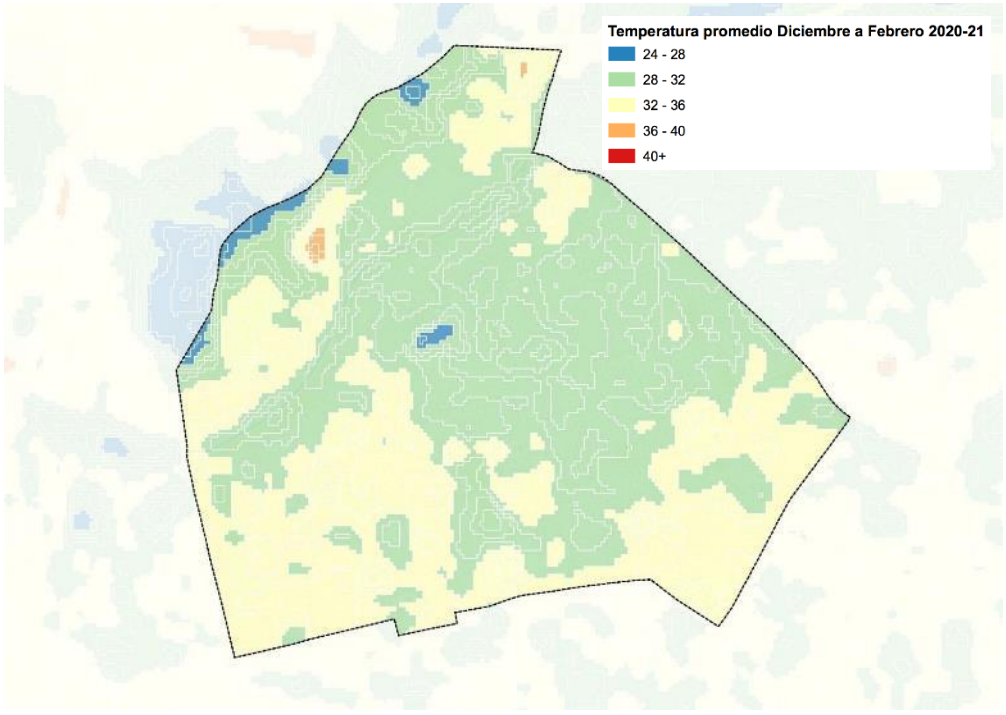
Fuente: Elaboración propia en base a datos SIEDU.

2.2.2.1.3 Clima, Arbolado y Ruido

Se observan mayoritariamente dos rangos de temperatura promedio en la comuna: 28ºC a 32ºC en el sector centro, oriente y parte del sector norte, y 32ºC a 36ºC en el sector sur-oriente, nor-oriente y hacia el poniente. En términos generales, es posible afirmar que el sector oriente de la comuna tiene un rango de temperatura promedio menor que el sector poniente.

Se distingue una temperatura promedio de 24ºC a 28ºC hacia la cima del cerro San Cristóbal y en los jardines centrales del condominio EMPART. En los únicos puntos en que se aprecia una temperatura promedio de 36ºC a 40ºC es en un área del cerro San Cristóbal, una entre Pedro de Valdivia Norte y Bellavista y que corresponde a una antigua cantera y la otra al oriente de Pedro de Valdivia Norte.

FIGURA Nº 2.2-51: TEMPERATURA PROMEDIO CICLO DICIEMBRE-FEBRERO 2020-2021 EN COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia en base a datos Dirección Meteorológica de Chile.

Se observa una distribución homogénea de arbolado, los cuales están presentes en prácticamente casi todas las calles de la comuna, con excepción de algunas calles oriente-poniente en el barrio Parque Bustamante.

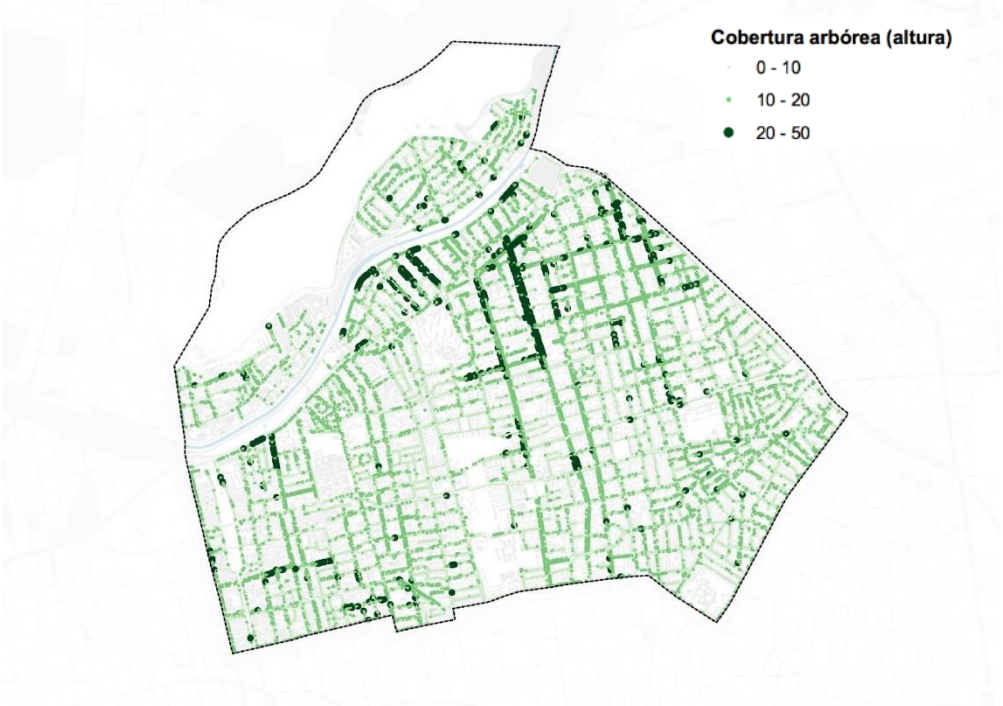
Al analizar la cobertura arbórea de acuerdo a la altura de los individuos se identifica que los de 0 a 10 m y 10 a 20 m se encuentran presentes de manera relativamente homogénea a lo largo de la comuna. Destacan los individuos de una altura mayor a 20 m en los sectores de Ricardo Lyon y Pedro de Valdivia en el tramo entre Eliodoro Yáñez y Providencia; los de las calles La Concepción, Padre Mariano y Antonio Bellet en el sector entre Providencia y Andrés Bello; el sector de calle Lota en las intersecciones con El Bosque y Hernando de Aguirre; en calle Condell en el barrio Los Obispos, además de algunos ejemplares dispersos por el resto de la comuna. Cabe destacar que más del 80% de los árboles de entre 20 y 50 m corresponden a la especie Plátano Oriental.

FIGURA Nº 2.2-52: ARBOLADO EN COMUNA DE PROVIDENCIA



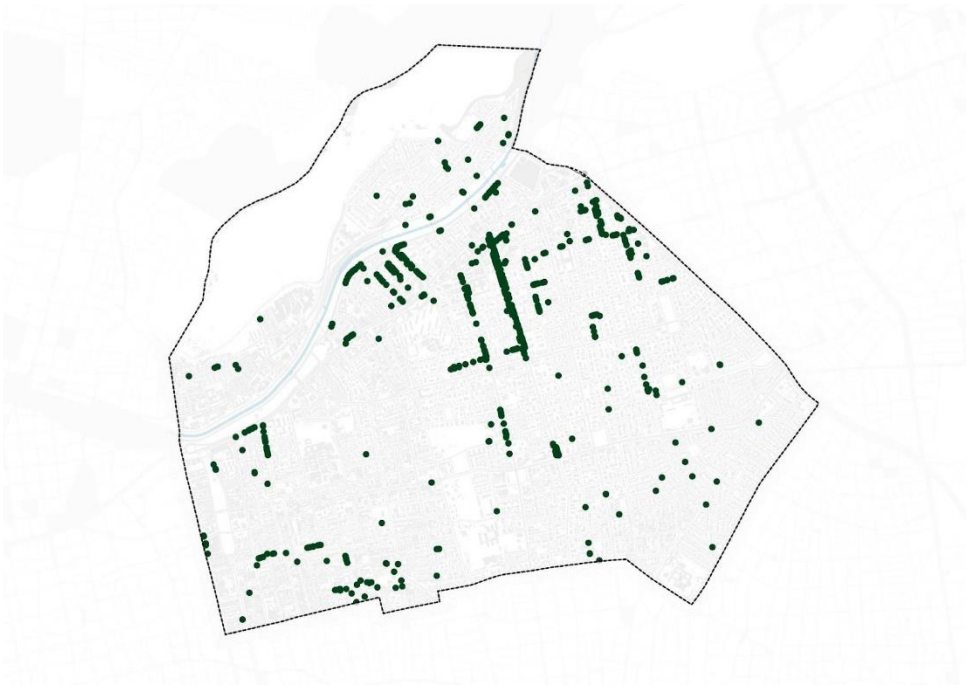
Fuente: Elaboración propia en base a datos Municipalidad de Providencia.

FIGURA Nº 2.2-53: ALTURA DE ARBOLADO EN COMUNA DE PROVIDENCIA (M)



Fuente: Elaboración propia en base a datos Municipalidad de Providencia.

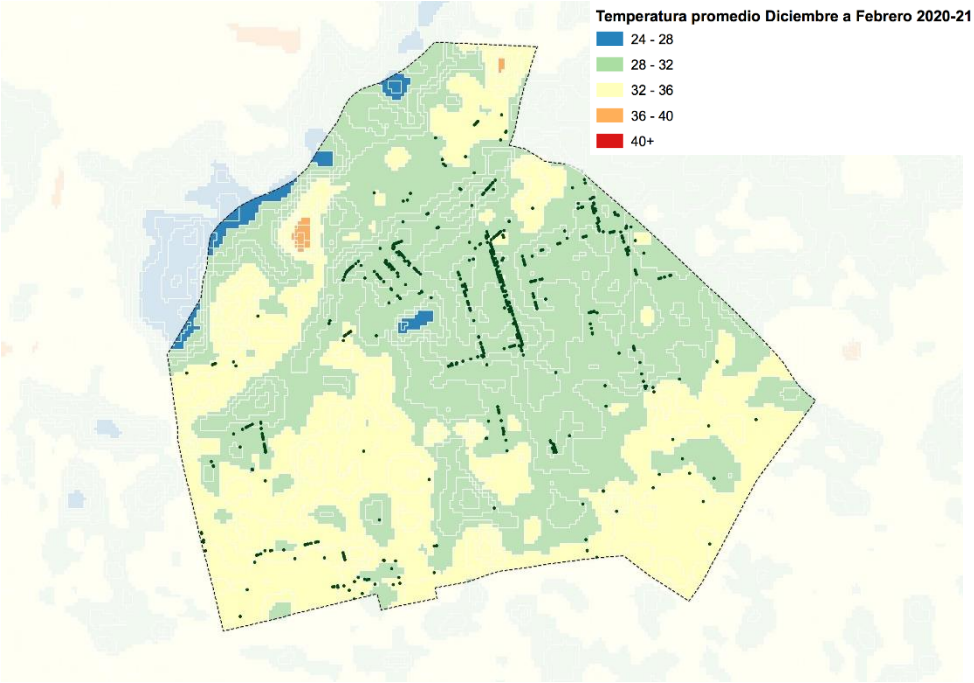
FIGURA Nº 2.2-54: ALTURA ARBOLADO SOBRE 20 METROS EN COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia en base a datos Municipalidad de Providencia.

Al superponer la temperatura promedio en el ciclo diciembre-febrero 2020-2021 y los árboles de altura mayor a 20 m, se observa que mayoritariamente los árboles de gran altura se encuentran en la zona de temperatura de 28ºC a 32ºC, salvo excepciones que en general se tratan de individuos puntuales y no grandes agrupaciones de árboles. Es importante señalar que la data refiere a altura de los individuos y no cobertura de copa, por lo que para definir una correlación entre ambas variables que sea corroborable requiere de un análisis en una escala menor.

FIGURA Nº 2.2-55: SUPERPOSICIÓN TEMPERATURA PROMEDIO Y ALTURA ARBOLADO SOBRE 20 METROS EN COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia en base a datos Municipalidad de Providencia.

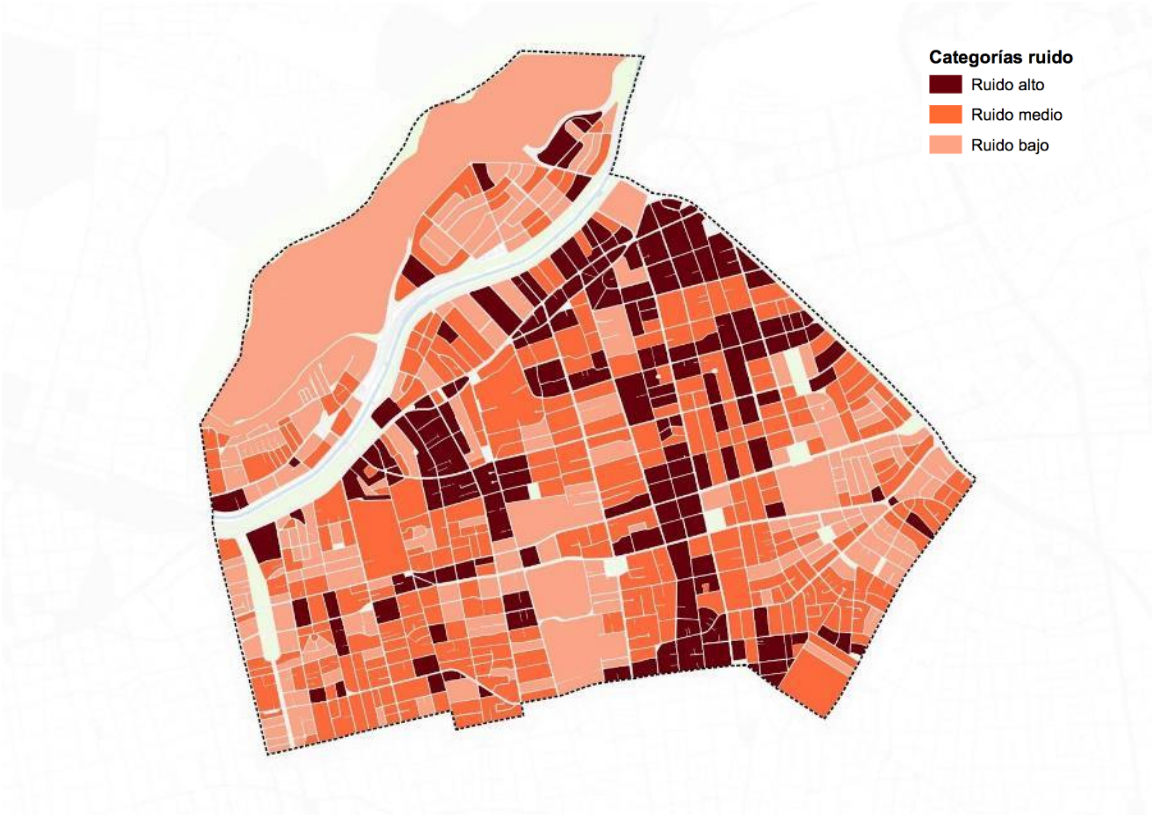
Para el análisis de ruido por manzana, se definieron tres categorías: ruido bajo (menor a 68 dB), ruido medio (entre 68 y 69,99 dB) y ruido alto (mayor a 70 dB).

Predomina el nivel de ruido medio con un 46,8% del total de manzanas, y las cuales se presentan de manera relativamente homogénea a lo largo de la comuna.

Un 27,15% de las manzanas tienen un nivel de ruido alto, que se concentra principalmente en el sector oriente de la comuna en torno a los ejes de Suecia, Carlos Antúnez y Providencia y Nueva Providencia, destacando el sector al norte de Lota, Barcelona y Fidel Oteíza. Se distingue también un alto ruido en los sectores en torno a los ejes de Eliodoro Yáñez y Providencia entre Antonio Varas y Salvador, en Alférez Real entre Manuel Montt y Salvador y en el barrio Pedro de Valdivia Norte al oriente de avenida El Cerro.

Finalmente, un 26,05% de las manzanas presenta un nivel de ruido bajo. Destacan en este grupo manzanas en los barrios Plaza Uruguay, Diego de Almagro, Las Flores, Pedro de Valdivia Norte, Los Obispos, Inés de Suárez y Parque Bustamante, lo que coincide con el análisis anterior que indica que son sectores con baja altura de edificación y baja densidad habitacional.

FIGURA Nº 2.2-56: RUIDO POR MANZANA EN COMUNA DE PROVIDENCIA



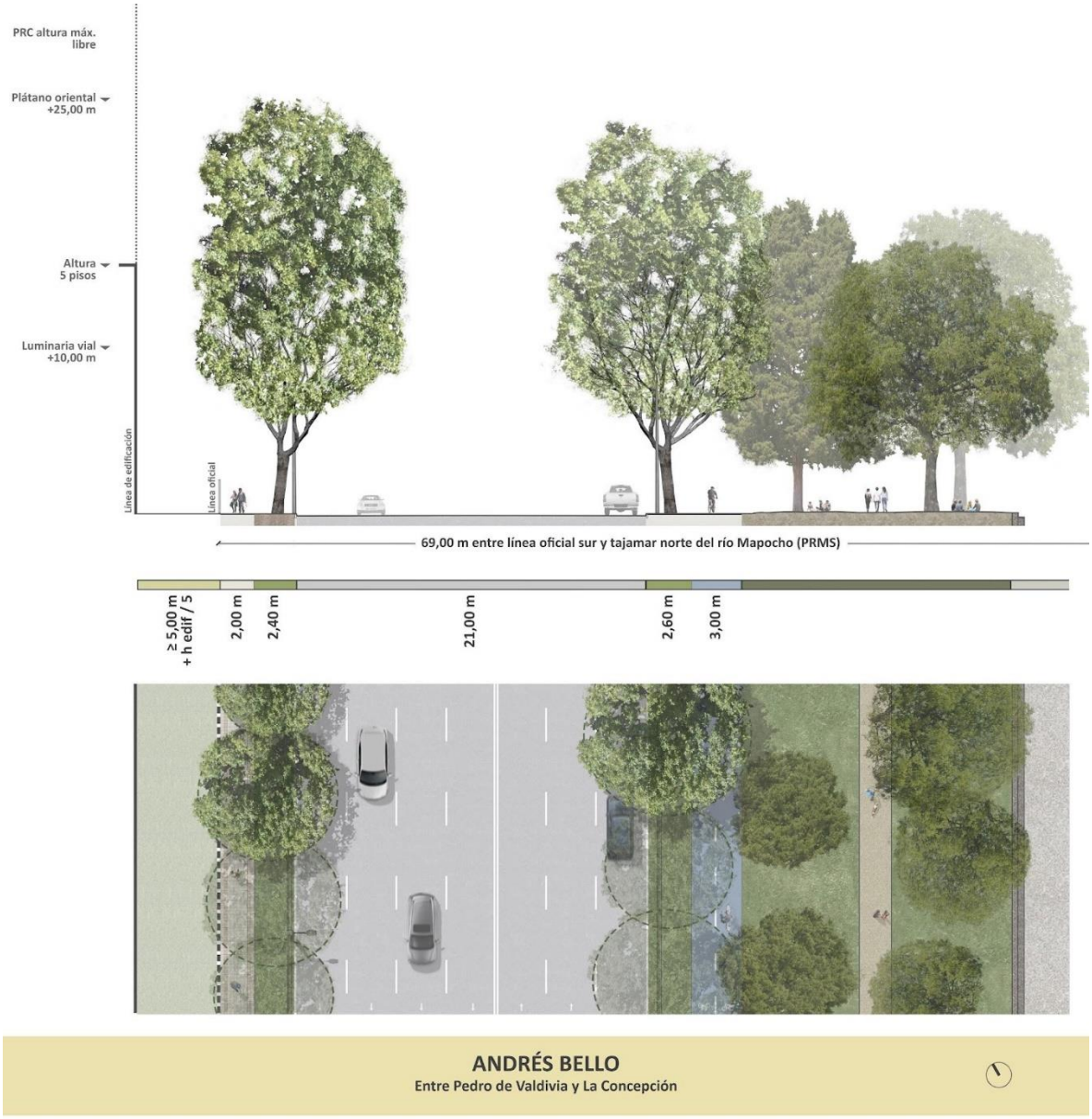
Fuente: Elaboración propia en base a datos Municipalidad de Providencia.

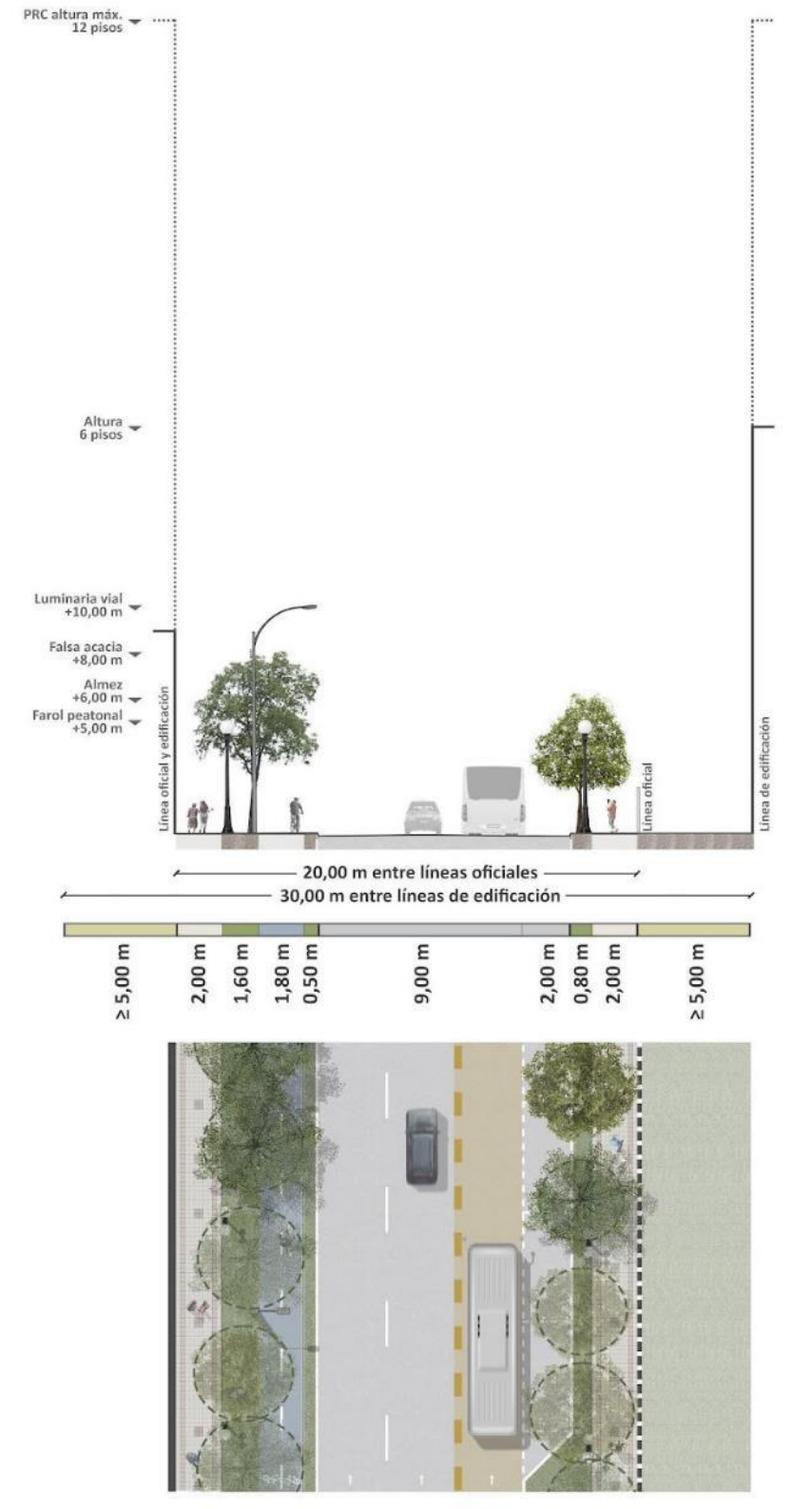
2.2.2.1.4 Perfiles y Plantas de Corredores de Red Vial Estructurante Comunal

Para complementar la lectura a nivel comunal general, se muestran a continuación la caracterización a nivel de perfiles y plantas de detalle de los corredores de red vial estructurante de la comuna.

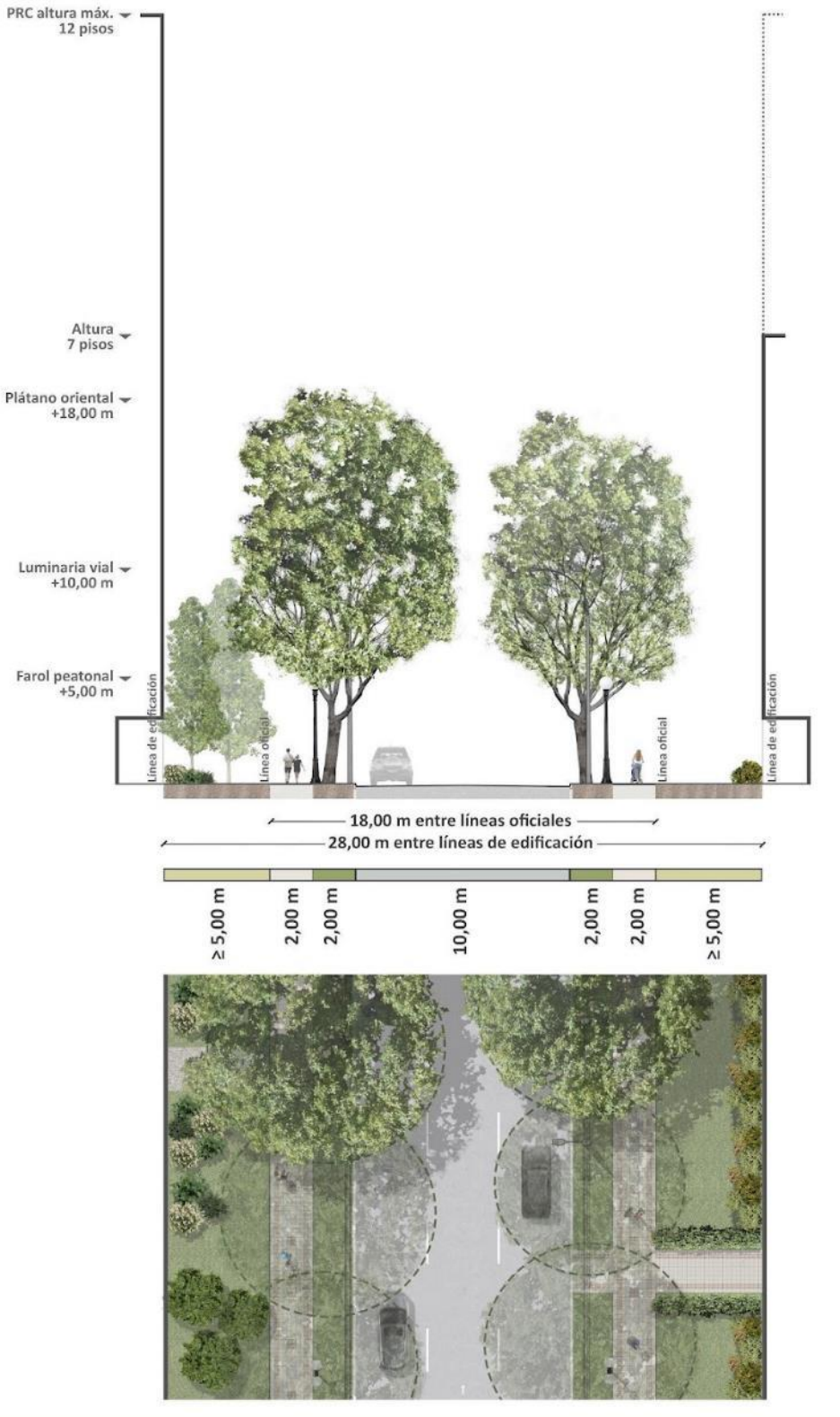
Se muestran los corredores que coinciden con los puntos de medición definidos en este mismo informe, lo cual permitirá luego aplicar un análisis integrado entre diseño urbano y movilidad urbana (flujos y velocidad).

FIGURA Nº 2.2-57: PERFILES DE DISEÑO URBANO DE CORREDORES SINGULARES

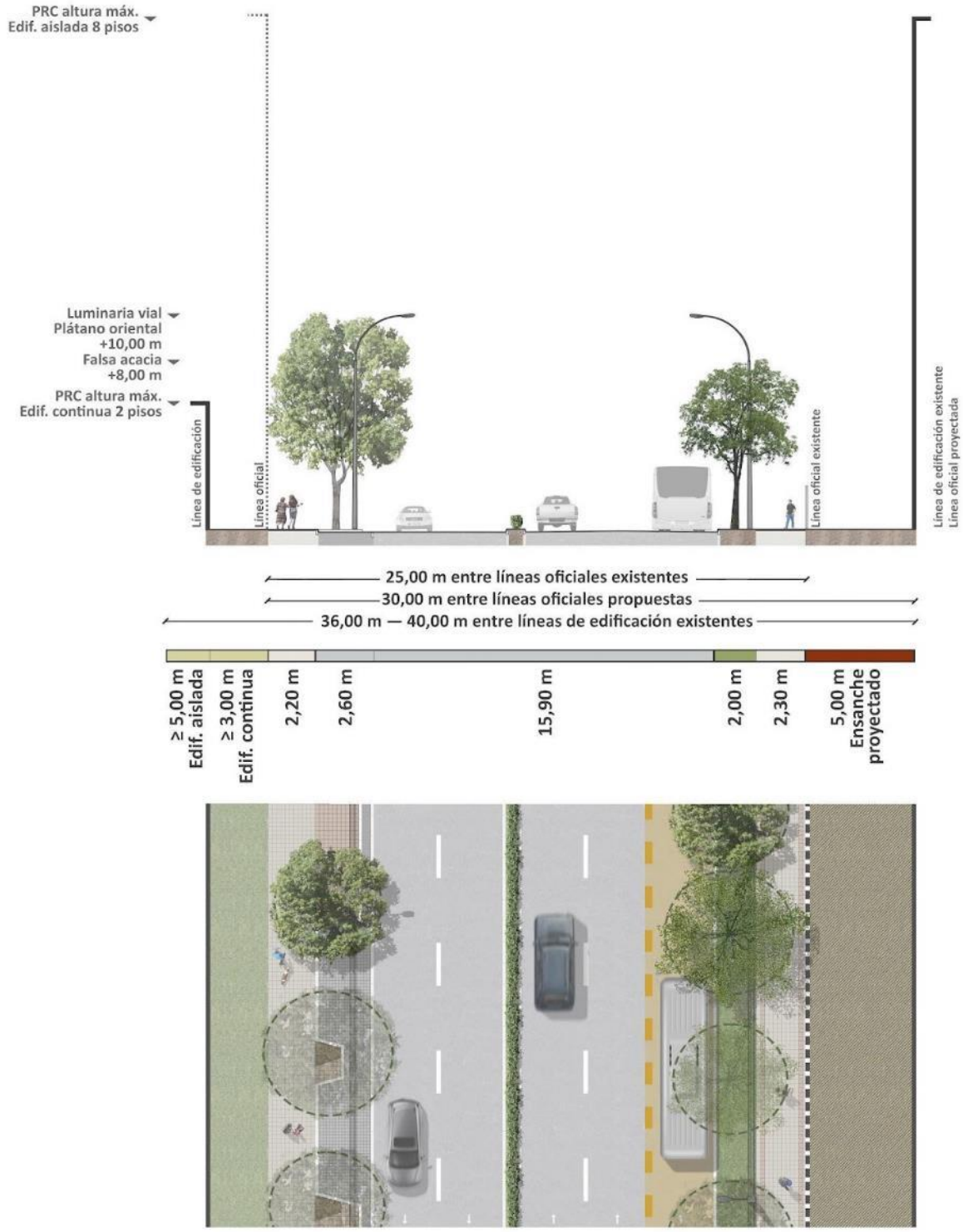




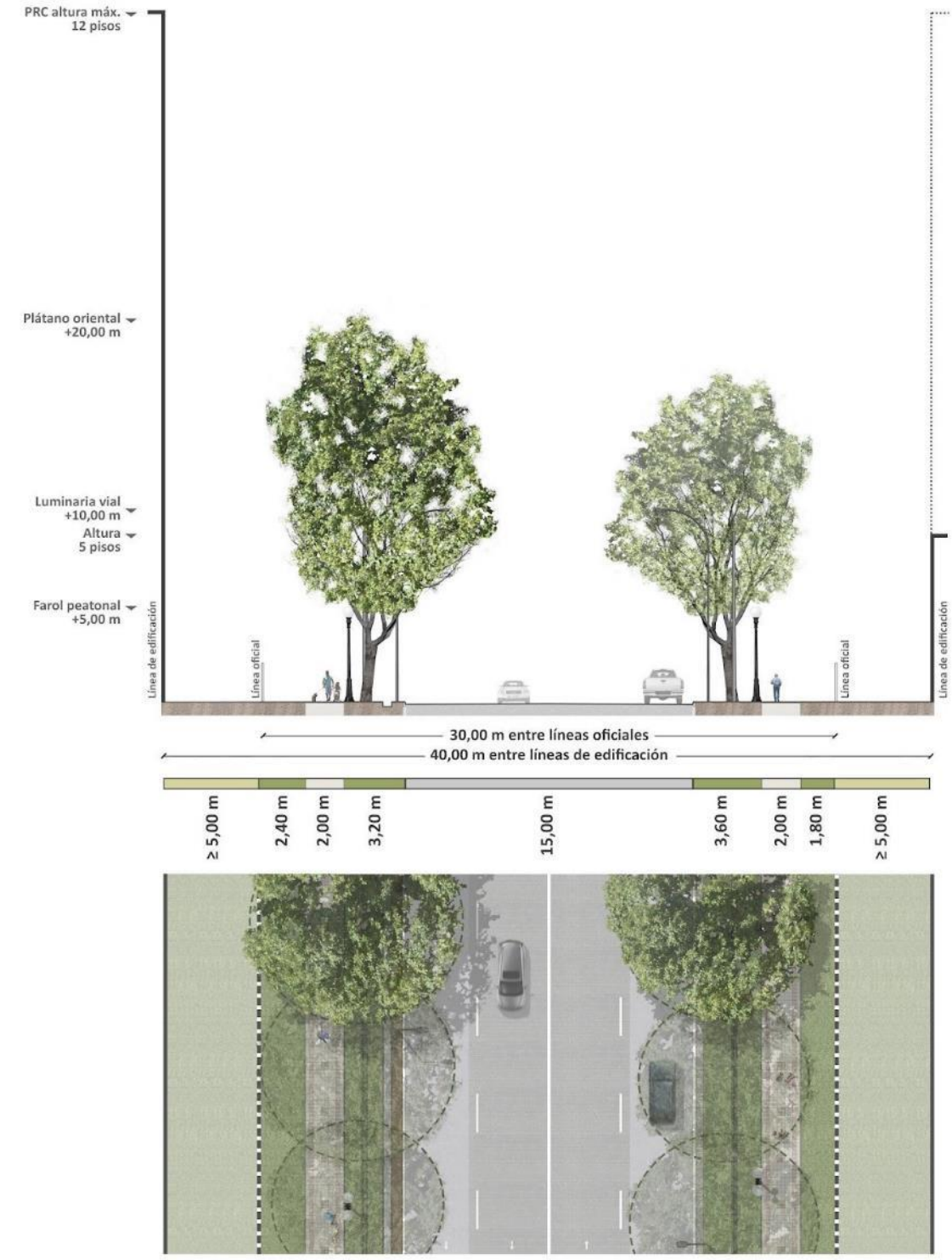
ANTONIO VARAS
Entre Alférez Real-Pocuro y Eliodoro Yáñez



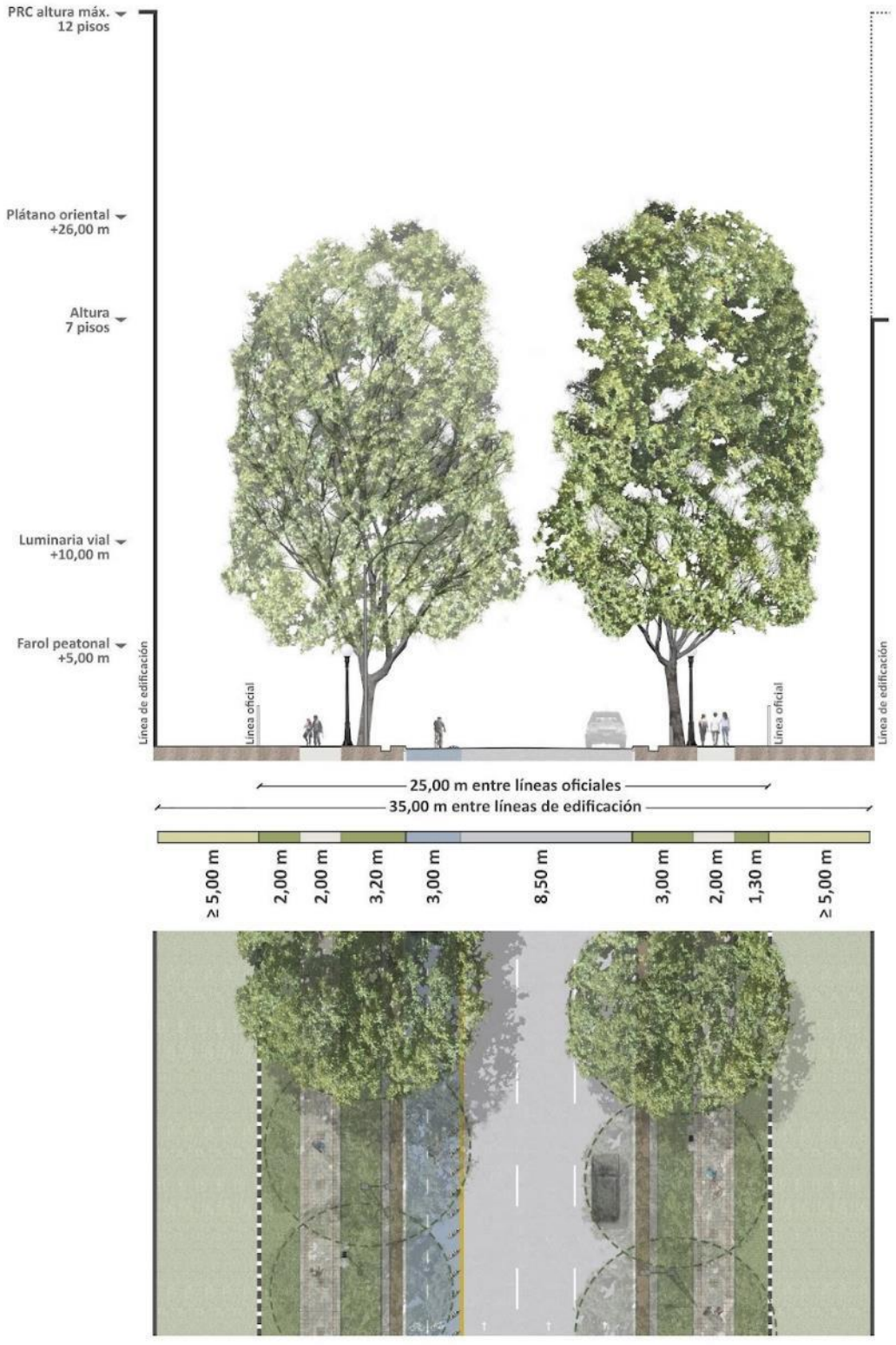
CARLOS ANTÚNEZ
Entre Los Leones y Holanda



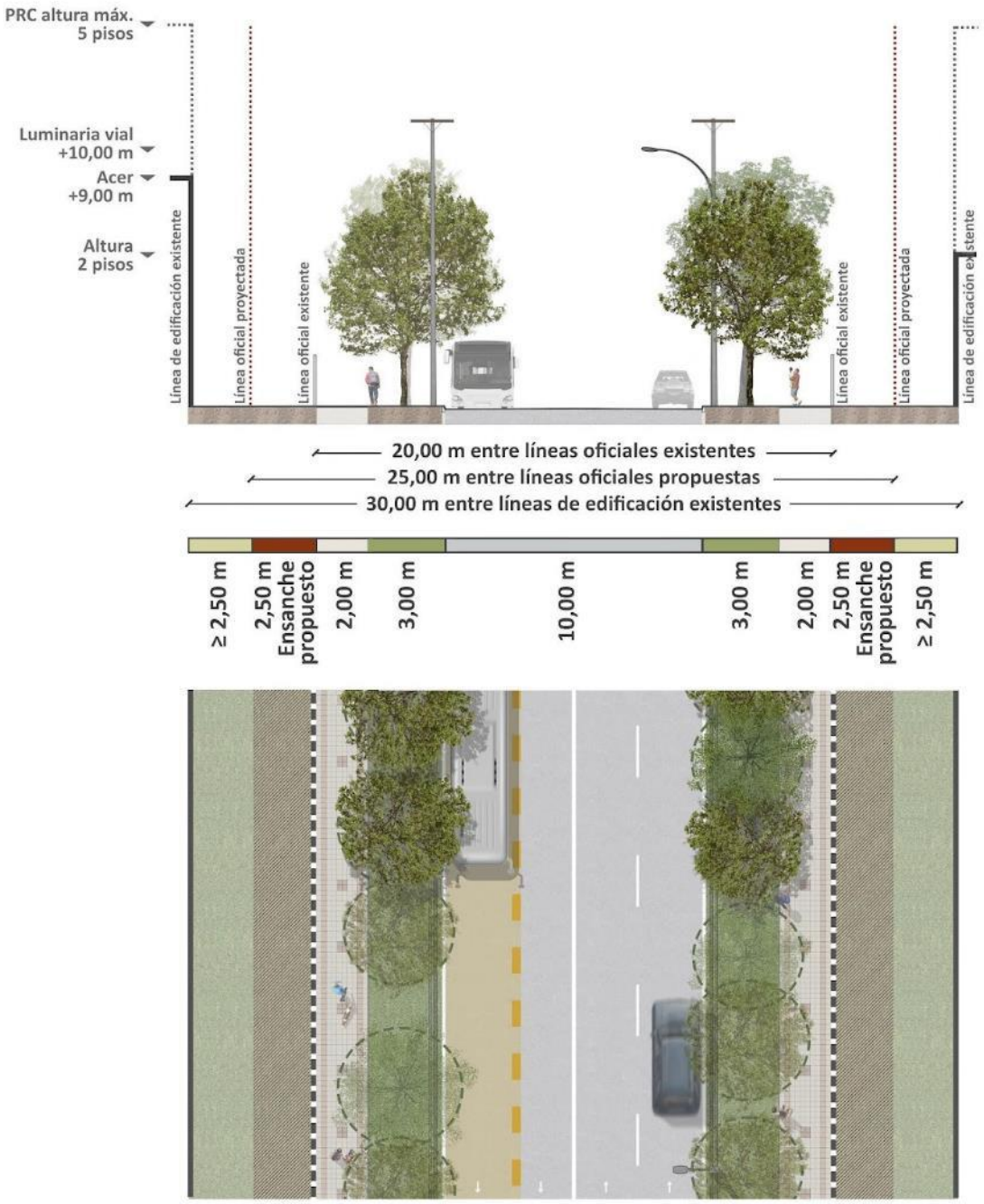
FRANCISCO BILBAO
Entre Pedro de Valdivia y Ricardo Lyon



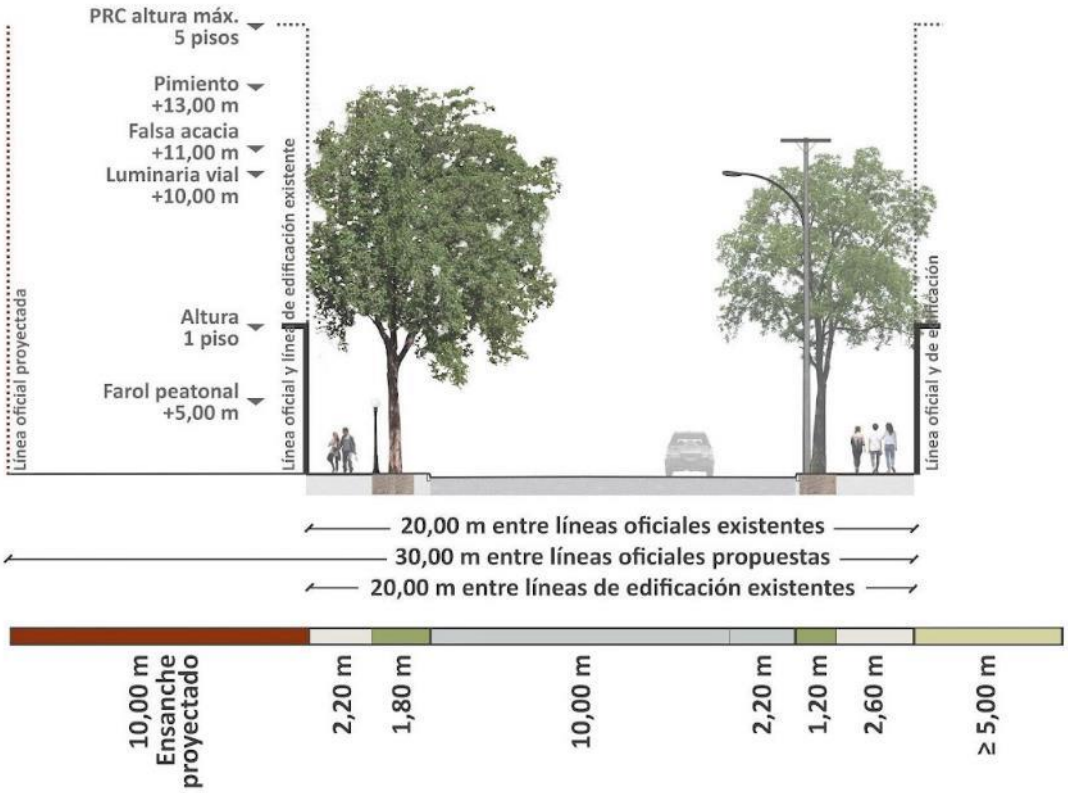
PEDRO DE VALDIVIA
Entre Bustos y Diego de Almagro

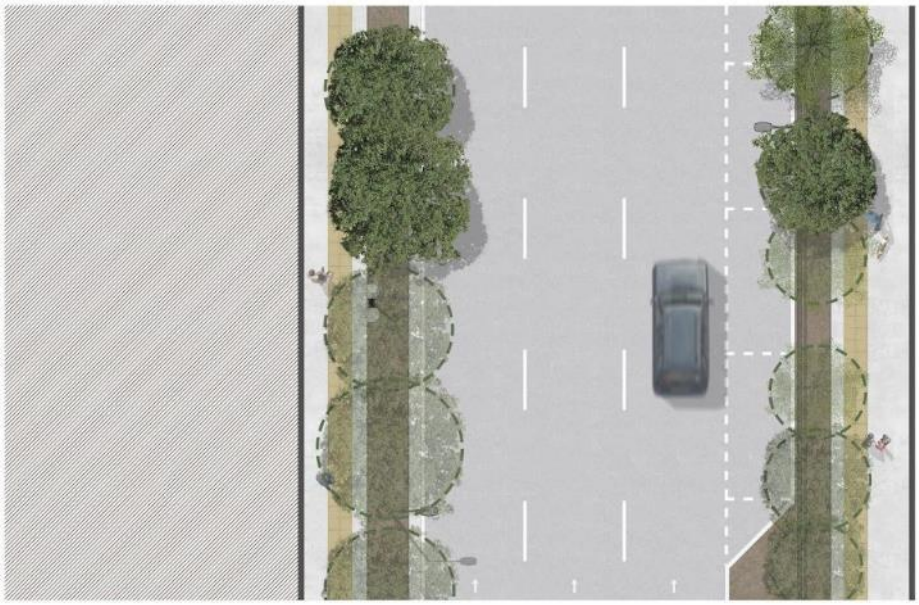


RICARDO LYON
Entre Carlos Antúnez y Lota



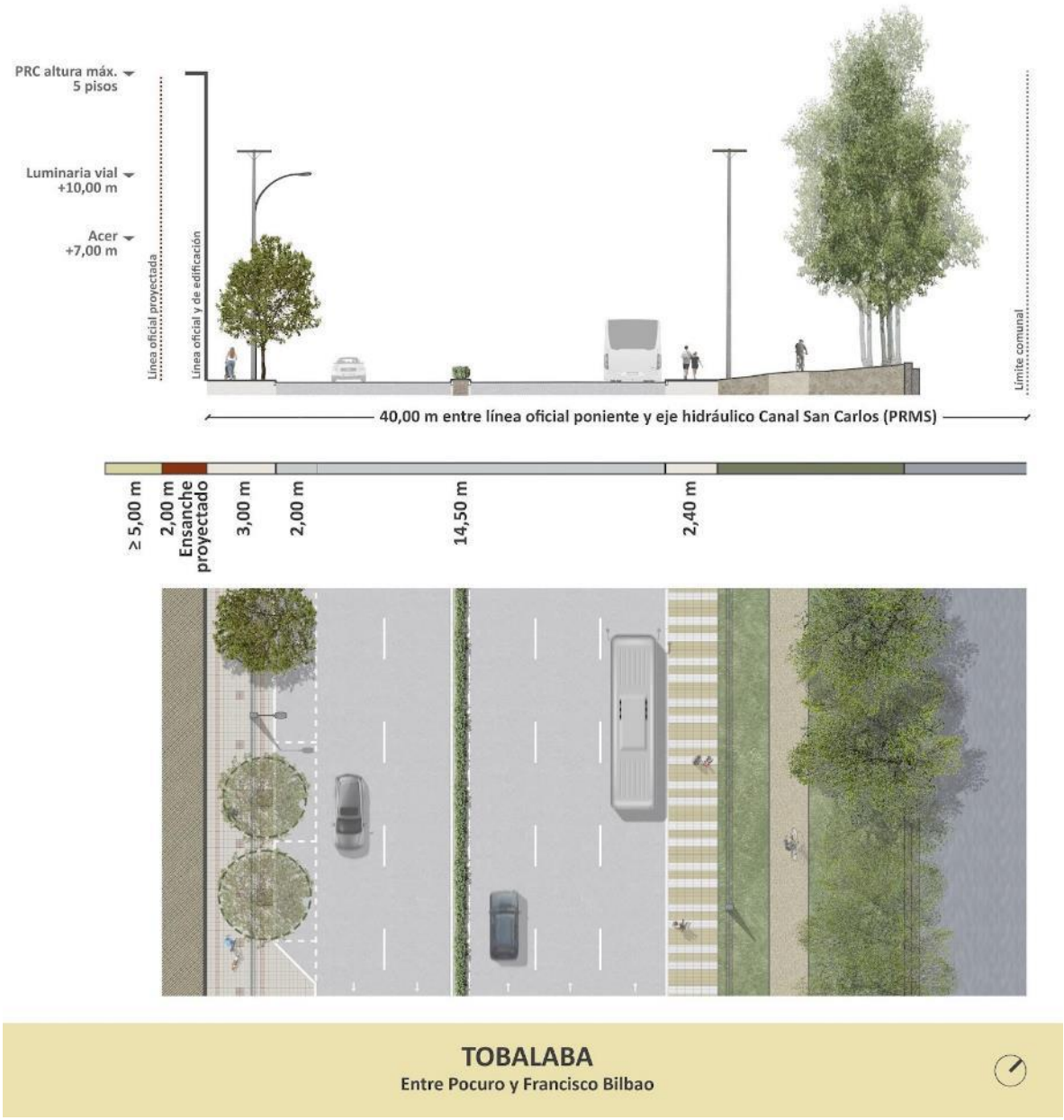
SALVADOR
Entre Francisco Bilbao y Santa Isabel



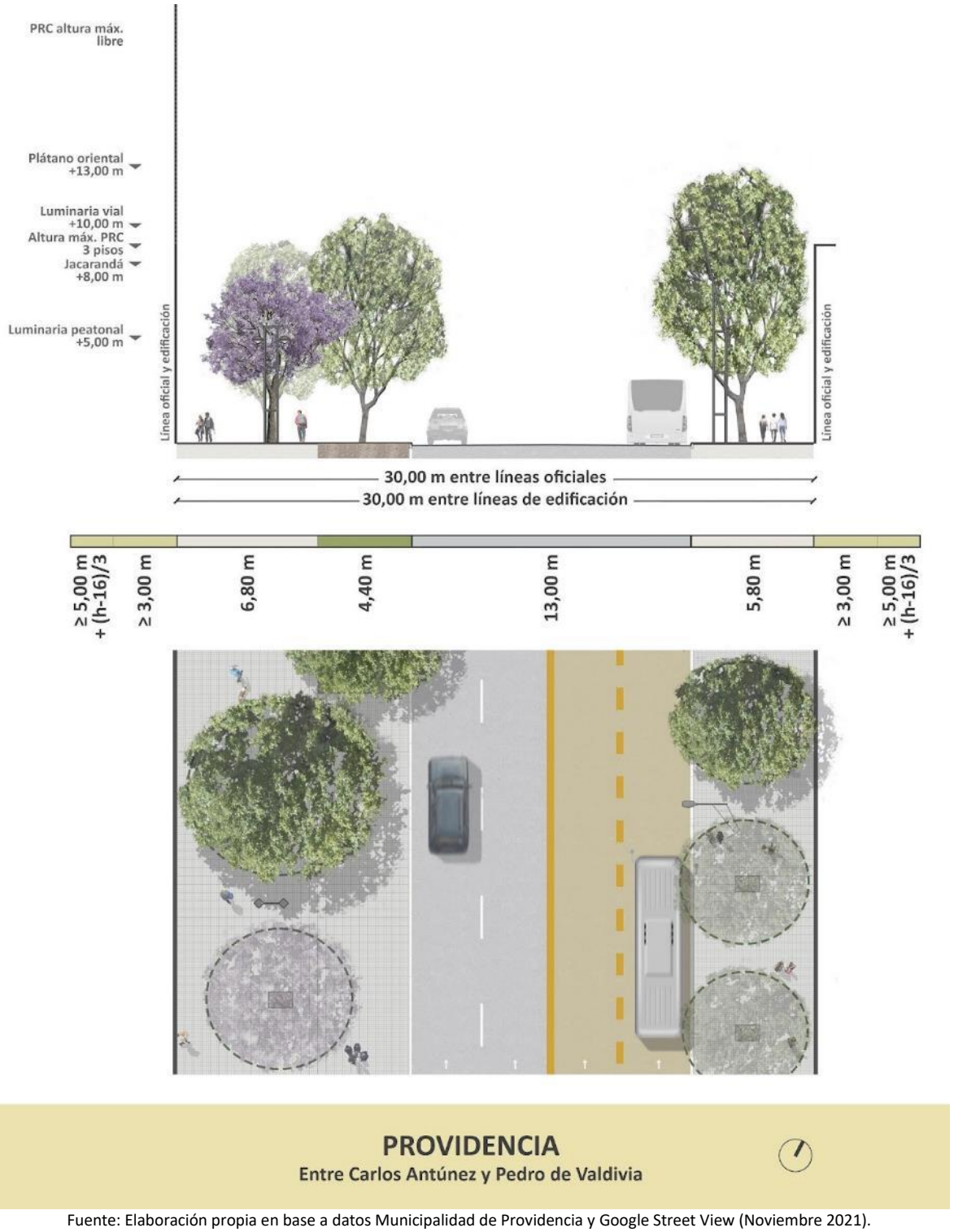


SANTA ISABEL

Entre General Bustamante y Seminario



TOBALABA
Entre Pocuro y Francisco Bilbao



Fuente: Elaboración propia en base a datos Municipalidad de Providencia y Google Street View (Noviembre 2021).

2.2.2.2 Zonas de Atracción y Generación de Viajes

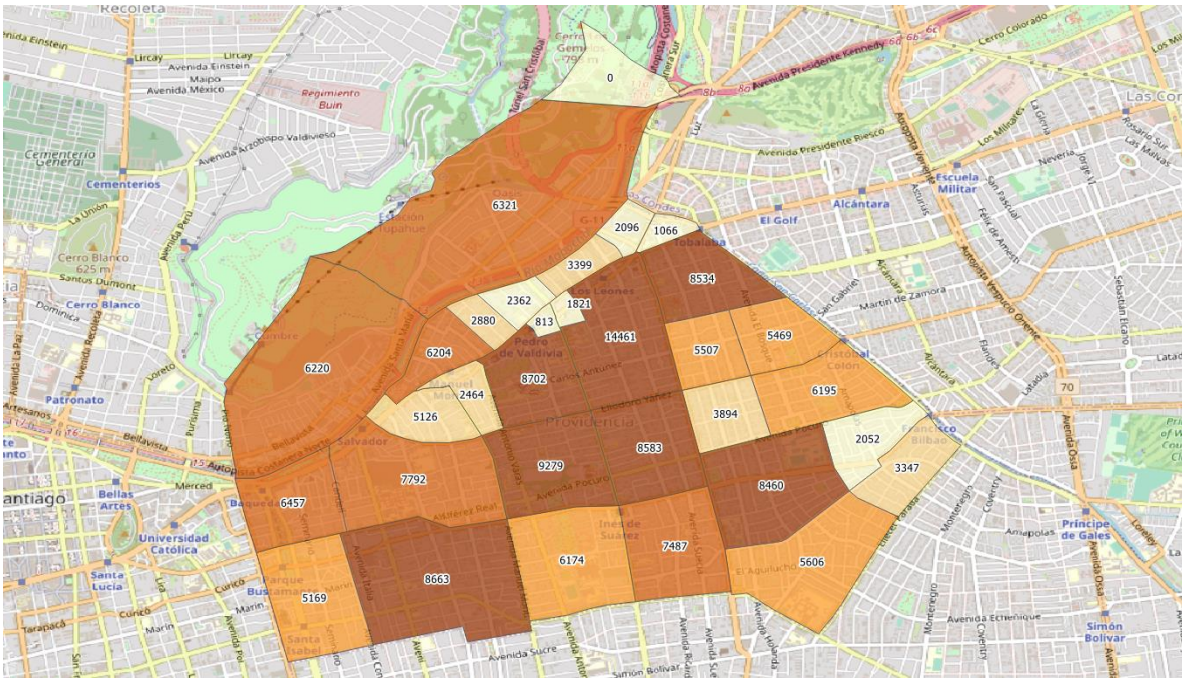
Para el análisis de la atracción y generación de viajes se usa como principal herramienta el Modelo de Transporte Estratégico para el Gran Santiago, ESTRAUS, desarrollado por Sectra. Si bien el modelo fue construido el 2014, ha sido constantemente actualizado por Sectra, corrigiendo las estimaciones de demanda. En efecto, el modelo ESTRAUS vigente incorpora los resultados del Censo 2017, siendo consistente con población determinada por el INE.

Para analizar la demanda de viajes global, que incluye todos los modos de transporte, se han usado las modelaciones disponibles al año 2030, que buscan reproducir los patrones de viajes que tendrá el Gran Santiago dicho año, cuando ya estén operativas las nuevas líneas de Metro.

En los siguientes gráficos se presenta, a nivel zonal, la generación de viajes; es decir, la cantidad de viajes que saldrán de cada zona el año 2030. Se presentan dos periodos: el Punta Mañana ESTRAUS, entre 7:30 y 8:30, y el Fuera de Punta, que es un horario representativo entre 10 y 11 horas.

Se observa que las zonas generadoras son diferentes de acuerdo al periodo: mientras en Punta Mañana el sector centro poniente de la comuna es el que genera más viajes, en Fuera de Punta la generación se concentra en el sector oriente y en el barrio Providencia.

FIGURA Nº 2.2-58: GENERACIÓN DE VIAJES POR ZONAS DE COMUNA DE PROVIDENCIA, PUNTA MAÑANA AÑO 2030 (VIAJES/HORA)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de Sectra.

FIGURA Nº 2.2-59: GENERACIÓN DE VIAJES POR ZONAS DE COMUNA DE PROVIDENCIA, FUERA DE PUNTA AÑO 2030 (VIAJES/HORA)

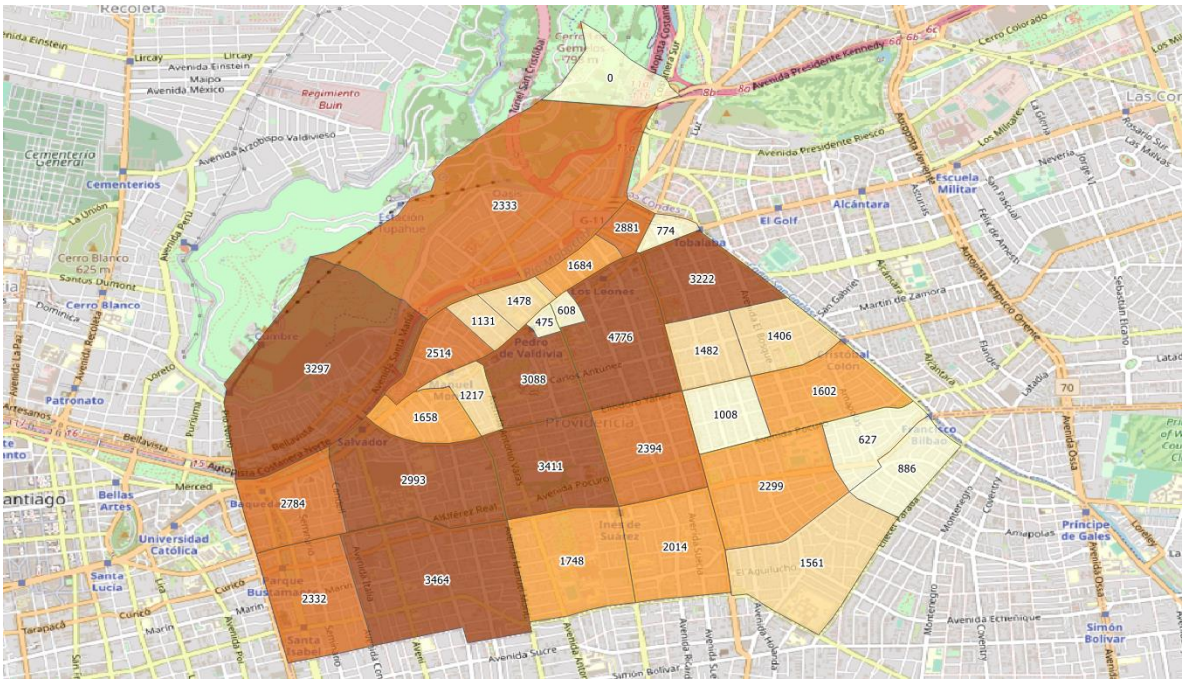
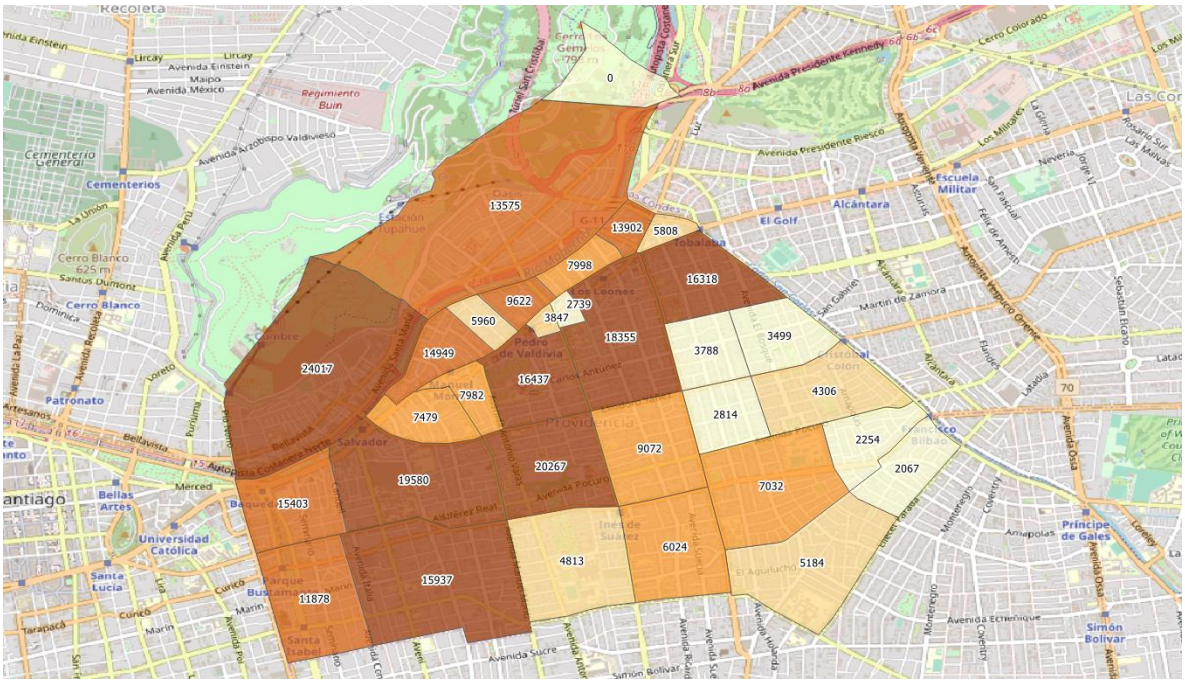
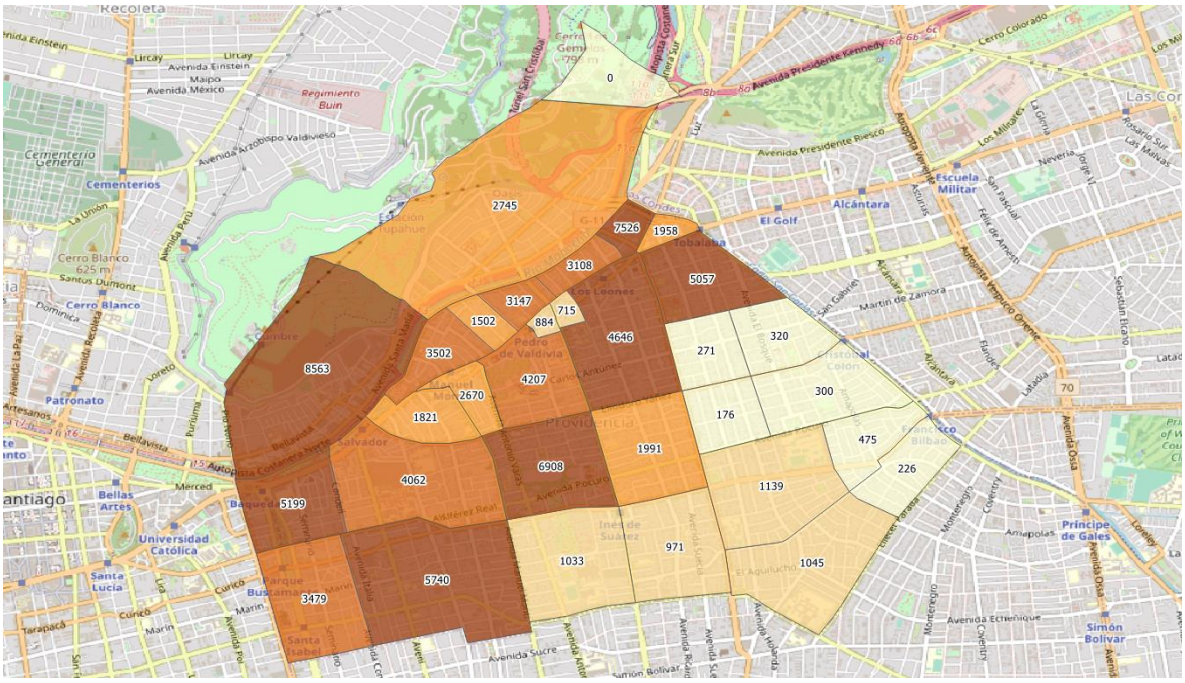

0
2333
2881
774
1684
3222
1478
1131
608
475
4776
1406
2514
1482
3297
3088
1217
1602
1658
1008
627
2394
3411
886
2993
2299
2784
1748
2014
1561
3464
2332
Recoleta
Cementerios
Cerro Blanco
Patronato
Bellas Artes
Universidad Católica
Santa Lucía
Parque Bustamante
Salvador
Pedro de Valdivia
Los Leones
Tobalaba
El Golf
Alcántara
Escuela Militar
Príncipe de Gales
Simón Bolivar
Avenida Presidente Kennedy
Avenida Presidente Riesco
Avenida Arzobispo Valdivieso
Avenida Einstein
Avenida México
Avenida Pedro de Valdivia
Avenida Providencia
Avenida Suecia
Avenida Sucre
Avenida Echeñique
Cerro Colorado
Las Condes
Antofagasta
Iquique
Curicó
Marín
Tarapacá
Merced
Bellavista
Loreto
Dominica
Santos Dumont
Cerro Blanco 625 m
Cementerio General
Regimiento Buin
Estación Tupahue
Oasis
Los Condes
Providencia
Ines de Suarez
El Aguilucho
Martin de Zamora
Alcántara
Fuente
Francisco Bilbao
Amapolas
Monteregio
Coventry
Tomkey
Rosario Sur
Las Malvas
Los Militares
La Gloria
Neveria
Jorge Ii
San Pascual
Félix de Amesti
Sebastián Elcano
Latadía
Latadía
Avenida Osa
Avenida Ossa
Avenida Rosario Norte
Avenida Santa María
Avenida Pedro de Valdivia
Avenida Providencia
Avenida Suecia
Avenida Sucre
Avenida Echeñique
Avenida Simón Bolivar
Avenida Pedro de Valdivia
Avenida Pedro de Valdivia
Avenida Pedro de Valdivia

FIGURA Nº 2.2-60: ATRACCIÓN DE VIAJES POR ZONAS DE COMUNA DE PROVIDENCIA, PUNTA MAÑANA AÑO 2030 (VIAJES/HORA)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de Sectra.

FIGURA Nº 2.2-61: ATRACCIÓN DE VIAJES POR ZONAS DE COMUNA DE PROVIDENCIA, FUERA DE PUNTA AÑO 2030 (VIAJES/HORA)

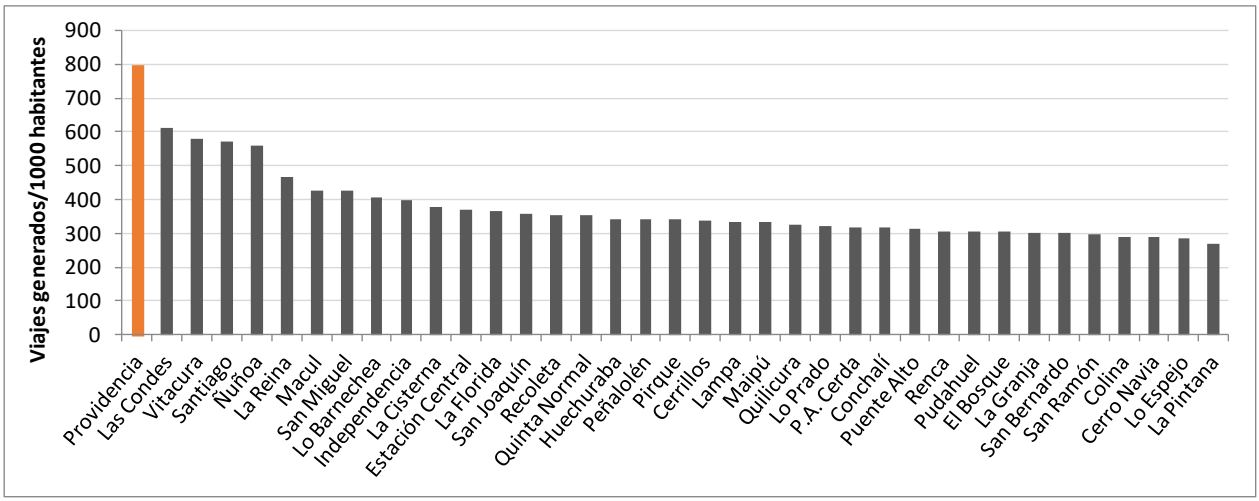


Fuente: Elaboración propia en base a datos de Sectra.

En el contexto metropolitano, en las siguientes figuras se compara la generación y atracción de viajes de Providencia con el resto de las comunas del Gran Santiago. Para tales efectos, se han calculado tasas de

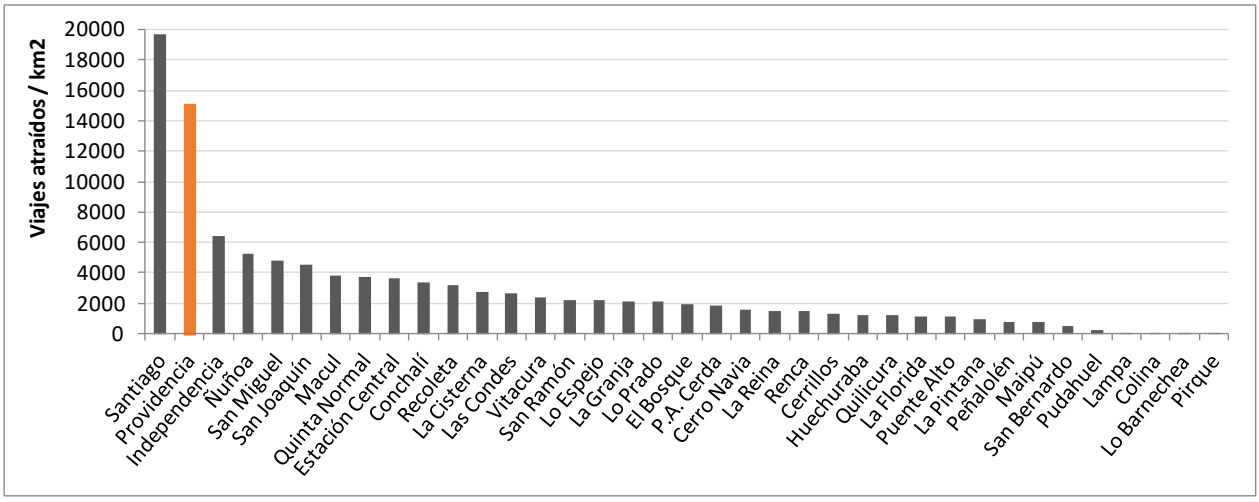
viajes generados de acuerdo a la población comunal, y tasas de atracción de viajes con respecto a la superficie comunal.

FIGURA Nº 2.2-62: TASAS DE GENERACIÓN DE VIAJES PUNTA MAÑANA EN GRAN SANTIAGO, AÑO 2017



Fuente: Elaboración propia en base a datos de Sectra y Censo 2017.

FIGURA Nº 2.2-63: TASAS DE ATRACCIÓN DE VIAJES PUNTA MAÑANA EN GRAN SANTIAGO, AÑO 2017



Fuente: Elaboración propia en base a datos de Sectra y Censo 2017.

Se observa que en ambos casos la comuna de Providencia se posiciona dentro de las comunas más generadoras y atractoras de viajes a nivel metropolitano, junto por Santiago, Las Condes, Vitacura, Ñuñoa e Independencia.

2.2.3 Tarea 2.3 Variables de Cambio Climático

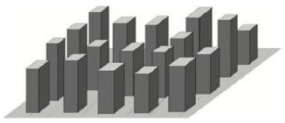
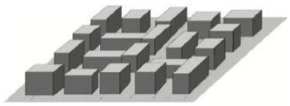
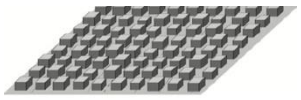
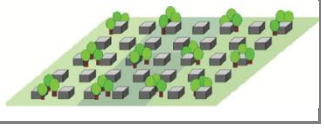
2.2.3.1 Caracterización Climática

2.2.3.1.1 Zonas Climáticas Locales

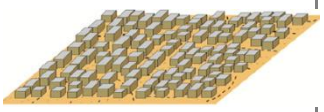
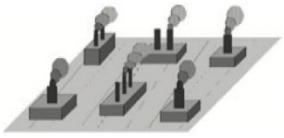
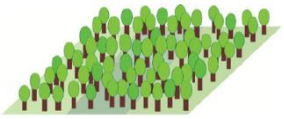
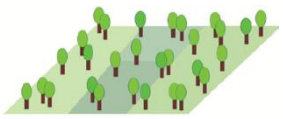
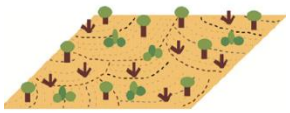
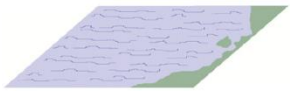
La zonificación comunal de Providencia se realizó a partir de la propuesta de las Zonas Climáticas Locales (ZCL) de los investigadores Stewart & Oke (2012),[14] que reconoce 17 categorías, 10 urbanas y 7 naturales, en función de características urbanas y ambientales. Para aplicarlo en el área de estudio, se realizó una fotointerpretación utilizando el software Google Earth Pro, revisando en detalle las manzanas que componen la comuna utilizando como referencia la columna esquema de la tabla siguiente.

Para el reconocimiento, además, se utilizó información espacial facilitada por la Ilustre Municipalidad de Providencia como las áreas verdes, altura de edificaciones, curvas de nivel de detalle, veredas, etc. Para corroborar la información levantada, se realizaron salidas a terreno al área de estudio validando in situ las zonas climáticas locales identificadas. Si bien la tipología de ZCL reconoce zonas puras, el trabajo en detalle de diversas investigaciones reconoce mixtura de zonas, incluso al interior de una manzana urbana se pueden encontrar distintas tipologías de edificios. En general un elemento importante es la altura de la edificación (bajo 3 pisos, entre 3 y 10 pisos, y sobre 10 pisos), anchos de calle, materialidad y la existencia de arbolado urbano.

CUADRO Nº2.2-4: CLASIFICACIÓN ZCL DE LOS AUTORES STEWART & OKE (2012)

Código	Stewart & Oke (2012)	Traducción en español	Esquema
1	Compact High-rise	Alta densidad (compacto) de gran altura	
2	Compact Mid-rise	Alta densidad (compacto) de media altura	
3	Compact Low-rise	Alta densidad (compacto) de baja altura	
4	Open High-rise	Baja densidad (abierto) de gran altura	
5	Open Mid-rise	Baja densidad (abierto) de media altura	
6	Open Low-rise	Baja densidad (abierto) de baja altura	

[14] Stewart, I. & Oke, T. (2012). Local climate zones for urban temperature studies. Bull. Amer. Meteor. Soc. 93, 1879–1900.

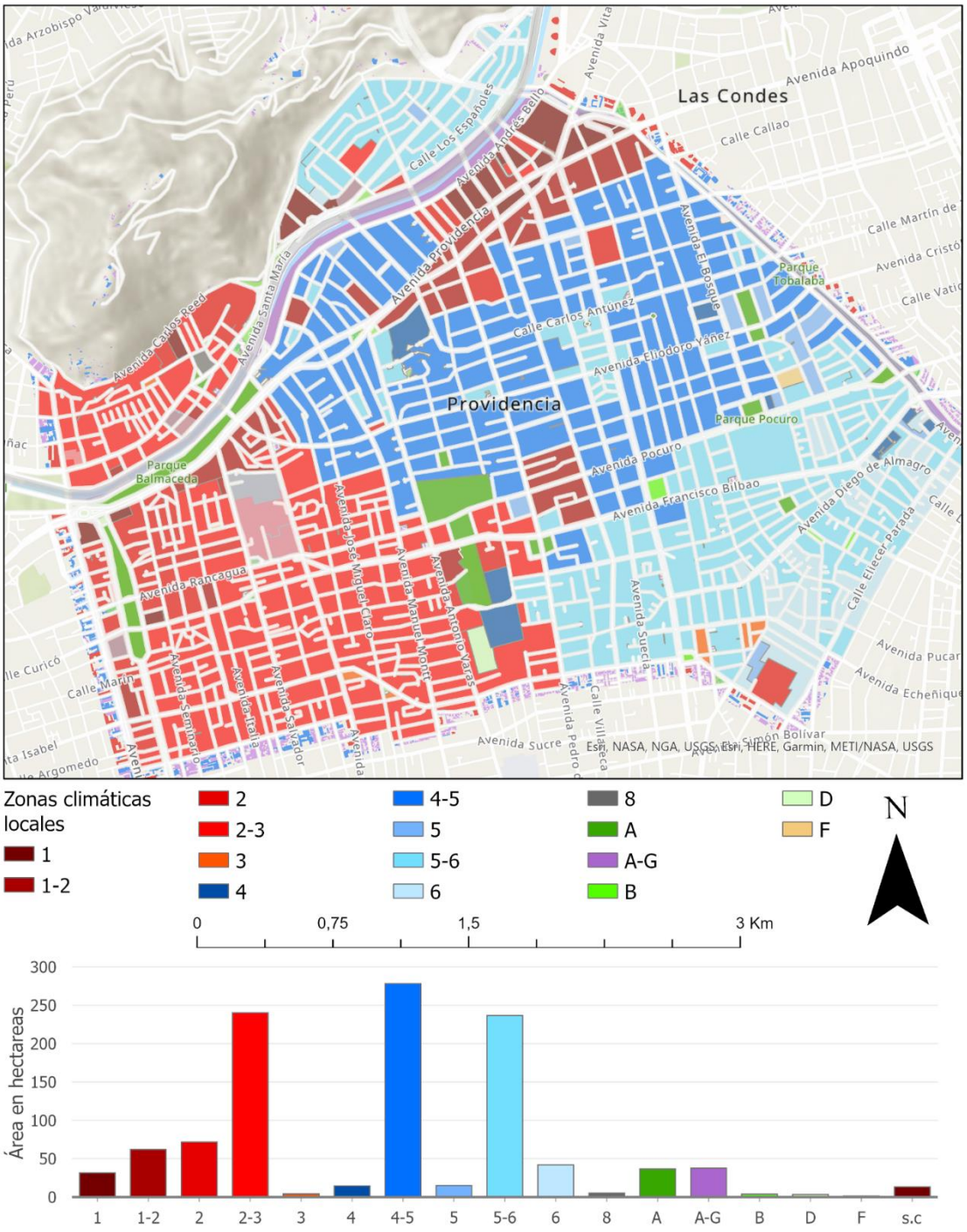
Código	Stewart & Oke (2012)	Traducción en español	Esquema
7	Lightweight Low-rise	Material ligero de baja altura	
8	Large low-rise	Extensivo de baja altura	
9	Sparsely Built	Urbanización Dispersa	
10	Heavy Industry	Industria Pesada	
A	Dense Trees	Arbolado Denso	
B	Scattered Trees	Arbolado Disperso	
C	Bush, scrub	Arbustos y matorrales	
D	Low Plants	Plantas bajas y césped (plantaciones)	
E	Bare rock or paved	Pavimento o roca	
F	Bare soil or sand	Suelo desnudo (tierra o arena)	
G	Water	Masa de agua	

Fuente: Stewart & Oke (2012)14

El mapa desarrollado, presentado en la figura siguiente permite señalar que Providencia es una comuna que se está densificando desde el punto de vista de las edificaciones, con departamentos que no superan los 10 pisos, predominando las ZCL 4-5, es decir, baja densidad (abierto) de gran y media altura, seguido

de áreas de ZCL 2-3 de tipo compacto de alta densidad (media y baja altura), y finalmente ZCL 5-6, es decir, áreas de baja densidad (abierto) de media y baja altura. Cabe mencionar que producto del proceso de densificación urbana que permite albergar a un mayor número de personas por manzana, las áreas verdes son más presionadas y usadas, por lo que es recomendable aumentar su dotación en consonancia con la estrategia hídrica de Providencia.

FIGURA Nº 2.2-64: ZONAS CLIMÁTICAS LOCALES POR MANZANA EN LA COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia.

2.2.3.1.2 Caracterización del Comportamiento Climático de la Comuna a Mesoescala

- **Comportamiento meteorológico a partir de Red de estaciones meteorológicas de la ciudad de Santiago**

  La comuna de Providencia actualmente no cuenta con estaciones meteorológicas de las redes oficiales, Meteo Chile, SINCA, DGA, Agroclima. Por esta razón, se consideraron los datos de 10 estaciones meteorológicas, pertenecientes a la red SINCA (Sistema de información de calidad del aire) y Meteo Chile (Dirección Meteorológica de Chile), ubicadas en otras comunas de la ciudad de Santiago (cuadro siguiente). En la comuna de Providencia, además, se encuentran 10 estaciones de la Red de Monitoreo Nacional (RENAM), 2 de las cuales cuentan, de acuerdo con el reporte del sitio web, con registro de datos, sin embargo, no pudieron ser descargados. Como se observa en la tabla, la estación oficial vigente más cercana al límite comunal corresponde a la estación Independencia, sin embargo, es también importante destacar la estación Las Condes y observar su comportamiento, por las similitudes que presentan ambas comunas, teniendo presente la altitud a la cual se encuentra la estación, considerando que la comuna posee una altitud media de 620 msnm, abarcando entre los 570 y 790 msnm aproximadamente.

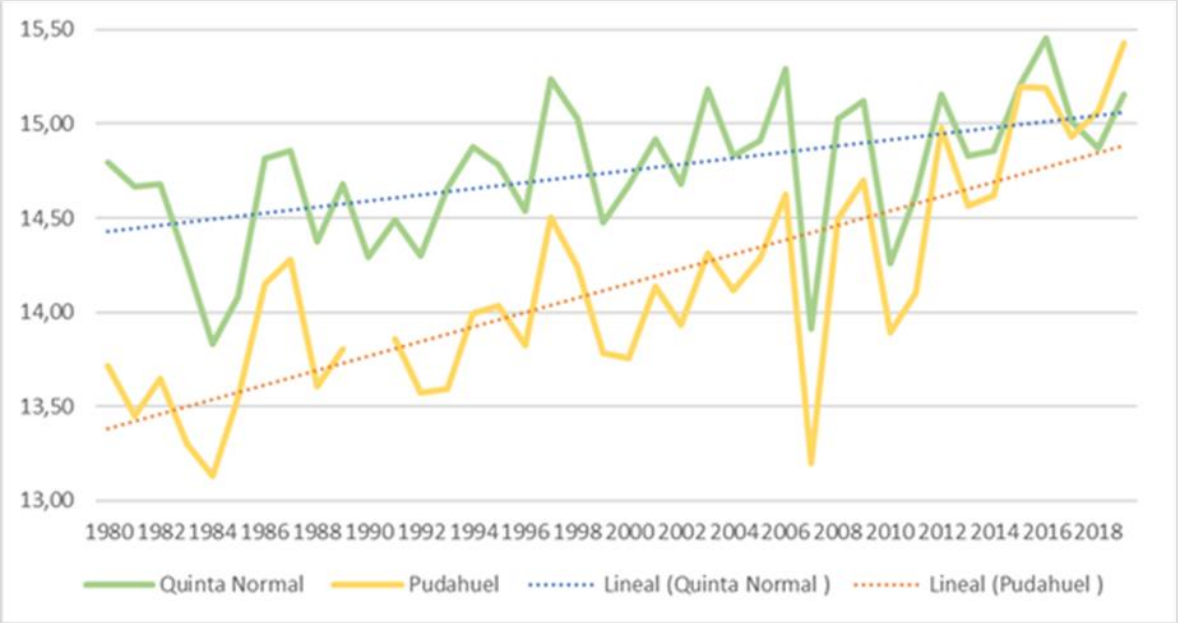
CUADRO Nº2.2-5: ESTACIONES METEOROLÓGICAS CONSIDERADAS PARA EL ESTUDIO A ESCALA LOCAL

Estación	coord. X (este)	coord. Y (sur)	altitud	comuna	distancia a límite Providencia	1er. registro	Tipo datos usados
Independencia	345313	6299360	562	Independencia	1,7 km	15-12-2003	Horarios
Parque O´Higgins	345673	6296019	542	Santiago Centro	3,2 km	15-12-2003	Horarios
Tobalaba	356091,7	6297183,4	650	La Reina	4 km	11-10-1954	Máx., mín., prom diario
Quinta Normal	343593,3	6298131	527	Quinta Normal	4,6 km	01-01-1950	Máx., mín., prom diario
La Florida	352504	6290304	603	La Florida	7,7 km	15-12-2003	Horarios
Las Condes	358305	6305906	798	Las Condes	8,3 km	15-12-2003	Horarios
Cerro Navia	338984	6299360	501	Cerro Navia	9 km	15-12-2003	Horarios
Pudahuel	337311	6298809	495	Pudahuel	10,6 km	15-12-2003	Horarios
El Bosque	345313	6286825	577	El Bosque	11,3 km	15-12-2003	Horarios
Pudahuel Aero	333712,1	6305186,7	482	Pudahuel	15 km	04-01-1966	Máx., mín., prom diario

Nota: las estaciones Tobalaba, Quinta Normal y Pudahuel aero (aeropuerto) corresponden a la red Meteo Chile (Dirección Meteorológica de Chile) y los datos fueron descargados del repositorio del Centro de Ciencia del Clima y Resiliencia (CR)2 (disponibles hasta el año 2020). Las estaciones restantes pertenecen al Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (SINCA) y las series de datos fueron descargados de su sitio web (https://sinca.mma.gob.cl/) en el mes de noviembre de 2021.

A partir de los datos de las estaciones meteorológicas de la Dirección Meteorológica de Chile se observa el comportamiento de los promedios anuales, de las últimas décadas. Los promedios anuales se mueven entre los 13 y 15,5 grados, presentando una tendencia general al aumento.

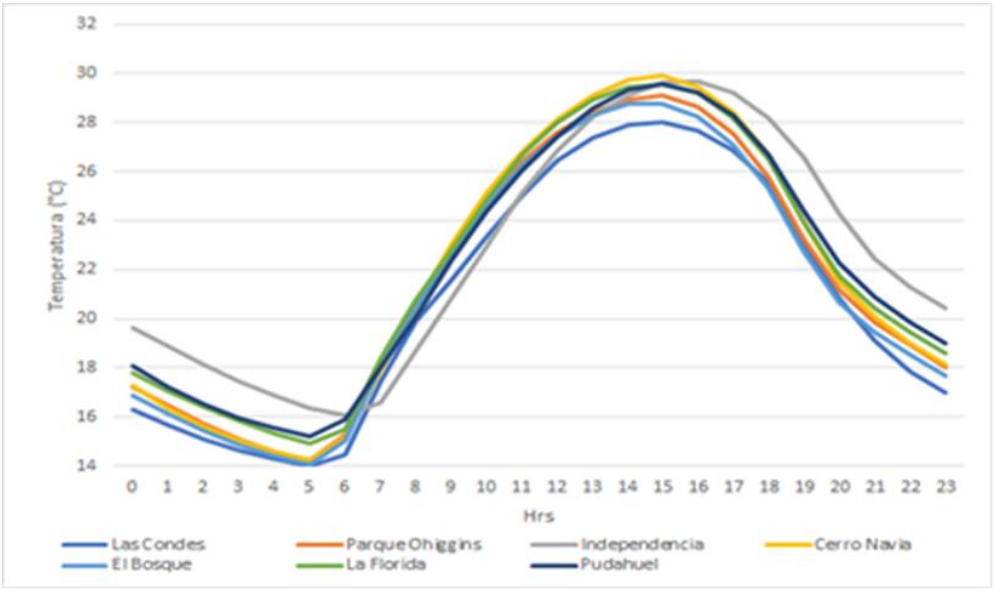
FIGURA Nº 2.2-65: TEMPERATURA PROMEDIO ANUAL (°C) EN ESTACIONES METEOROLÓGICAS PERÍODO 1980 – 2018



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Dirección Meteorológica de Chile.

La estación más cálida corresponde al verano (dic-ene-feb), con un promedio de temperatura que se encuentra entre los 20,8°C en la estación Las Condes y los 22,7°C en la estación Independencia, que representan a su vez, diferencias importantes en sus diseños urbano-ambientales y características sociales y económicas de sus habitantes. Durante el verano, en todas las estaciones estudiadas se observa un comportamiento diario de la temperatura del aire, registrando su máximo diario entre las 14 y 17 hrs. que coincide, además, con los valores mínimos para la humedad relativa del aire, que presenta una relación inversa con la T° del aire.

FIGURA Nº 2.2-66: TEMPERATURA HORARIA PROMEDIO EN ESTACIONES METEOROLÓGICAS, ESTACIÓN DE VERANO 2004-2021



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de estaciones meteorológicas SINCA y DMC (cuadro 1.2-2).

Considerando los datos de temperatura promedio y temperatura máxima de verano de las estaciones meteorológicas disponibles se realizó una interpolación con el método IDW, que permitió tener una aproximación de los valores posibles para la comuna de Providencia. Los resultados obtenidos se resumen en el cuadro siguiente, y podrán ser luego comparados con los datos que están siendo registrados a partir del 01 de diciembre de 2021 en 10 puntos representativos de la comuna.

CUADRO Nº2.2-6: TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO DE VERANO ESTIMADA PARA LA COMUNA DE PROVIDENCIA

	Mínimo	Máximo	Promedio
Promedio verano	29,5	29,9	29,7
Máxima de verano	36,6	37,7	37,2

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Dirección Meteorológica de Chile.

- **Temperatura superficial**

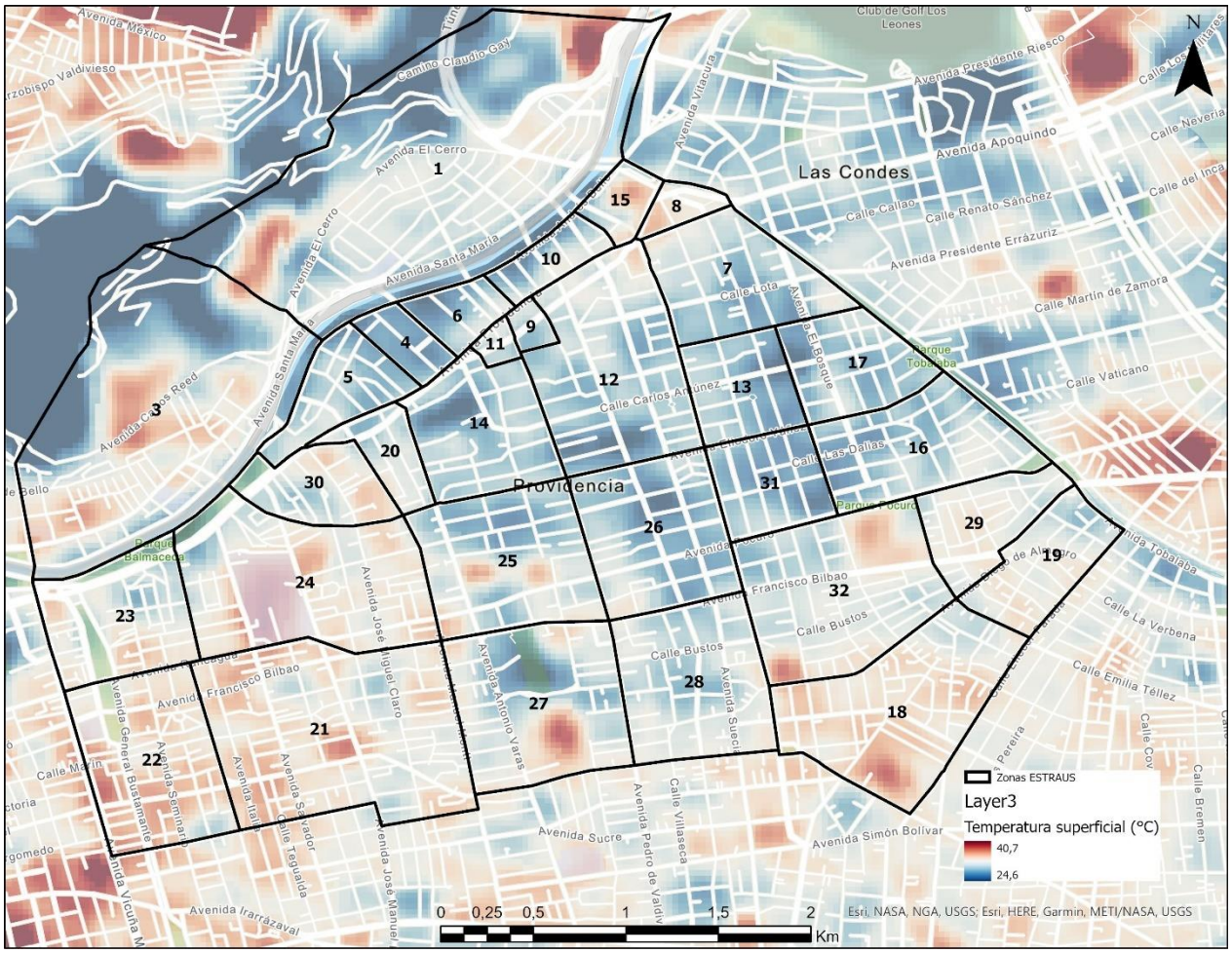
La Temperatura superficial (LST) se obtuvo a partir de imágenes Landsat diurnas (OLI-8, producto T 1 _SR), llevando a cabo un re-escalamiento a 30 metros para la resolución espacial. Esta imagen muestra la reflectancia de la superficie corregida atmosféricamente. El algoritmo de cálculo de la temperatura de la superficie terrestre de Ermida et al. (2020),[15] en código abierto para Google Earth Engine, se aplicó al promedio de las imágenes de verano (dic-ene-feb) entre los veranos 2013-2014 y 2020-2021.

El promedio de la temperatura superficial diurna de verano de la comuna de Providencia alcanza los 31,5°C aproximadamente, y se extiende entre los 25 y 36°C, con una diferencia que alcanza 11 °C. La temperatura superficial promedio durante el verano 2020-2021 en la ciudad de Santiago alcanzó 34°C y por lo tanto, Providencia se encuentra 2,5°C por debajo, ocupando el 6to lugar si se ordenan las comunas de la ciudad, partiendo por el menor promedio registrado. En los extremos se encuentran las comunas de Las Condes (más fría) e Independencia (más cálida), lo que es consistente con los datos de temperatura del aire registrados por las estaciones meteorológicas homónimas.

Es posible distinguir algunas zonas más cálidas en la comuna, en particular aquellas ubicadas en el sector poniente y sur oriente de ella, como se observa a continuación. Es importante considerar, que tanto aquellas áreas que registran los mayores y menores valores de temperatura superficial se distribuyen asociadas a distintos usos y coberturas del suelo, razón por la cual es posible observar áreas residenciales y comerciales frías y cálidas en la comuna. La diferencia podría asociarse a la vegetación en veredas y platabandas, que es una característica sobresaliente de la comuna, más aún, en sectores residenciales ubicados de la Avenida Antonio Varas al oriente, donde se encuentran, por ejemplo, Pedro de Valdivia o Ricardo Lyon que poseen bastante cobertura arbórea que, además, es más antigua y por lo mismo, de mayor altura y follaje. Destaca como un área fría el sector ribereño del río Mapocho, que se encuentra vegetado, patrón que se quiebra en el sector donde se ubica el Centro Comercial Costanera Center, donde confluyen importantes vías de transporte y donde se concentran las edificaciones con mayores alturas de la comuna.

[15] Ermida, S. L., Soares, P., Mantas, V., Göttsche, F. M., & Trigo, I. F. (2020). Google earth engine open-source code for land surface temperature estimation from the landsat series. Remote Sensing, 12(9), 1471.

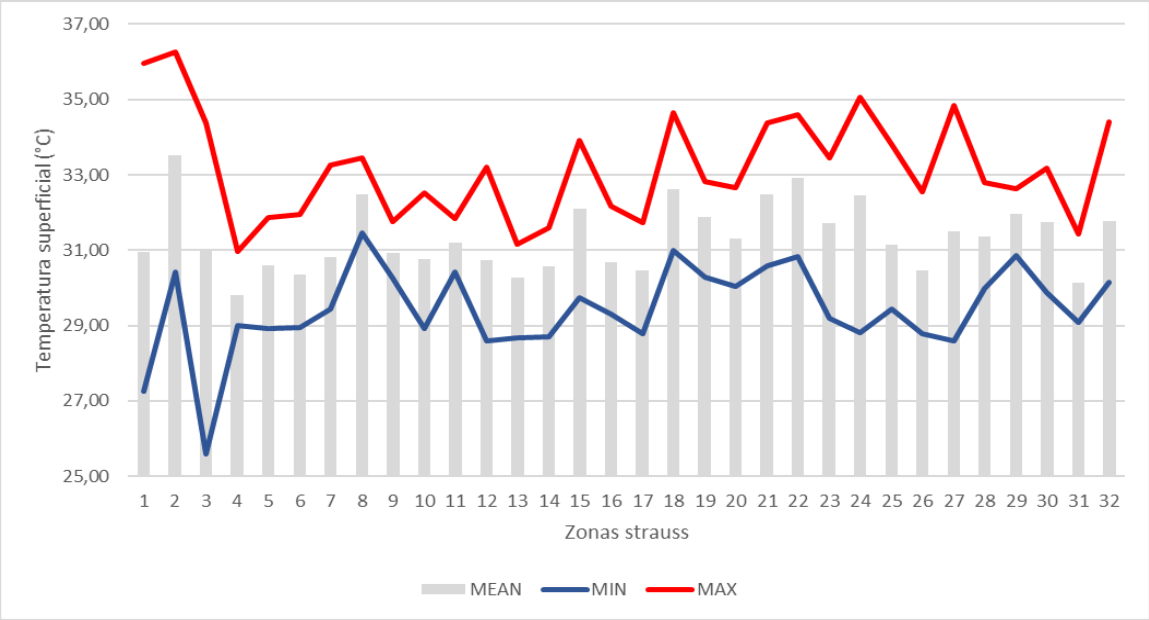
FIGURA Nº 2.2-67: PROMEDIO TEMPERATURA SUPERFICIAL, VERANOS 2013-14 A 2020-21 PARA LA COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia.
Nota. En el Anexo Digital 2 se encuentran los códigos de Zona ESTRAUS asociados a cada ID de las cartografías.

Al relacionar la temperatura superficial con las zonas ESTRAUS, se observa bastante heterogeneidad, pudiendo distinguir dos grupos en relación a su promedio, aquellas cuyo promedio es inferior a 31°C y, por otro lado, las que superan dicho umbral, como se observa a continuación. Las zonas ESTRAUS número 24 y 27, localizadas en el sector de Barrio Italia y Avenida Irarrázaval, y la zona n°18, en el límite sur-oriente de la comuna, son las que poseen los mayores promedios, alcanzando los 35°C. Se destaca que algunas áreas cálidas coinciden con establecimientos educacionales, como por ejemplo, el Colegio San Ignacio del Bosque, ubicado en la Avenida Pocuro (zona ESTRAUS n°32), el Campus Oriente de la Pontificia Universidad Católica de Chile, ubicado en el límite con la comuna de Ñuñoa, entre las calles Diagonal Oriente y Eliecer Parada (zona ESTRAUS n°18) y bajando por la calle Diagonal, a la altura de Antonio Varas, la Escuela de Carabineros, en particular en el área donde se ubica una cancha de fútbol cubierta con pasto sintético.

FIGURA Nº 2.2-68: VALORES PROMEDIO TEMPERATURA SUPERFICIAL SEGÚN ZONAS ESTRAUS PROVIDENCIA



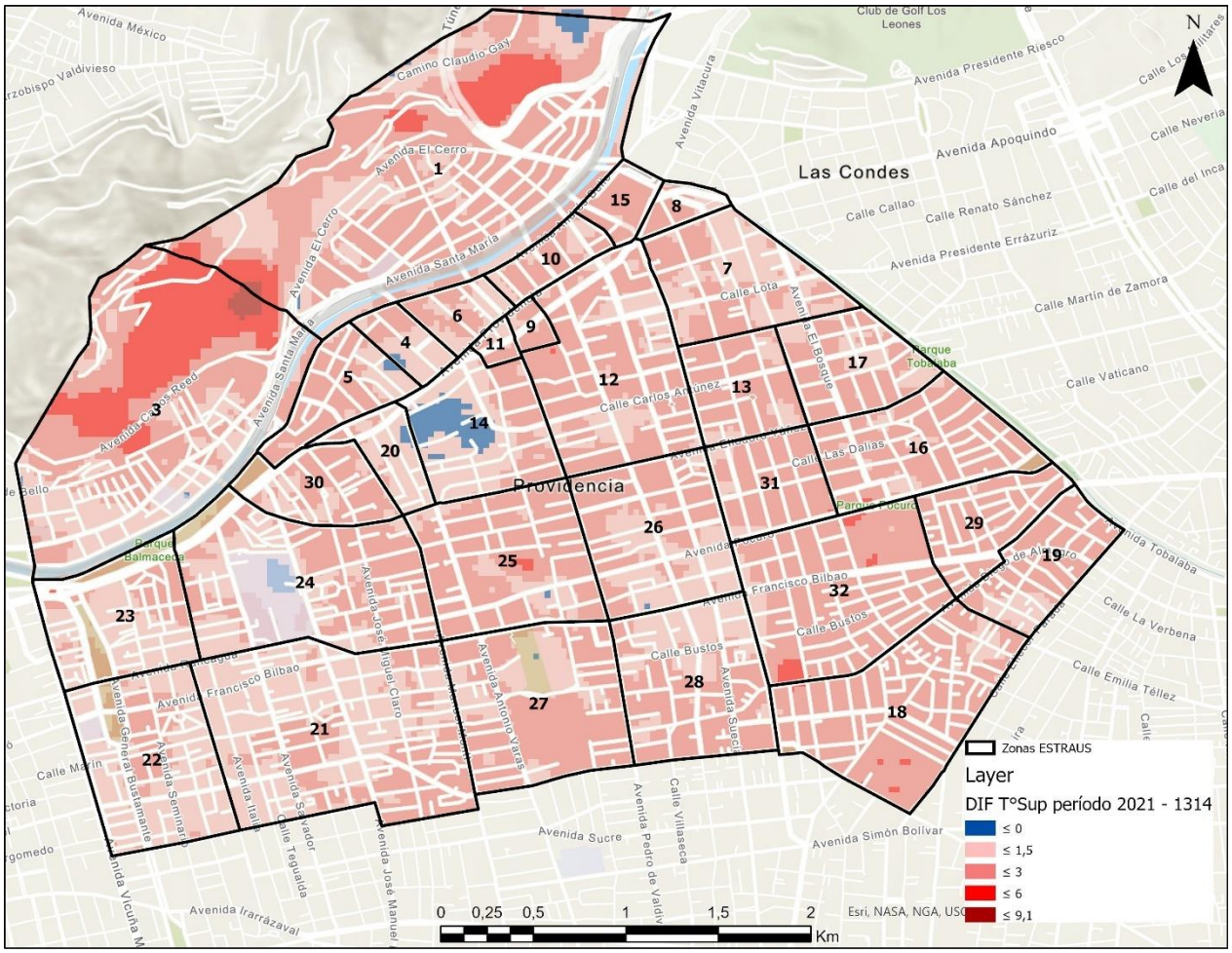
Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, la temperatura superficial en la comuna registra incrementos entre los veranos 2013-2014 y 2020-2021 en casi toda su superficie, en general dichos aumentos no superan los 3°C. El promedio de cambio experimentado por Providencia alcanza los 1,8°C; lo que la sitúa en el primer lugar, con casi un grado más de incremento que aquel promedio observado en el mismo período en la ciudad de Santiago (0,87°C de aumento). Sus vecinas muestran comportamientos diversos: Ñuñoa 1,4°C; La Reina 1,2°C; Recoleta 1,1°C; Vitacura 0,8°C; Las Condes 0,7 y Santiago Centro 0,6°C.

Solo algunas áreas presentan aumentos superiores, localizados principalmente en la ladera del Cerro San Cristóbal, que se pueden explicar por la disminución en la cobertura vegetal que ha sufrido esta área. Se destaca también el cambio de temperatura experimentado en la zona 32, en la intersección de las calles Diego de Almagro y Avenida Los Leones, probablemente explicado por el cambio de carpeta en una cancha de fútbol, que paso de estar cubierta por pasto natural a pasto sintético, según lo observado a partir de las imágenes históricas y actuales disponibles en Google Earth.

Las áreas con disminución de la temperatura son escasas (representadas en tonos azules en la figura siguiente, y se encuentran asociadas a áreas vegetadas de la comuna). Entre estas, llaman la atención dos zonas, aquella ubicada en la zona ESTRAUS n°24, aledaña al Hospital el Salvador y a la Fundación Arturo López Pérez, la leve disminución en esta área podría explicarse por el desarrollo que muestra la vegetación en esa zona, entre las calles General Bari, General Salvo, y Eliodoro Yáñez. La mayor disminución se registró en la zona 14, donde se encuentra un conjunto de edificios, ubicado entre Antonio Varas y Carlos Antúnez.

FIGURA Nº 2.2-69: DIFERENCIA TEMPERATURA SUPERFICIAL VERANO 2013-14 Y VERANO 2020-21 PARA LA COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia.

2.2.3.1.3 Caracterización Climática a Microescala

- **Implementación red de monitoreo comunal: temperatura y humedad relativa del aire.**

  Para obtener datos a microescala respecto del comportamiento del tiempo atmosférico, se utilizarán instrumentos que miden temperatura y humedad relativa del aire marca “ibutton”.

FIGURA Nº 2.2-70: REGISTRADOR IBUTTON



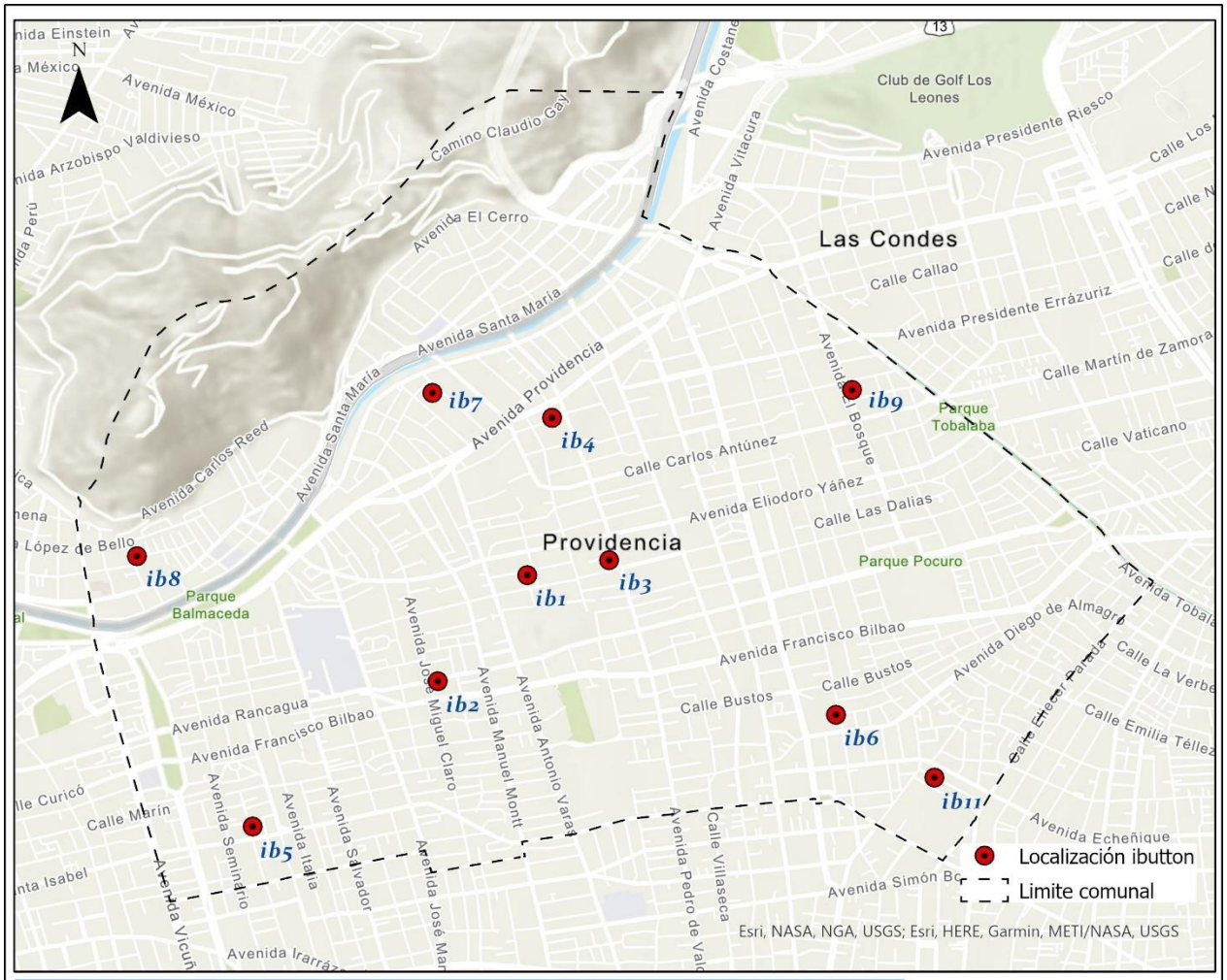
Fuente: Ibutton.cl

En particular, los Ibutton instalados en Providencia corresponden a Hygrochron, los cuales miden temperatura y humedad relativa del aire. Además, es posible programar el tiempo para la toma de datos, los cuales quedan almacenados en la memoria interna del instrumento. Las condiciones consideradas para su instalación son: a la sombra, un metro y medio de altura, no deben ser movidos y, preferentemente, en un sector privado como una vivienda o empresa, para así evitar manipulaciones o pérdidas. En particular, los sensores instalados en la comuna de Providencia fueron programados para el registro de datos cada una hora.

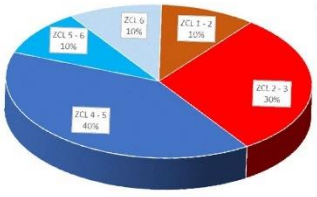
A través del trabajo de gabinete previo al terreno de instalación de los instrumentos, se identificaron los potenciales lugares con el objetivo de distribuirlos a través de toda la comuna de Providencia, asegurando que todas las zonas climáticas locales identificadas previamente estuviesen representadas. Posteriormente, durante las jornadas en terreno, se reconocieron viviendas particulares, instituciones y empresas que poseyeran algún árbol que cumpliera las condiciones señaladas en el párrafo anterior y, cuando la persona a cargo o dueño de la vivienda accediera a la instalación del dispositivo, se completa una ficha y se firma y entrega una carta de instalación de registradores meteorológicos (anexos 2 y 3 respectivamente).

Se instalaron 10 instrumentos Ibutton a lo largo de la comuna. Estos se localizan en viviendas particulares, negocios e instituciones, como se presenta a continuación.

FIGURA Nº 2.2-71: LOCALIZACIÓN IBUTTON



ID	CALLES	Coord. X	Coord. Y	ALTITUD	ZCL	lugar
ib1	Federico Froebel & Matilde Salamanca	-70,614	-33,433	604	mixta (4 - 5)	casa particular
ib2	Alférez Real & Miguel Claro	-70,618	-33,439	595	mixta (2 - 3)	casa particular
ib3	Carlos Larraín & Av. Pedro de Valdivia	-70,610	-33,433	607	mixta (4 - 5)	casa particular
ib4	Fidel Oteiza & Av. Pedro de Valdivia	-70,612	-33,426	617	mixta (1 - 2)	cafetearia
ib5	Emilio Vaisse & Santa Victoria	-70,627	-33,446	578	mixta (2 - 3)	cafetearia
ib6	Holanda & Alejandra Valdés	-70,598	-33,440	609	mixta (5 - 6)	casa particular
ib7	Padre Mariano & Pérez Valenzuela	-70,618	-33,424	611	mixta (4 - 5)	casa particular
ib8	Nueva Dardignac & Malinkrodt	-70,633	-33,433	589	mixta (2 - 3)	casa particular
ib9	Av. El Bosque Sur & Copihue	-70,597	-33,424	636	mixta (4 - 5)	casa particular
ib10	Eduardo Munita & Av. Eliecer Parada	-70,593	-33,444	613	6	casa particular



Fuente: Elaboración propia.

Siguiendo la figura siguiente, en cada punto se llevó a cabo un registro fotográfico que incluye el lugar (figura a), árbol (figura b) y posición (figura c) exacta del instrumento, para facilitar su localización futura. La primera descarga de datos se realizará durante la primera quincena del mes de enero de 2022.

FIGURA Nº 2.2-72: REGISTRO FOTOGRÁFICO PUNTOS DE INSTALACIÓN IBUTTON



Fuente: Elaboración propia.

- **Confort térmico ambiental. Propuesta metodológica**

A partir de los datos de temperatura y humedad relativa del aire, se calcula el confort térmico ambiental de los espacios abiertos utilizando el índice de calor Humidex (WSE, 2009), formulado por el Servicio Meteorológico del Ambiente de Canadá, repre-senta el confort térmico ambiental proporcionado por los espacios abiertos. El resultado del índice es interpretado a partir de las categorías definidas en el cuadro siguiente.

$$\text{HUMIDEX} = \text{T} + \frac{5}{9} * (\text{e} - 10)$$ Ecuación 1.

Donde,

- e es la presión de vapor (6,112 * 10 (7,5 * T / (T + 237,7) * (H/100).
- T es la temperatura del aire (° C).
- H la humedad (%).

CUADRO Nº2.2-7: INDICE HUMIDEX

Humidex	Estado	Posibles síntomas
20 – 29	Confortable	Ligera incomodidad. Posible fatiga en exposiciones prolongadas o en actividades físicas
30 – 39	Algún disconfort	Incomodidad creciente. Posible golpe de calor o agotamiento producido al realizar actividad física o por la simple exposición al aire libre.
40 - 45	Gran disconfort	Golpe de calor probable en una exposición continuada o en actividades físicas. Evitar esfuerzos. Buscar una zona más fresca.
> 45	Peligro	Golpe de calor inminente en Exposición continuada.

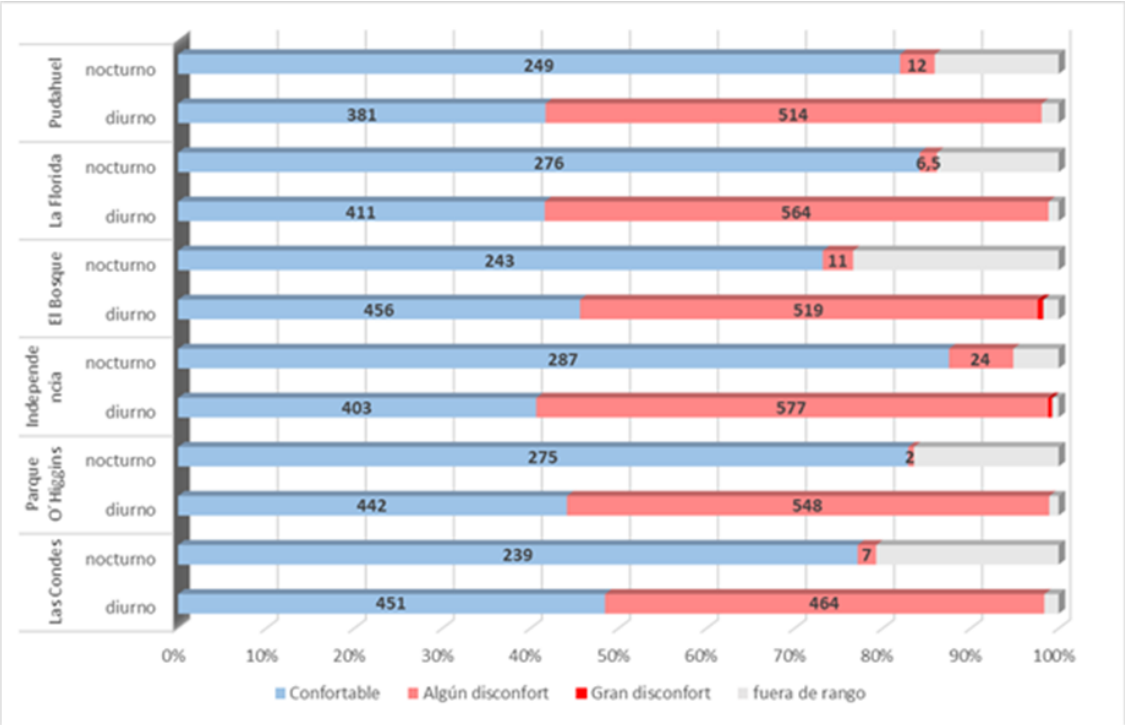
Fuente: Modificado de Luján Bustos y Piccolo (2011) en García (2019)[16]

[16] García, M. (2019). Thermal Differences, Comfort/Discomfort and Humidex Summer Climate in Mar del Plata, Argentina. En: Henríquez, C. y Romero H. (eds.), Urban Climates in Latin America. Cham, Switzerland: Springer, 83-110.

Lo anterior se llevó a cabo en la estación de verano, en horario diurno (entre las 9 y 20 hrs. definido por el horario de puesta de sol promedio en dicha estación del año) y nocturno (entre las 21 y 24 hrs.) para representar el rango horario en que se debiese conciliar el sueño, pudiendo afectar a la población.

Como se observa en la figura siguiente, el confort térmico ambiental no es homogéneo en la ciudad. Todas las estaciones presentan más de 500 horas afectadas por algún disconfort durante el día, con excepción de aquella ubicada en la comuna de Las Condes, en el sector oriente de la ciudad. Durante la noche, se repite el patrón diurno, siendo la comuna más afectada Independencia, que corresponde, como ya se ha indicado anteriormente, a la estación más cercana al límite de Providencia.

FIGURA Nº 2.2-73: CONFORT/DISCONFORT TÉRMICO AMBIENTAL, PROMEDIO HORAS DE VERANO DIURNO (9 A 20 HRS) Y NOCTURNO (21 A 24 HRS.) EN ZONAS METEOROLÓGICAS SINCA



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de estaciones meteorológicas SINCA (cuadro 1.2-2).

Al llevar a cabo una interpolación con los datos promedio por estación, se podría esperar que la comuna de Providencia posea 56,3% (55,2 – 57,6) y 4,6% (3,4 – 6,4) de horas diurnas y nocturnas afectadas por disconfort, respectivamente. Estos datos podrán ser luego comparados con los datos que están siendo registrados a partir del 01 de diciembre de 2021 en 10 puntos representativos de la comuna.

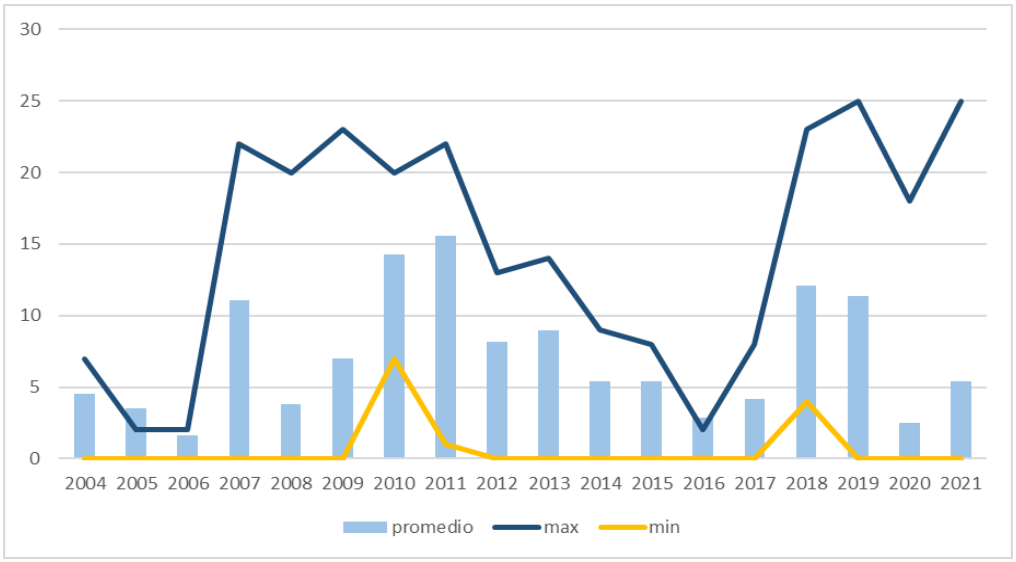
- **Heladas**

  Corresponde al número de días en un año cuando la temperatura mínima es menor a 0ºC (FD0) para cada ciudad.

De acuerdo a los datos de ARClim, la comuna de Providencia muestra un promedio de 37,1 heladas al año durante el período 1980-2010. En el informe desarrollado por el grupo de ciudades del Atlas, se concluye textualmente que: *el impacto del cambio climático en las heladas se podría calificar como beneficioso, en tanto se prevé una disminución en el número de días con heladas en las ciudades y con ello se esperaría una menor tasa de morbilidad y mortalidad por esta causa* (Henríquez et al., 2020).[17]

De acuerdo con los datos de las estaciones meteorológicas vigentes, SINCA y DMC, el promedio de las heladas por año durante los últimos 18 meses es variable, como lo es también la variación al interior de la ciudad, lo que significa que el año 2019, por ejemplo, el máximo de heladas supere los 20 días, versus el valor mínimo, que corresponde a 0 en algunas estaciones.

FIGURA Nº 2.2-74: HELADAS PROMEDIO POR AÑO, PERÍODO 2004-2021 EN ZONAS METEOROLÓGICAS SINCA Y DMC

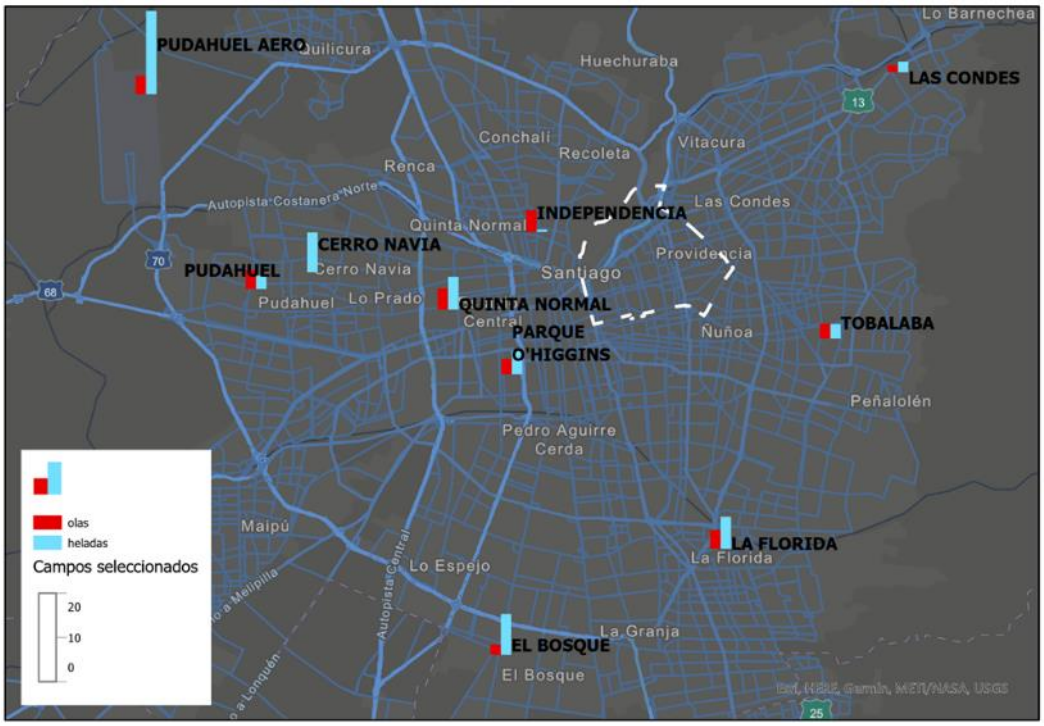


Fuente: Elaboración propia a partir de datos de estaciones meteorológicas SINCA y DMC (cuadro 1.2-2).

La heterogeneidad espacial se muestra en la figura siguiente (figura 1.2-54), en la que es posible observar que, la estación que alcanza un mayor número de heladas promedio corresponde a Pudahuel Aeropuerto (DMC), lo que podría explicarse por su localización fuera del límite consolidado, y al otro lado, aquella estación que registra un menor número de eventos promedio corresponde a Independencia, cercana al centro de la ciudad y a la comuna de Providencia.

[17] Henríquez, C.; Qüense, J.; Contreras, P.; Guerrero, N.; Smith, P. & González, F., 2020. Informe Proyecto ARClim: Ciudades. Centro de Cambio Global UC, Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia y CEDEUS coordinado por Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia y Centro de Cambio Global UC para el Ministerio del Medio Ambiente a través de La Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Santiago

FIGURA Nº 2.2-75: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL HELADAS Y OLAS DE CALOR PROMEDIO



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de estaciones meteorológicas SINCA y DMC (cuadro 1.2-2).

A partir de estos datos, la interpolación estima que la comuna presentaría un promedio de 3 días al año en los que la temperatura mínima es inferior a 0°C. Bastante inferior al número de heladas promedio anual estimado por ARClim, a través del indicador de noches frías. Estos datos podrán ser comparados con aquellos que ya están siendo registrados en 10 puntos de la comuna, sin embargo, será necesario esperar hasta la estación de invierno 2022 para contar con mayor cantidad de información.

2.2.3.2 Calidad del Aire

El área metropolitana de Santiago (AMS) fue declarada en 1996 zona saturada por ozono (O3), material particulado respirable, partículas en suspensión, y monóxido de carbono (CO), y zona latente por dióxido de nitrógeno (NO2) (Decreto Supremo Nº131 de 1996 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia). Providencia es parte del AMS, y como tal, está sometida a los distintos planes de prevención y descontaminación atmosférica (PPDA) que ha tenido la ciudad (1998, 2004, 2010, 2016).

Sin duda se ha mejorado bastante la calidad del aire del AMS, pues han existido medidas como prohibición de quemas agrícolas, restricciones vehiculares y de fuentes fijas, cambios en los combustibles y umbrales de calidad más exigentes. No obstante, aún queda pendiente mejorar hacia estándares internacionales y los cambios proyectados a vehículos eléctricos que reduzcan significativamente los contaminantes derivados de la combustión interna (material particulado, monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno) y que en son precursores de ozono (tal es el caso del NO2).

Providencia no cuenta con una estación localizada en su ámbito municipal. Sin embargo, es posible mediante imágenes de satélite (SENTINEL-5) y MODIS estimar su exposición a contaminación por material

particulado, dióxido de nitrógeno y ozono, con lo cual se puede ofrecer un diagnóstico de contaminación del aire a escala de manzanas, zonas climáticas y ESTRAUS.

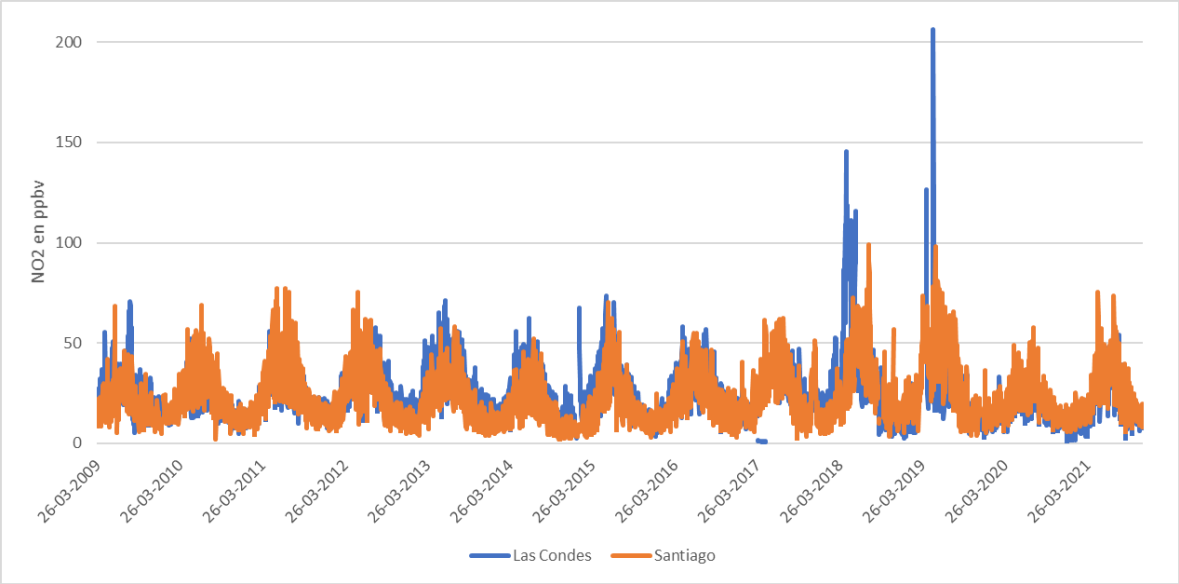
Dada las escalas de las imágenes satelitales es necesario re-escalar el pixel a tamaños más apropiados a la escala comunal y de la zonificación ESTRAUS. Para ello se usa un downscalling bilinear, que es el más utilizado para este tipo de estudios. Otra decisión fue generar mapas de contaminantes del año 2019 (previos a la pandemia de COVID-19), tanto de invierno como verano para mostrar una situación más cercana a la realidad, por ejemplo, a los trabajos desarrollados por el CR2 sobre contaminación atmosférica.

Finalmente, el trabajo de CR2 sobre contaminación atmosférica dispone de información que permite ver los niveles de contaminación por material particulado fino (2,5 micrones) en la actualidad y proyectados al 2050, los proporcionarán información sobre los cambios proyectados.

2.2.3.2.1 Comportamiento Histórico de Emisiones de Ozono Dióxido de Nitrógeno y Material Particulado

Considerando las estaciones cercanas a Providencia se caracteriza el entorno. Se obtuvieron los datos del sistema de calidad del aire para Santiago y Las Condes entre 2009 y 2021, para describir la situación intermedia que posee Providencia. En el caso del dióxido de nitrógeno, dado el elevado parque automotriz del sector oriente, Las Condes alcanza valores algo superiores a los de Santiago, lo que se aprecia en la siguiente figura.

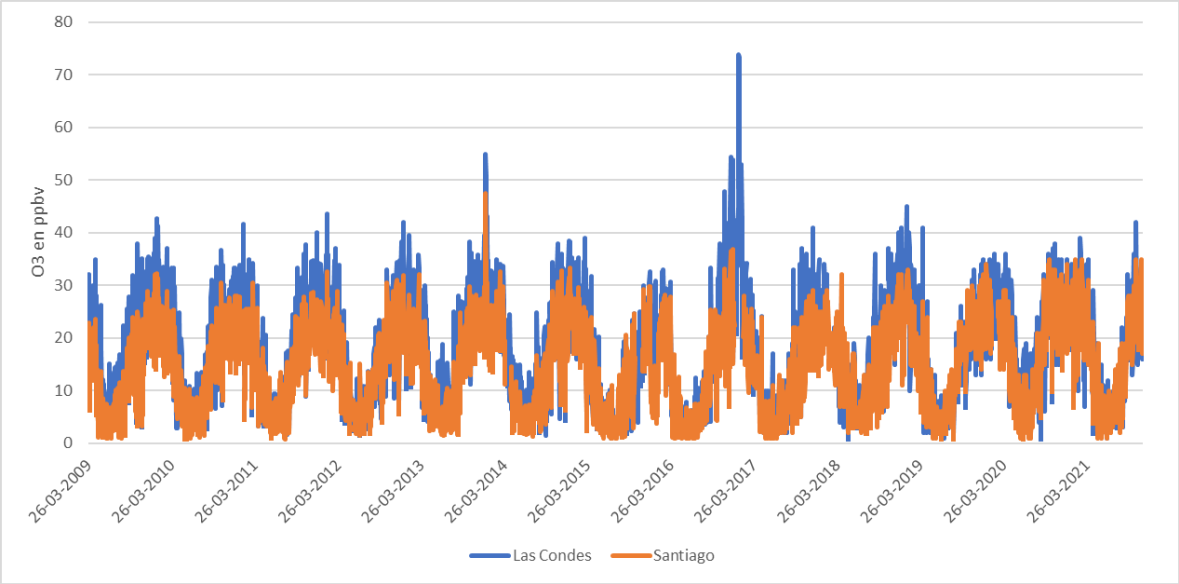
FIGURA Nº 2.2-76: SISTEMA DE CALIDAD DEL AIRE PARA LAS COMUNAS DE LAS CONDES Y SANTIAGO, NO2



Fuente: Elaboración propia en base al sistema de calidad del aire.

La situación es bastante similar en el caso del ozono troposférico, pues dado que es un contaminante secundario que se genera por reacciones fotoquímicas de radiación, óxidos de nitrógeno (NOx, esto es, NO y NO2), los compuestos orgánicos volátiles (COV), el metano (CH4) y el monóxido de carbono (CO), nuevamente Las Condes supera a la estación de Santiago (en el Parque O'higgins específicamente).

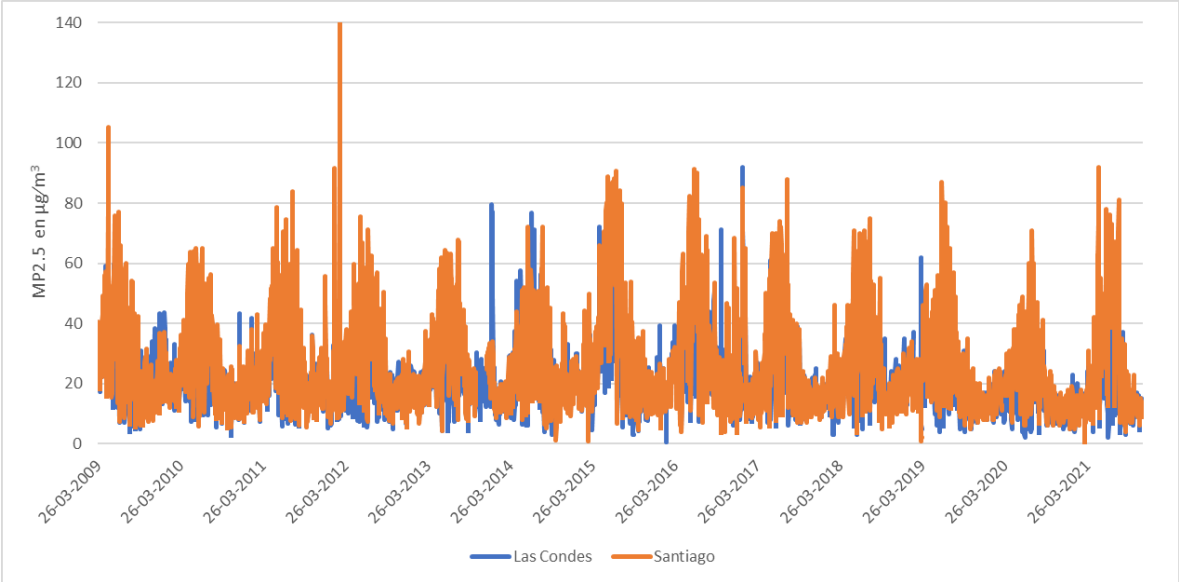
FIGURA Nº 2.2-77: SISTEMA DE CALIDAD DEL AIRE PARA LAS COMUNAS DE LAS CONDES Y SANTIAGO, O3



Fuente: Elaboración propia en base al sistema de calidad del aire.

Así, el único contaminante de los tres analizados que posee un patrón espacial distinto son el material particulado fino, que se concentra mayormente hacia Santiago y se reduce hacia Las Condes, tal como se aprecia en la figura siguiente.

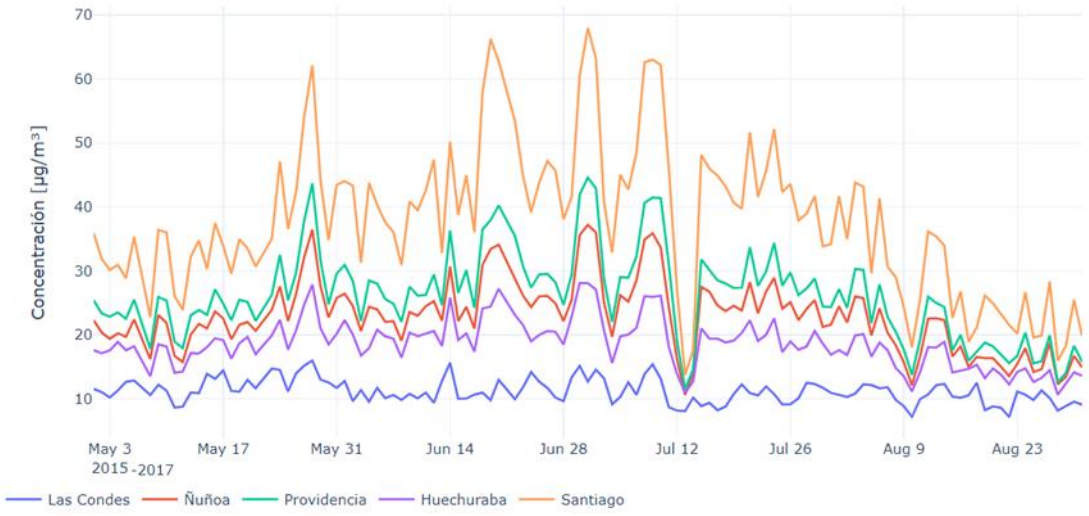
FIGURA Nº 2.2-78: SISTEMA DE CALIDAD DEL AIRE PARA LAS COMUNAS DE LAS CONDES Y SANTIAGO, MP2.5



Fuente: Elaboración propia en base al sistema de calidad del aire.

Considerando el estudio de CR2 a escala comunal queda de manifiesto la condición intermedia de Providencia respecto a Santiago y Las Condes en el caso del MP 2.5, siendo su comuna más parecida la de Nuñoa, tal como se grafica en la figura siguiente.

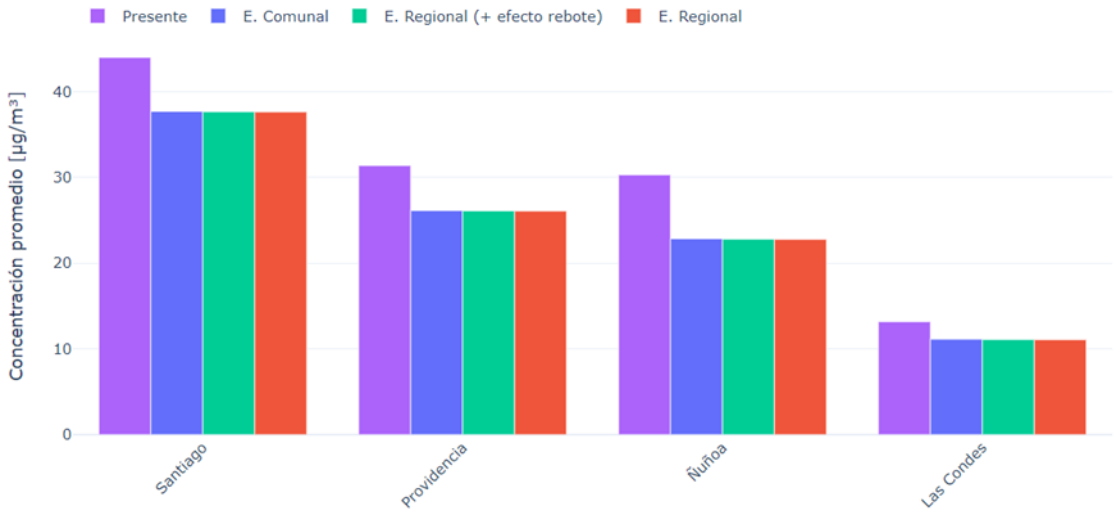
FIGURA Nº 2.2-79: CONCENTRACIÓN DE MP2,5 PARA ESCALA COMUNAL



Nota: Serie de tiempo de concentración promedio diaria/horaria [µg/m3] por región/comuna. El valor promedio de cada día/hora corresponde al promedio de ese dia/hora de los años 2015 a 2017 simulados por el sistema de modelación WRF-CHIMERE.

En el futuro cercano (2050) se proyectan las tendencias observadas desde la aplicación del plan de descontaminación de Santiago, derivadas de normativas más exigentes, y además, cambios esperados en el parque automotriz de combustión interna hacia electromovilidad.

FIGURA Nº 2.2-80: CONCENTRACIÓN PROMEDIO DE MP2,5 ASOCIADO A CADA ESCENARIO



Nota: Gráfico de barras que ilustra la concentración promedio diaria de MP2,5 [µg/m3] por región/comuna de los meses de invierno (mayo-agosto) del período 2015 a 2017 simulados por el sistema de modelación WRF-CHIMERE para emisiones Presente y cada una de las trayectorias de emisiones (Comunal, Regional más efecto rebote y Regional)

Las figuras en esta sección corresponden a los resultados de las simulaciones realizadas usando las emisiones de diferentes escenarios que consideran distintas evoluciones de medidas de mitigación desde el presente hasta el año 2050. Los escenarios de proyección de emisiones considerados son Comunal, Regional y Regional más efecto rebote. Cada una de las simulaciones se realizaron con la misma meteorología (mayo a agosto de los años 2015 a 2017). La comparación entre los escenarios con el caso presente permite examinar el impacto de las medidas de mitigación incluidas en cada escenario, si se

implementaran hoy. Así, los resultados permiten evaluar la eficiencia de estas medidas y su efecto en mejorar la calidad del aire.

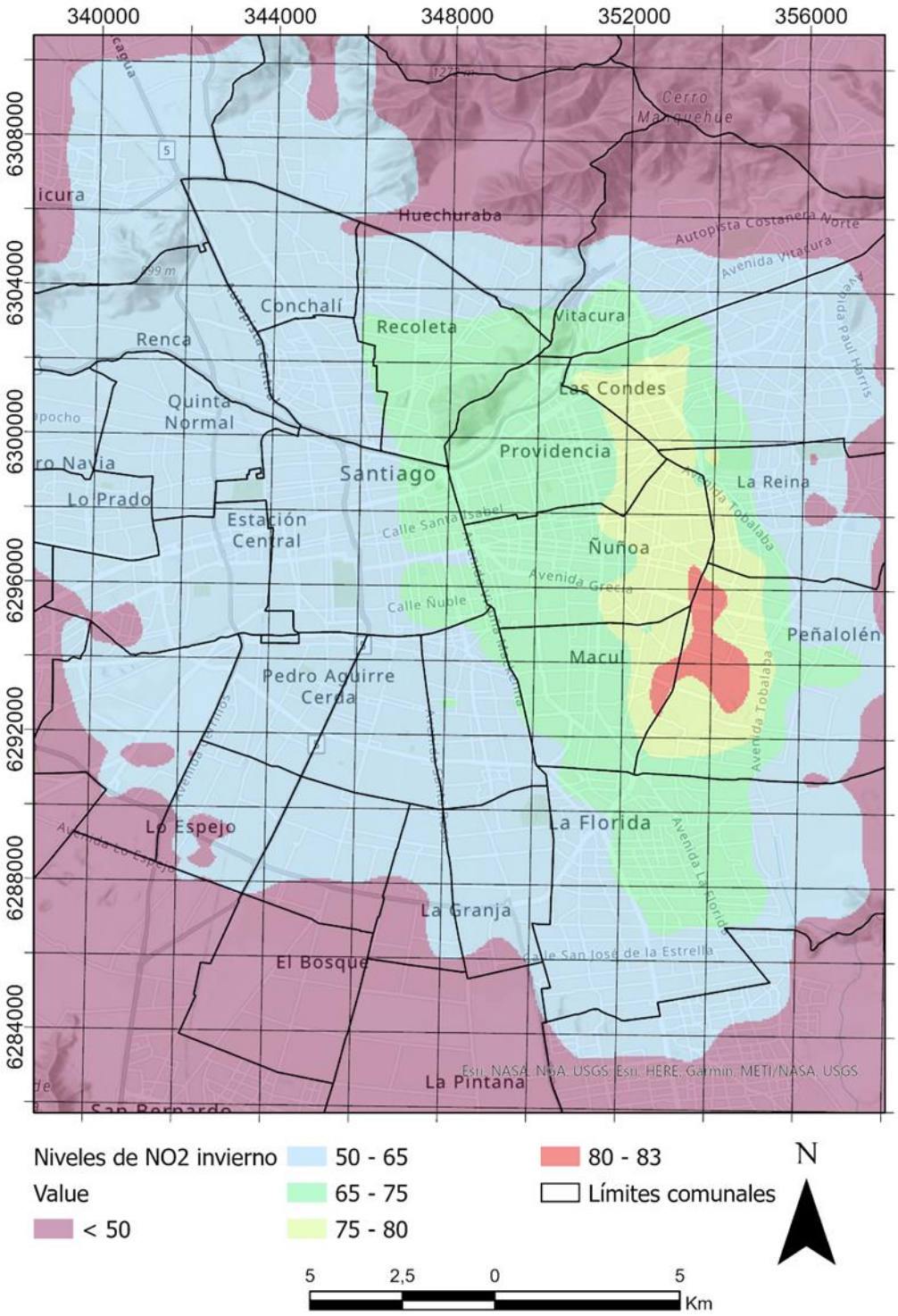
2.2.3.3 Análisis Espacial Concentración Contaminantes Ozono, Dióxido de Nitrógeno y Material Particulado Fino

En la plataforma de Google Earth Engine se procesan imágenes de Sentinel-5 para NO2 y O3. Para partículas finas (PM 2.5) se utiliza un producto de MODIS que mediante la profundidad óptica de aerosoles es capaz de estimar dicho contaminante.

El instrumento TROPOMI a bordo del Sentinel-5 Precursor es un espectrómetro de imágenes de visualización del nadir que cubre bandas de longitud de onda entre el ultravioleta y el infrarrojo de onda corta. El instrumento utiliza técnicas de detección remota pasiva para lograr su objetivo midiendo, en la parte superior de la atmósfera (TOA), la radiación solar reflejada e irradiada desde la Tierra. El instrumento TROPOMI, de carga útil única a bordo del Sentinel-5 Precursor, recupera productos de columnas de NO2 operacionalmente troposférico y estratosférico. Los productos de datos de TROPOMI NO2 representan una mejora con respecto a los conjuntos de datos de NO2 anteriores, particularmente en su resolución espacial sin precedentes, pero también en la separación de las contribuciones estratosféricas y troposféricas de las columnas inclinadas recuperadas, y en el cálculo de los factores de masa de aire utilizado para convertir inclinadas a columnas totales.

Al observar el siguiente mapa, es posible señalar que el sector oriente es el que mayor concentración de NO2 posee, destacando las comunas del anillo Américo Vespucio. En Providencia el sector que posee valores más elevados corresponde al eje Tobalaba (Desde Av. El Bosque se superan las 75 ppbv, alcanzando al sur el sector de Av. Diego de Almagro, El Aguilucho y al Diagonal Oriente). Los valores de NO2 están expresados en ppbv, donde valores sobre 53 ppbv es el límite de la norma anual (DS Nº114/2002 MINSEGPRES). Providencia está por sobre dichas cifras en el invierno.

FIGURA Nº 2.2-81: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE NO2 EN INVIERNO PARA EL AMS EN PPBV

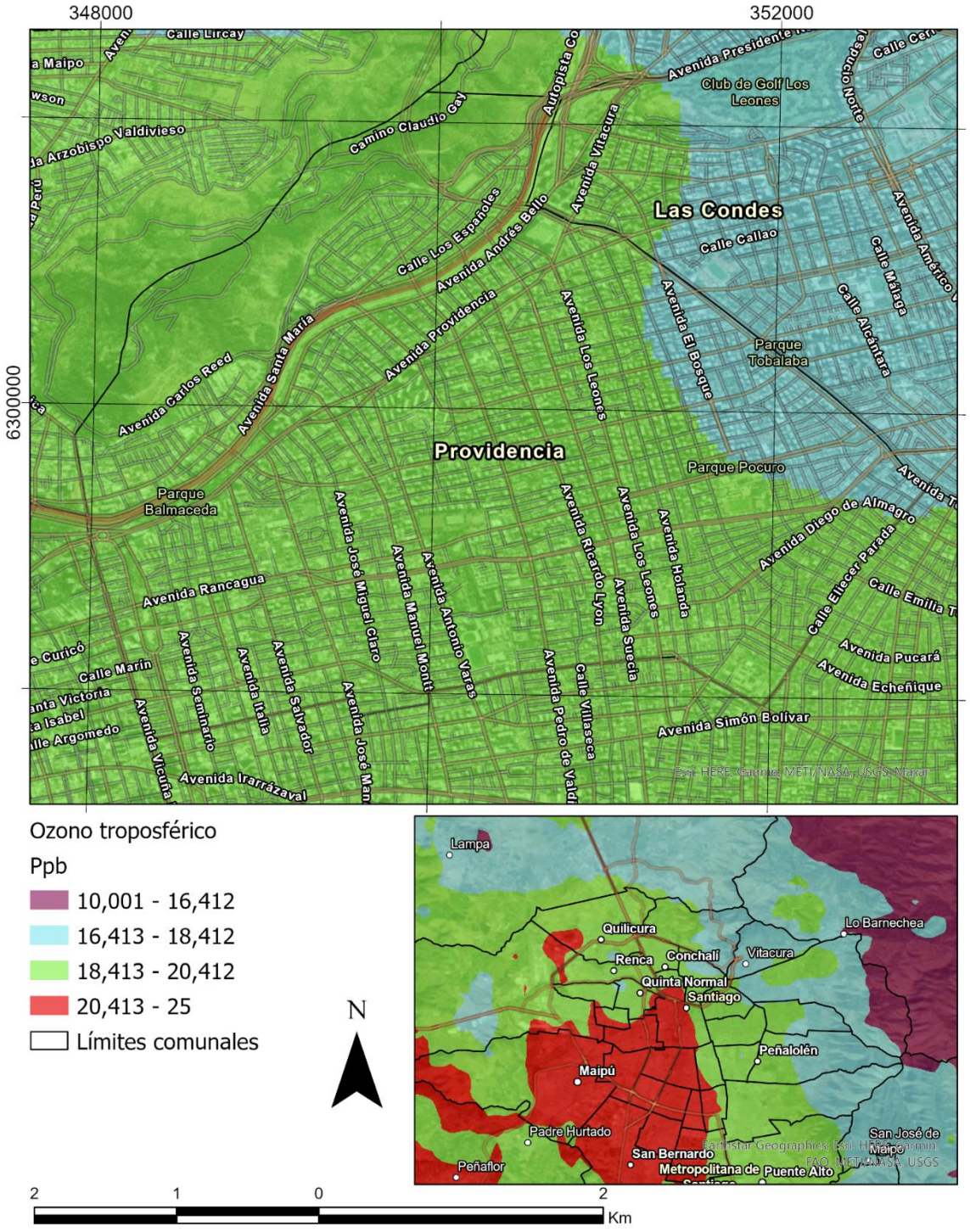


Fuente: Elaboración propia.

En el caso del O3 de verano, llama la atención que los valores son más altos hacia el poniente de Providencia. Pese q que los valores registrados en el mapa muestran cifras por debajo de la norma de

calidad (61 ppbv en 8 horas es el límite de la norma según DS Nº112/2002 MINSEGPRES) igual puede ser en algunas horas nocivos para la salud, pues no hay cifras anuales en la norma.

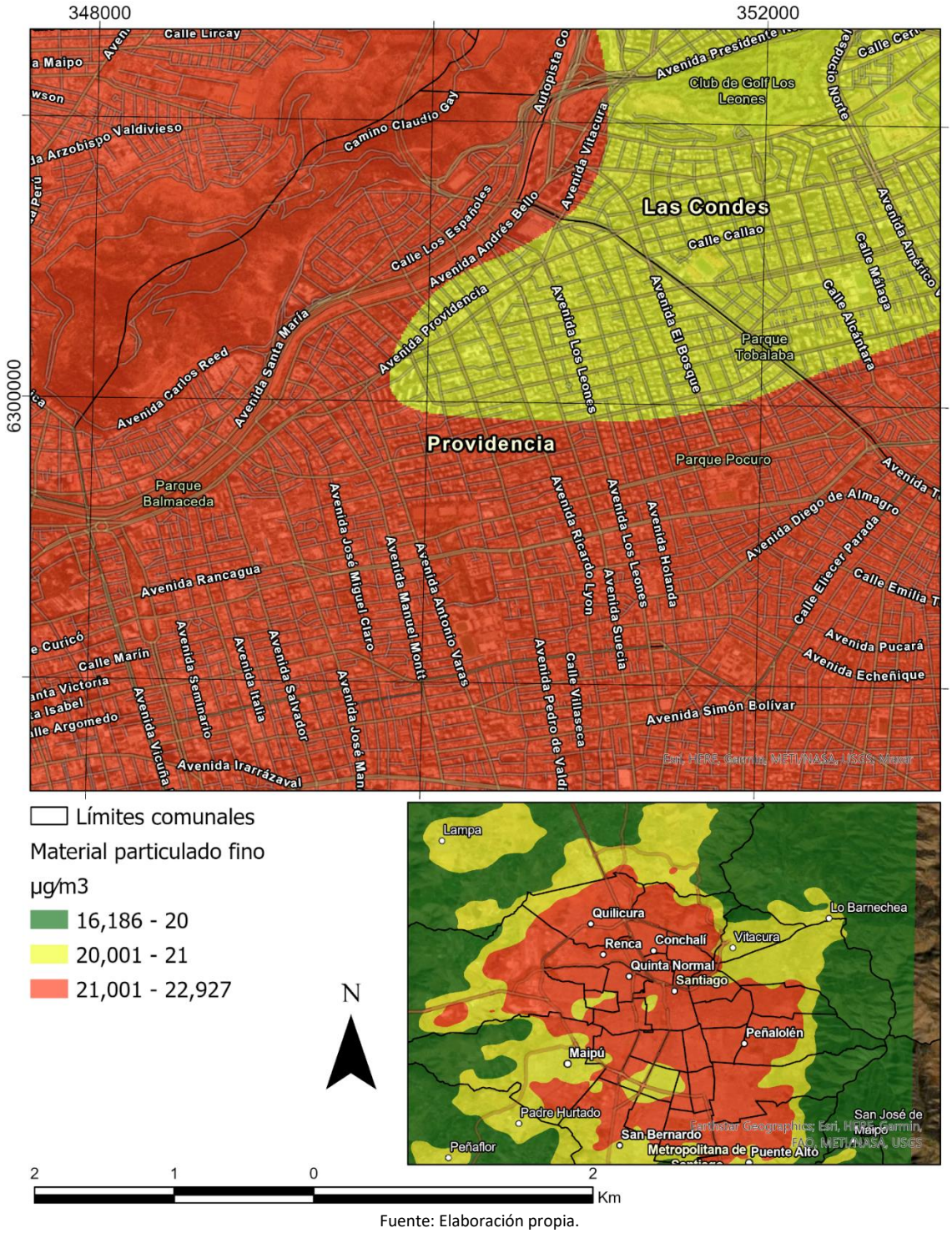
FIGURA Nº 2.2-82: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL O3 EN VERANO PARA LA COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, y tal como se ve en los datos de estaciones, el material particulado fino se concentra más al sector poniente de Providencia. Sobre 20 µg/m3 anuales se supera la norma (http://bcn.cl/2fegn), por lo que toda la comuna está con contaminación alta. No obstante, estas cifras están por debajo de las que implican alerta ambiental 50 µg/m3.

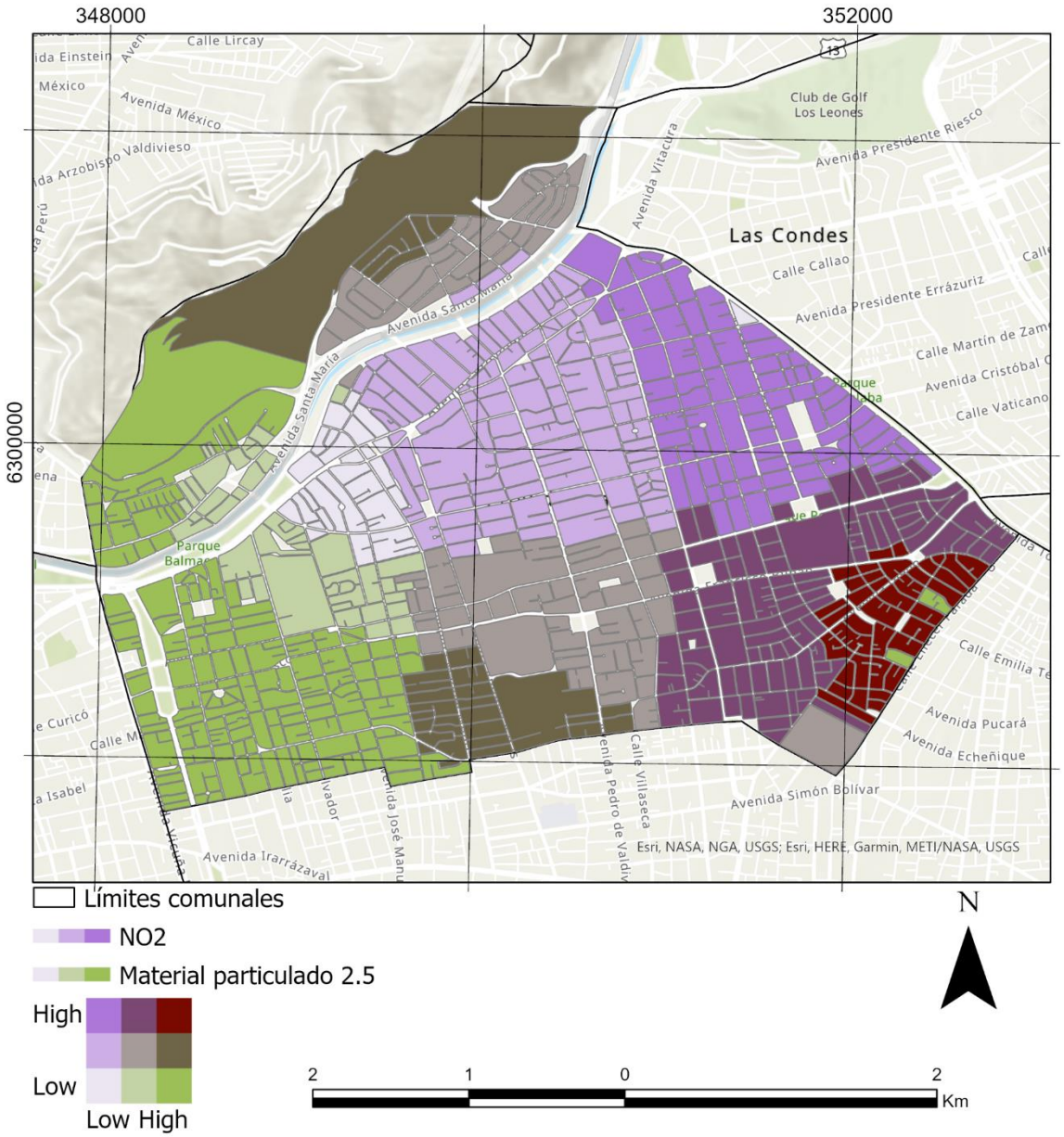
FIGURA Nº 2.2-83: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL MATERIAL PARTICULADO FINO PARA LA COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia.

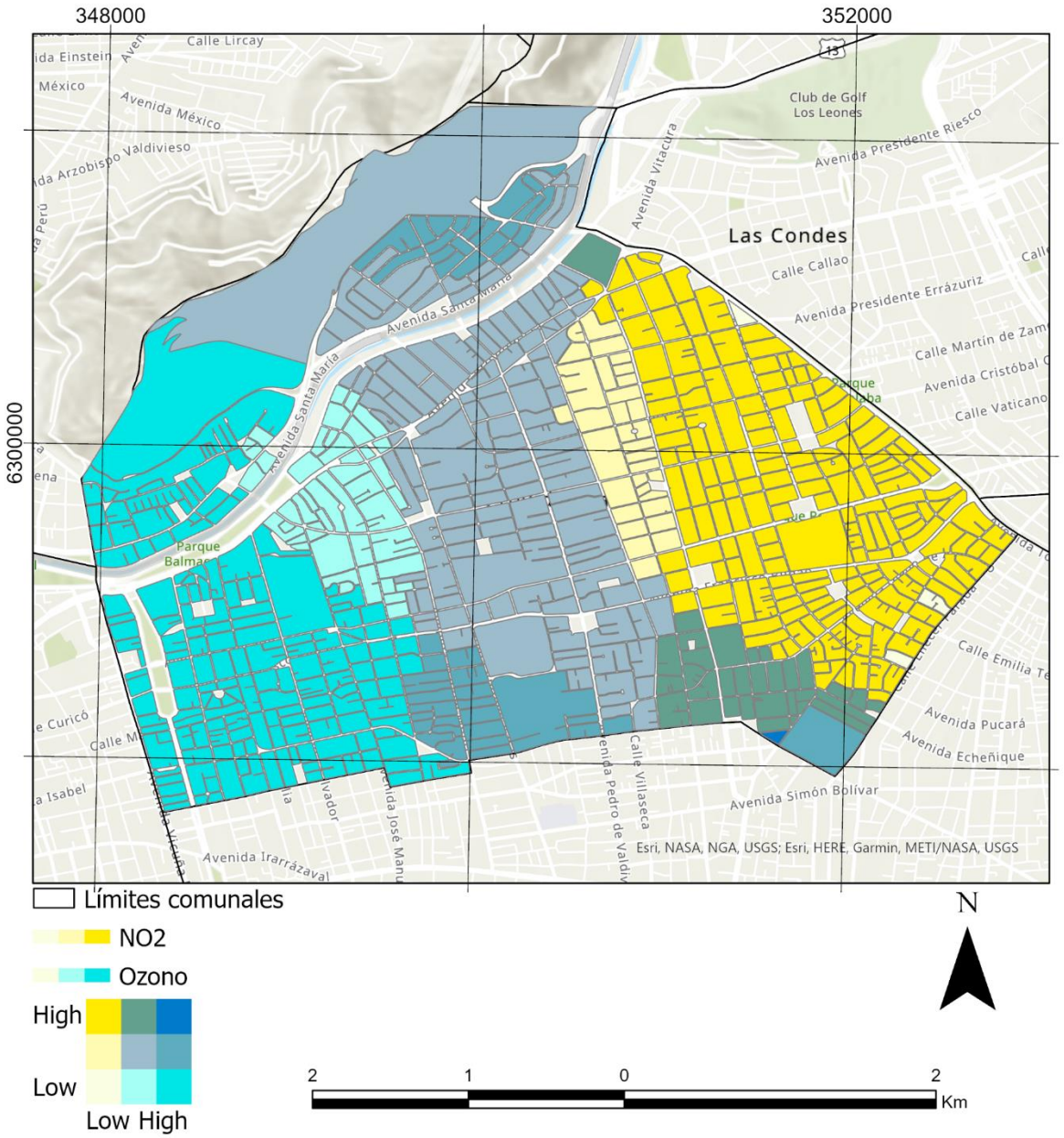
Mediante estadísticas zonales realizadas en ArcGis-Pro se logró extraer valores de contaminación para cada manzana, y usando mapas bivariados se presentan dos contaminantes en los siguientes dos mapas. El primero de ellos muestra NO2 y MP 2.5. En ese mapa la zona sur de Providencia es la que posee valores más altos de ambos contaminantes. Hacia el cerro San Cristóbal hay más material particulado que NO2, seguramente asociado a la mega sequía (vegetación seca) y trabajos en el cerro que levantan muchos polvo en suspensión. La Figura 1.6-63 muestra claramente que el sector sur oriente (Eliecer Parada) es la zona donde material particulado y NO2 es máximo a escala comunal, probablemente debido a su cercanía a vías de mayor tránsito y el arbolado que emiten compuestos orgánicos volátiles. La situación es algo distinta al generar el mapa bivariado de NO2 y O3 (Figura 1.6-64), pues Providencia no posee máximos en ambos parámetros, sino más bien una zona oriente (desde av. Los Leones) posee mayores niveles de NO2 y el sector poniente (desde José Manuel Infante) más concentración de O3.

FIGURA Nº 2.2-84: NO2 Y MP 2.5 EN LA COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 2.2-85: NO2 Y O3 EN LA COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia.

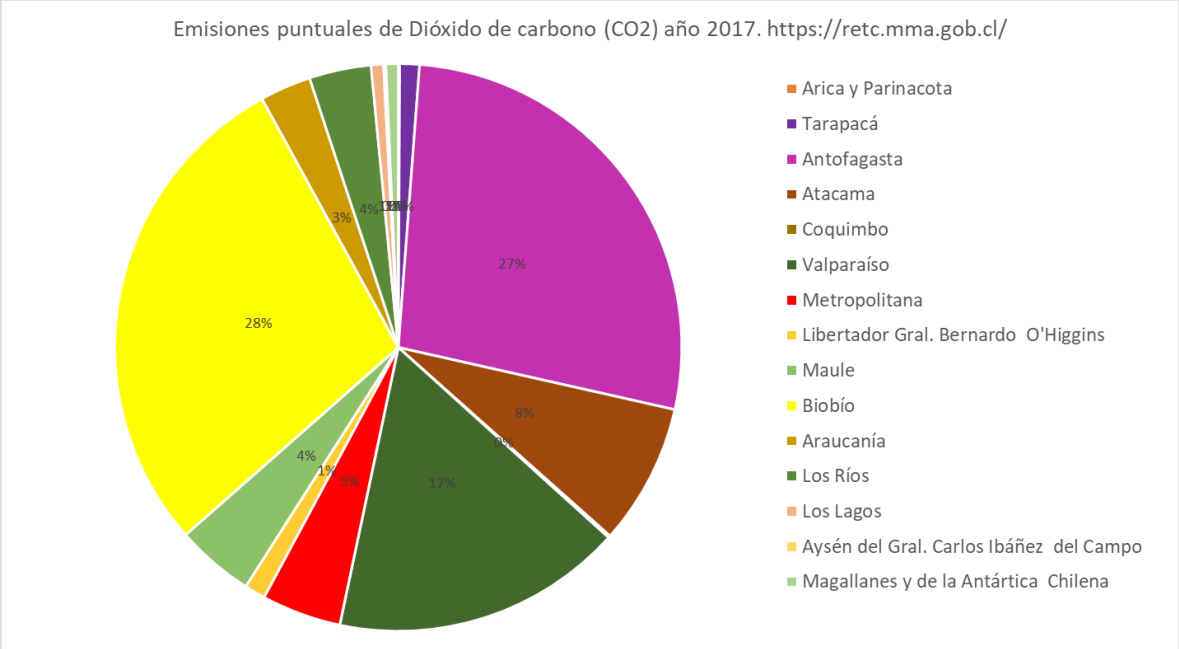
2.2.3.4 Inventario de Emisiones GEi

En Chile existen inventarios de emisiones que permiten conocer las toneladas de CO2 (el principal gas de efecto invernadero a escala global y el más importante en ámbitos urbanos) que son eyectadas a la atmósfera por fuentes fijas y móviles. Ellas son disponibilizadas por el Ministerio de Medio Ambiente en el RETC (Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes), y están como datos abiertos en https://retc.mma.gob.cl/.

Cabe destacar que la Región Metropolitana aporta un 5% de las emisiones puntuales a nivel nacional de CO2 según los datos de 2017. Ello es una pequeña proporción de la huella de CO2 que los habitantes

generan en cuanto a consumo de bienes y servicios de elevadas emisiones, y sin duda reflejan una parte del problema.

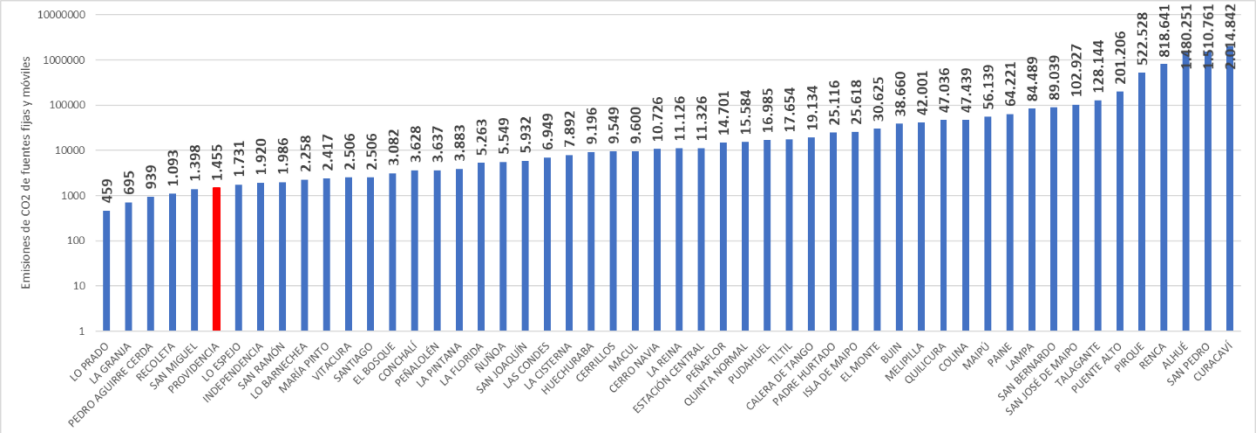
FIGURA Nº 2.2-86: EMISIONES PUNTUALES A NIVEL NACIONAL, AÑO 2017



Fuente: Elaboración propia en base a datos RETC.

Si se segmentan dichas emisiones por comuna, y se añaden las fuentes móviles se tiene que, al interior de la Región Metropolitana, Providencia es una de las que menos emite, ocupando el 6° lugar de las que menos toneladas de CO2 contribuye a la atmósfera. Dado que son la industria y las actividades productivas (entre ellas ganadería) las que más emiten, Providencia posee un nivel más bajo de emisiones generadas en su territorio.

FIGURA Nº 2.2-87: EMISIONES PUNTUALES Y MÓVILES DE LA REGIÓN METROPOLITANA DEL AÑO 2016. EJE Y EN ESCALA LOGARÍTMICA

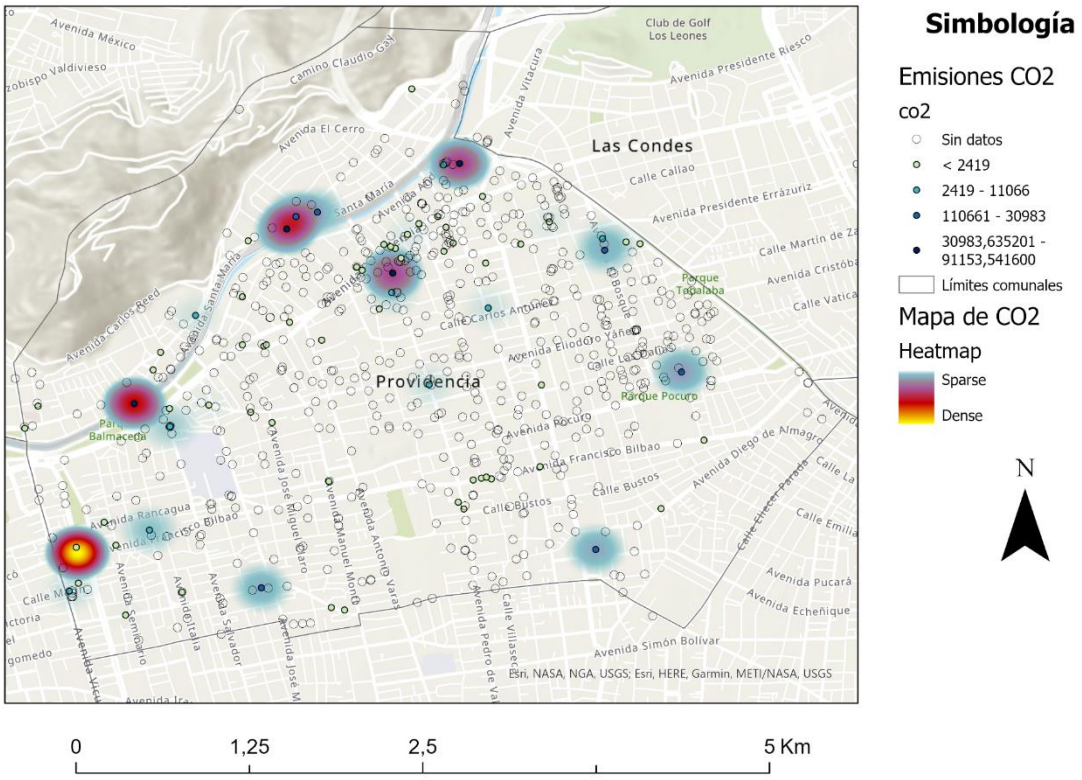


Fuente: Elaboración propia en base a datos RETC.

Para la escala de Providencia se ha dispuesto del “Resumen de emisiones y transferencias de contaminantes por establecimientos”. Esta base de datos es del año 2016 y se solicitará una versión

actualizada.[18] Ella posee las coordenadas y las emisiones de las fuentes puntuales. Si bien la mayoría de los puntos queda dentro de la comuna, existen errores de georreferenciación, es decir, coordenadas fuera de la comuna. Además, no todas las fuentes poseen información de emisiones. Los sitios que más emiten son en su mayoría asociados al sector salud, destacando la Asociación Chilena de Seguridad, el Hospital del Trabajador, Clínica Santa María, Clínica Indisa, Costanera Center, Integramédica y Televisión Nacional de Chile (TVN), pero además algunos establecimientos municipales, destacando el SPA Providencia y El Aguilucho, principalmente debido a que entrega información sobre emisiones.

FIGURA Nº 2.2-88: EMISIONES EN PROVIDENCIA DE CO2 (TONELADAS POR AÑO) AÑO 2016



Fuente: Resumen de emisiones y transferencias de contaminantes por establecimientos.

Se espera en los siguientes informes contar con información más actualizada, incluir emisiones según usos de suelo y también emisiones per cápita para entregar mayores antecedentes de cara a los desafíos de carbono neutralidad. El mapa resultado muestra justamente la ausencia de información a nivel puntual.

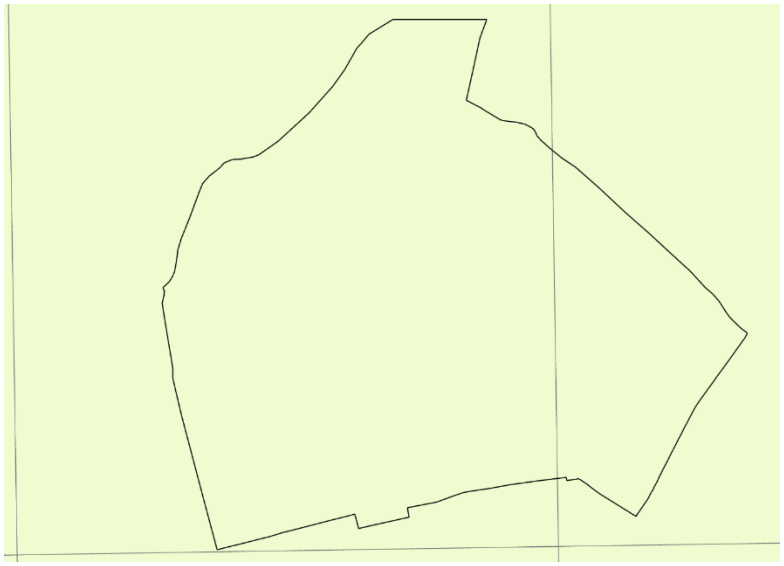
2.2.3.5 Amenazas del Cambio Climático

- **Datos Arclim presente (1980-2010) y futuro (2050)**

  En el marco del Atlas de Riesgo Climático (Arclim, 2020), se tiene información climática a mesoescala, calculada a partir de una grilla de 5 km de resolución espacial, lo que significa que, la información proporcionada para la comuna de Providencia corresponde a los datos de unos dos pixeles, como se muestra en la figura 2.3.26. Pese a lo anterior, la información es útil ya que da cuenta de la tendencia observada y futura de la comuna, representada en diversos indicadores.

[18] Es descargable desde https://datosretc.mma.gob.cl/dataset/resumen-de-emisiones-y-transferencias-de-contaminantes-por-establecimientos

FIGURA Nº 2.2-89: GRILLA ARCLIM V/S SUPERFICIE COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla siguiente se incluyen algunos de los más significativos y se comparan, además, con los valores promedio para la ciudad de Santiago. Son pocos los indicadores que de acuerdo al presente se encuentran por sobre los valores de la ciudad, sin embargo, existe un significativo contraste al observar la columna del futuro en aquellos indicadores que se refieren al comportamiento de las temperaturas máximas, como, por ejemplo, aquellos referidos a episodios de olas de calor de 3 o 6 días de duración o los días de verano. Además del calor diurno, es importante considerar lo que ocurre con las noches cálidas que aumentan y se relacionarían, además, con una disminución de aquellos eventos relacionados con las temperaturas mínimas, como, por ejemplo, la duración e intensidad de las noches frías.

De acuerdo con estos datos, actualmente la comuna alcanza en promedio temperaturas de 33,5°C; 37 días y noches cálidos y en promedio 7 episodios de olas de calor de al menos 3 días[19]. Estos indicadores, además, presentan importantes variaciones hacia la condición futura, multiplicando la ocurrencia de eventos extremos asociados a calor en la comuna, en consistencia al aumento proyectado para las temperaturas.

[19] La ola de calor se determina en relación al percentil 90 de la serie de datos utilizada (1980-2010) y por esto, puede presentar diferencias con aquella definida por la DMC.

CUADRO Nº2.2-8: INDICADORES PRESENTE Y FUTURO ATLAS DE RIESGO CLIMÁTICO

		PROVIDENCIA				Promedio Santiago			
Indicador	unidad	presente	futuro	delta	% cbo	presente	futuro	delta	% cbo
Amplitud térmica	grados	14,6	15,2	0,5	3,7	15,4	15,9	0,6	3,6
Días calurosos (>30ºC)	Días	35,5	71,9	36,5	102,9	46,7	80,8	34,3	73,4
Día más cálido	ºC	33,5	35,8	2,2	6,7	33,6	35,9	2,3	6,9
Temperatura media	grados	15,8	17,1	1,3	8,2	15,1	16,4	1,3	8,8
Días relativamente cálidos (>28ºC)	Días	93,7	129,2	36,1	38,5	99,0	130,5	31,7	32,0
Días de verano (> 25ºC)	Días	158,9	187,1	27,9	17,6	156,2	183,3	26,5	16,9
Promedio de la temperatura máxima diaria	ºC	23,1	24,7	1,6	6,7	22,8	24,4	1,6	7,0
Días muy cálidos	Días	0,5	5,0	4,5	873,7	1,4	8,5	7,1	517,9
Días cálidos	Días	37,1	97,4	60,4	162,8	37,1	97,1	60,2	162,0
Noche más cálida	ºC	16,1	17,5	1,3	8,2	15,1	16,4	1,3	8,7
Noches cálidas	Días	37,0	101,9	65,0	175,6	37,1	101,7	64,6	174,4
Duración de periodos de noches cálidas (> 6 Días)	Días	1,0	12,5	11,5	1210,5	0,9	11,9	11,1	1220,9
Duración de periodos de noches cálidas (> 3 Días)	Días	7,4	40,6	32,1	433,1	7,4	39,9	31,7	430,1
Duración de episodios cálidos (> 6 Días)	Días	1,1	11,5	10,5	1001,6	1,1	11,3	10,4	987,5
Duración de episodios cálidos (> 3 Días)	Días	8,4	42,1	31,6	375,6	8,4	41,7	31,4	372,7
Día más frío	ºC	10,0	11,1	1,1	10,7	9,4	10,5	1,1	11,8
Noche más fría	ºC	-1,0	-0,1	0,9	-88,4	-2,2	-1,3	0,9	-40,4
Duración de episodios fríos (>6 días)	Días	0,5	0,1	-0,5	-93,4	0,5	0,1	-0,5	-86,0
Duración de episodios fríos (>3 días)	Días	6,9	1,4	-5,1	-74,7	6,8	1,3	-5,1	-75,2
Días fríos	Días	37,1	14,4	-22,8	-61,5	37,1	14,5	-22,7	-61,1
Noches frías	Días	37,1	12,7	-24,6	-66,4	37,1	12,6	-24,5	-66,0
Promedio de la temperatura mínima diaria	ºC	8,5	9,5	1,0	12,0	7,4	8,4	1,0	14,1
Días secos consecutivos	Días	97,0	108,7	11,1	11,4	100,0	112,4	10,9	10,9
Frecuencia de sequía	%	30,0	46,7	16,7	55,6	29,5	47,7	18,2	61,9
Precipitación máxima diaria	mm	37,9	38,0	-0,4	-1,2	41,5	41,5	-1,1	-2,8
Lluvia máxima diaria	mm	37,7	38,1	-0,4	-0,9	41,0	41,7	0,0	0,1
Lluvia acumulada	mm	351,9	295,0	-16,2	-4,6	367,9	310,2	-15,0	-4,1
Viento máximo diario	m/s	2,0	2,0	5,3	270,1	2,6	2,7	6,0	230,5
Viento medio	m/s	1,1	1,1	-0,2	-21,4	1,4	1,4	-0,3	-19,5
Humedad relativa máxima diaria	%	86,5	86,8	0,2	0,3	89,5	89,7	0,0	0,0
Humedad relativa media diaria	%	60,3	60,0	-0,5	-0,9	61,7	61,2	-0,8	-1,4
Humedad relativa mínima diaria	%	34,2	33,3	-3,0	-8,8	33,8	32,8	-3,4	-10,0
Insolación solar máxima diaria	W/m2	361,4	360,6	-0,6	-0,2	368,2	367,3	-0,6	-0,2
Insolación solar diaria	W/m2	208,8	211,3	1,8	0,9	212,4	214,8	1,9	0,9
Leyenda		Porcentaje de cambio				(+)			
Columnas presente y futuro Providencia									
n: valor mayor al promedio de la ciudad									
n: valor mayor al promedio de la ciudad									
n: igual valor al promedio de la ciudad						(-)			

Fuente: Arclim, 2020.

2.2.4 Tarea 2.4 Variables de Riesgo

2.2.4.1 Definiciones Conceptuales

- **Análisis de las Amenazas**

  El análisis de amenazas asociadas al riesgo urbano se comprende como un fenómeno que puede gatillar pérdidas o daños y puede tener origen natural, socio-natural o antrópico (UNDRR, 2009). En tal sentido, una amenaza es definida en términos generales como un evento físico o fenómeno perjudicial que puede causar lesiones o pérdida de vidas, daños materiales, perturbación del hábitat colectivo o degradación ambiental.

El factor amenaza (A) resulta complejo de estimar, dado que generalmente se trata de un escenario compuesto de multiamenazas, que refiere a contextos en los cuales diferentes amenazas afectan a la misma población o área geográfica, pudiendo o no, coincidir temporalmente. En este contexto, la complejidad se explica desde distintas aristas. Primero, en la existencia de una gran cantidad de métodos de análisis, segundo, en la variedad de potenciales relaciones e interacciones entre amenazas y los diversos efectos que tienen sobre las ciudades, tercero, las dificultades para cuantificar el riesgo producto de cada amenaza (Kappes et al., 2012) y cuarto, que las amenazas difieren en su naturaleza, intensidad y periodicidad.

A pesar de lo anterior, para el estudio y modelación de un escenario multi-amenazas, desde la literatura especializada han surgido diversas formas de enfrentar el problema. Los métodos de modelación son variados, pero consisten, en general, en simplificar el problema creando medidas compuestas, estandarizando variables, y estudiando la complementariedad de las amenazas (Gill y Malamud, 2014; Gallina et al., 2016). Surge así, la importancia de tratar las amenazas como variables dependientes entre sí y generar medidas comparables que permitan su visualización (Delmonaco et al., 2006, Kappes et al., 2012, Castro et al. 2016).[20]

- **Análisis de la Vulnerabilidad**

  La vulnerabilidad asociada al riesgo urbano se define como susceptibilidad de la población y su entorno a ser dañados por un evento adverso de origen natural, socio-natural o antrópico. Es una variable dinámica la cual, para el análisis del riesgo a partir de la década de 1990, se ha centrado en el estudio de variables asociadas a la vulnerabilidad socio-espacial, dejando atrás enfoques anteriores en los cuales predominaba el énfasis en el estudio de las amenazas.

  En relación al análisis de variables de esta categoría, existe una generalizada asociación entre fragilidad socioeconómica y vulnerabilidad al riesgo de desastres, la cual ha sido ampliamente considerada en el marco de las condicionantes de la vulnerabilidad prevalente (Yamin et. al., 2013; Birkmann, 2007 y otros)[21] o condiciones antecedentes (Cutter et al., 2008).[22] Esta corresponde al estudio de las condiciones predominantes de vulnerabilidad social de un territorio, en función de los factores estructurales subyacentes, que son el punto de partida para el análisis. Por otra parte, esta definición tiene su foco en explicitar que el riesgo no es únicamente un resultado de la probabilidad y la magnitud de un evento natural, sino que está también determinado por las condiciones de vulnerabilidad de la sociedad expuesta, donde la vulnerabilidad prevalente pone énfasis en la predisposición social a ser afectados y las capacidades de las sociedades y su infraestructura para responder a las amenazas (Birkmann, 2007).[21]

  Desde diversas disciplinas de las ciencias sociales y la geografía se han realizado numerosas propuestas metodológicas para la evaluación de la vulnerabilidad, proponiendo la generación de indicadores que tienen como objetivo realizar seguimientos a las condiciones de fragilidad social de la población y de los entornos urbanos, que pueden aplicarse en estudios locales. Sin embargo, aún persisten algunas dificultades en el uso de estos indicadores debido a su complejidad, la falta de

[20] Delmonaco G, Margottini C, Spizzichino D (2006) Report on new methodology for multi-risk assessment and the harmonization of different natural risk maps. Deliverable 3.1, ARMONIA.
Castro, C. P., Sarmiento, J. P., Edwards, R., Hoberman, G., & Wyndham, K. (2017). Disaster risk perception in urban contexts and for people with disabilities: case study on the city of Iquique (Chile). *Natural hazards*, *86*(1), 411-436.

[21] Yamin. L.E., Ghesquiere, F., Cardona, O.D. & Ordaz, M.G. (2013). Modelación probabilística para la gestión del riesgo de desastre: el caso de Bogotá, Colombia. Banco Mundial, Universidad de los Andes. 156 pp. 9. ANEXOS 9.1 Información base pro.
Birkmann, J. (2007). Risk and vulnerability indicators at different scales. Applicability, usefulness and policy implications. Environmental hazard, 7: 20-31

[22] Cutter, S. L., Barnes, L., Berry, M., Burton, M., Evans, E., Tate, E. & Webb, J. (2008). A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. Global Environmental Change 18(4): 598-606.

bases de datos en muchos países para su construcción y su mantención, lo que imposibilita la eficiencia de procesos comparativos en el tiempo. En tal sentido, el uso de grandes cantidades de indicadores y la falta de índices sintéticos que simplifiquen el análisis, son otras dificultades a resolver, por lo que actualmente se prioriza el uso de modelamientos sencillos y adaptables a diferentes realidades, que puedan reconocer las variables críticas de la vulnerabilidad y mantener el seguimiento de su variación en el tiempo.

Los indicadores de vulnerabilidad social, por tanto, pueden ser adaptados, según la información existente en cada área y de la escala de análisis requerida. Sin embargo, siempre se debe considerar como base el estudio de variables demográficas, socioeconómicas y de la morfología urbana.

- **Análisis del Riesgo**

  El análisis del riesgo urbano desde un enfoque de multi-amenazas y vulnerabilidad en la comuna de Providencia busca dar cuenta de la complejidad del contexto del riesgo de desastres en zonas densamente pobladas, como son las comunas contenidas en Áreas Metropolitanas, cuyos procesos dinámicos pueden gatillar la construcción de nuevas zonas de riesgo o incrementar las ya existentes. Esto, puesto que, las grandes concentraciones de población, aumenta los niveles de impacto de los eventos adversos, con lo cual los sistemas urbanos se consideran actualmente como espacios significativamente vulnerables al riesgo de desastres o bien, como “hot spots” de los problemas sociales y ambientales que se asocian al riesgo.

  En tal sentido, debido a la atracción que ejercen esos polos de desarrollo económico-productivo, se ha observado un aumento de la exposición de la población y sus medios de vida a amenazas naturales, socio-naturales y antrópicas. Normalmente el anclaje de capital, debilita las dinámicas preventivas que han generado las comunidades, incrementando su riesgo hacia condiciones muchas veces difíciles de mitigar que condiciona inseguridades para la habitabilidad.

  El estudio en la comuna de Providencia busca profundizar en el conocimiento del riesgo como un constructo social y no solo como el resultado de la acción de fenómenos de la naturaleza, entendiendo que determinados procesos urbanos contribuyen a producir condiciones que favorecen, amplifican o mitigan los impactos de eventos disruptivos. Para ello, el conocimiento de la complejidad de la morfología urbana y sus procesos, así como la mantención y permanente actualización de información territorial detallada de la ciudad, permitirá mejorar la eficacia y rapidez de la respuesta ante emergencias y la resiliencia del sistema, así como también evidenciará las principales debilidades que presenta el sistema urbano para soportar y superar eventos adversos.

2.2.4.2 Amenazas Presentes en Providencia

2.2.4.2.1 Islas y Olas de Calor

Las islas de calor constituyen una de las principales características del clima urbano, y se definen a partir de la diferencia entre la temperatura urbana y la temperatura rural (Oke, 1987).[23] Por su importancia, fue seleccionada como una de las cadenas de impacto definidas en el marco del Atlas de Riesgo Climático chileno (ARCLIM, 2019) para evaluar el impacto del Cambio Climático sobre la salud y bienestar de las personas. Debido a la dificultad de contar con datos que permitan su cálculo, ARCLIM considera la propuesta de Oke (1987), quien construyó una ecuación que refiere que, la intensidad de la isla de calor urbana (ICU) de una ciudad se relaciona con el tamaño de la población y la velocidad del viento.

[23] Oke, T. R. (1987). Boundary Layer Climates. Earth-Science Reviews (Vol. 27). https://doi.org/10.1016/0012-8252 (90)90005-G

$$\Delta ICU_{u-r} = \frac{P^{0,27}}{4*(u)^{0,56}}$$ Ecuación 2.

$$\Delta ICUCC_{u-r} = \frac{P^{0,27}}{4*(u)^{0,56}} + \Delta Tmin$$ Ecuación 3.

En particular, ARCLIM calculó la ICU del aire para el mes más cálido del verano (enero), en la condición presente (1980-2010) y futura (escenario 2065). Se seleccionó el punto más cálido de la ciudad, a través del reconocimiento de los lugares con mayores temperaturas superficiales, coincidiendo con la comuna de Providencia. A su vez, el punto rural fue seleccionado, considerando algunos criterios en relación con el punto urbano ya definido: que se encontrara en la misma zona climática, a una distancia equivalente de los cursos y cuerpos de agua, a no más de 200 metros de altitud de diferencia, en relación con el punto urbano. El punto urbano definido para la ciudad de Santiago se encuentra localizado en la comuna de Providencia, entre las calles Santa Isabel y José Miguel Infante. La isla de calor presente estimada corresponde a 9,2°C y la futura 10,4, significando un aumento de 1,2 grados

Así mismo, un estudio desarrollado por Sarricolea et al. (2021) calculó la isla de calor urbana superficial para cada comuna de la AMS, alcanzando un valor para Providencia de -0,14°C en el día y 5,59°C en la noche.

La ola de calor se define como un evento meteorológico extremo que se determina cuando la temperatura máxima diaria supera el percentil 90 durante tres o más días. El percentil 90 es definido por la Dirección Meteorológica de Chile, por ciudad y mes. Para la ciudad de Santiago los umbrales entre los meses de noviembre y marzo son los siguientes:

CUADRO Nº2.2-9: UMBRALES DE TEMPERATURA MÁXIMA EN SANTIAGO (°C)

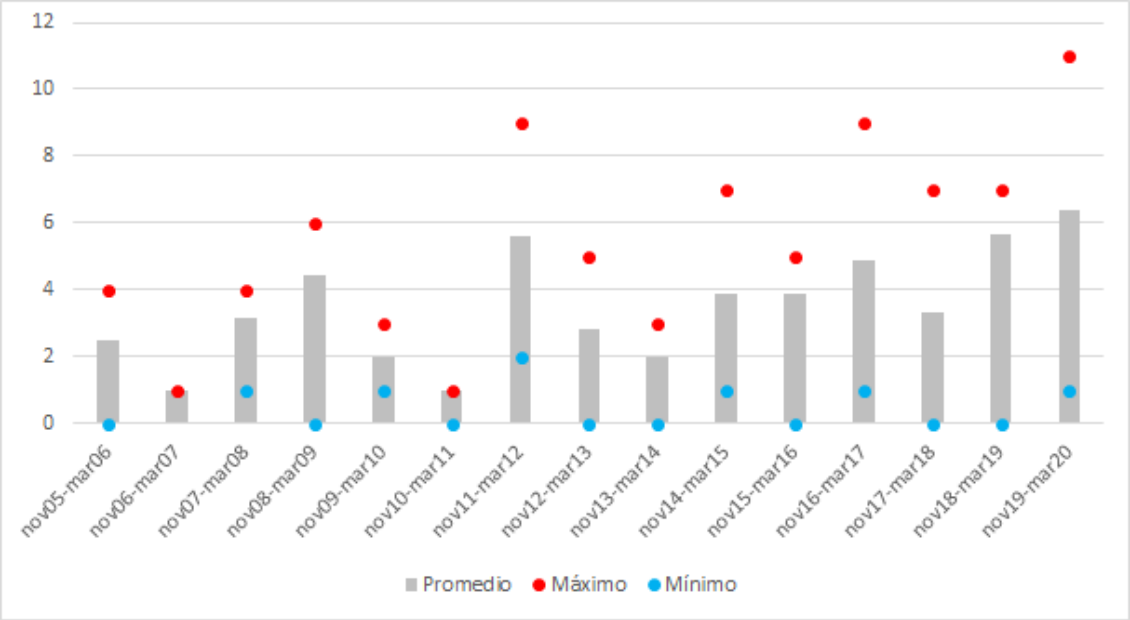
noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo
30	32	33	32	31

Fuente: Dirección Meteorológica de Chile.

De acuerdo con la DMC, las olas de calor promedio por temporada pasaron de 1,5 (1981-2010) a 4 (2010-2017).

A partir de las estaciones meteorológicas de la ciudad de Santiago, se pueden calcular el número de eventos promedio por verano, que oscilan entre 1 a más de 6 en el período noviembre 2019 – marzo 2020, sin embargo, el número de eventos de olas de calor no es homogéneo en la ciudad, por ejemplo, en el último período registrado existen estaciones que registraron un único evento, como Las Condes, versus Quinta Normal que alcanzó 11, lo que significa una diferencia al menos de 30 días en que la temperatura máxima supera el percentil 90 (ver figura siguiente). Considerando el promedio y a partir de una interpolación, Providencia poseería un promedio de 4,6 olas de calor en el período 2005-2020, lo que será comparado con los datos levantados en la estación de verano 2021-2022, por los registradores ibutton instalados.

FIGURA Nº 2.2-90: NÚMERO DE OLAS DE CALOR PROMEDIO POR TEMPORADA NOVIEMBRE - MARZO



Fuente: Elaboración propia con datos de la Dirección Meteorológica de Chile.

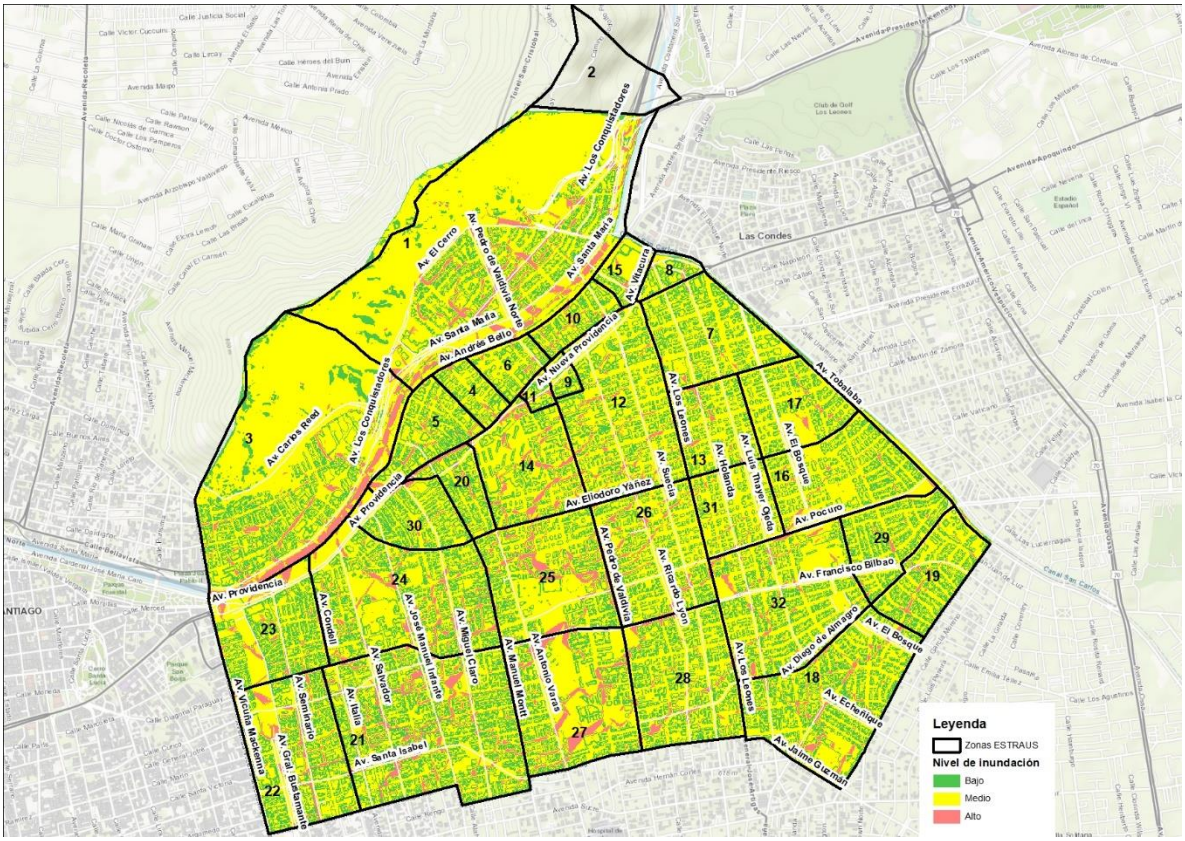
2.2.4.2.2 Inundación y Anegamiento

Corresponde a un proceso donde una masa de agua sobrepasa la capacidad de retención del suelo y de los cauces, desbordándose para cubrir áreas bajas y normalmente secas. Este fenómeno se comprende como la probabilidad de saturación del suelo por la concentración de corredores de inundación, así como por el desborde de cuerpos de agua, y pueden ser desencadenados por factores climáticos, como eventos pluviométricos extremos, o bien por intervenciones antrópicas del territorio.

La determinación de las zonas potencialmente saturables se hizo calculando un Índice Topográfico de Humedad (ITM), que corresponde a una capa en formato raster que permite modelar la dinámica de los flujos superficiales y subsuperficiales basado en el control topográfico del escurrimiento (Roa y Kamp, 2012),[24] el cual se construyó a partir de una capa raster comprendida por un Modelo Digital de Elevación sumando a ello la morfología urbana de los edificios, logrando establecer en función de la agrupación natural de los datos tres niveles de amenaza, como se observa en la figura siguiente. Así, es posible dar cuenta que las zonas más propensas a presentar condiciones de saturación del suelo se ubican a lo largo del lecho del Río Mapocho, identificando también condiciones potencialmente perjudiciales en la Zona ESTRAUS 1, en el sector de Pedro de Valdivia Norte, así como en las zonas 25 y 27, esta última definida por el Parque Inés de Suárez.

[24] Roa, J., y Kamp, U. (2012). Uso del índice topográfico de humedad (ITH) para el diagnóstico de la amenaza por desborde fluvial, Trujillo-Venezuela. *Revista geográfica venezolana*, *53*(1), 109-126.

FIGURA Nº 2.2-91: NIVELES DE INUNDACIÓN EN LA COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia.

2.2.4.2.3 Amenaza Geológica

El comportamiento sísmico del suelo en la comuna de Providencia se determinó a partir del estudio de suelos realizado por Valenzuela (1979), donde se realiza una caracterización de la respuesta estructural de las unidades de suelo presentes en el territorio comunal.

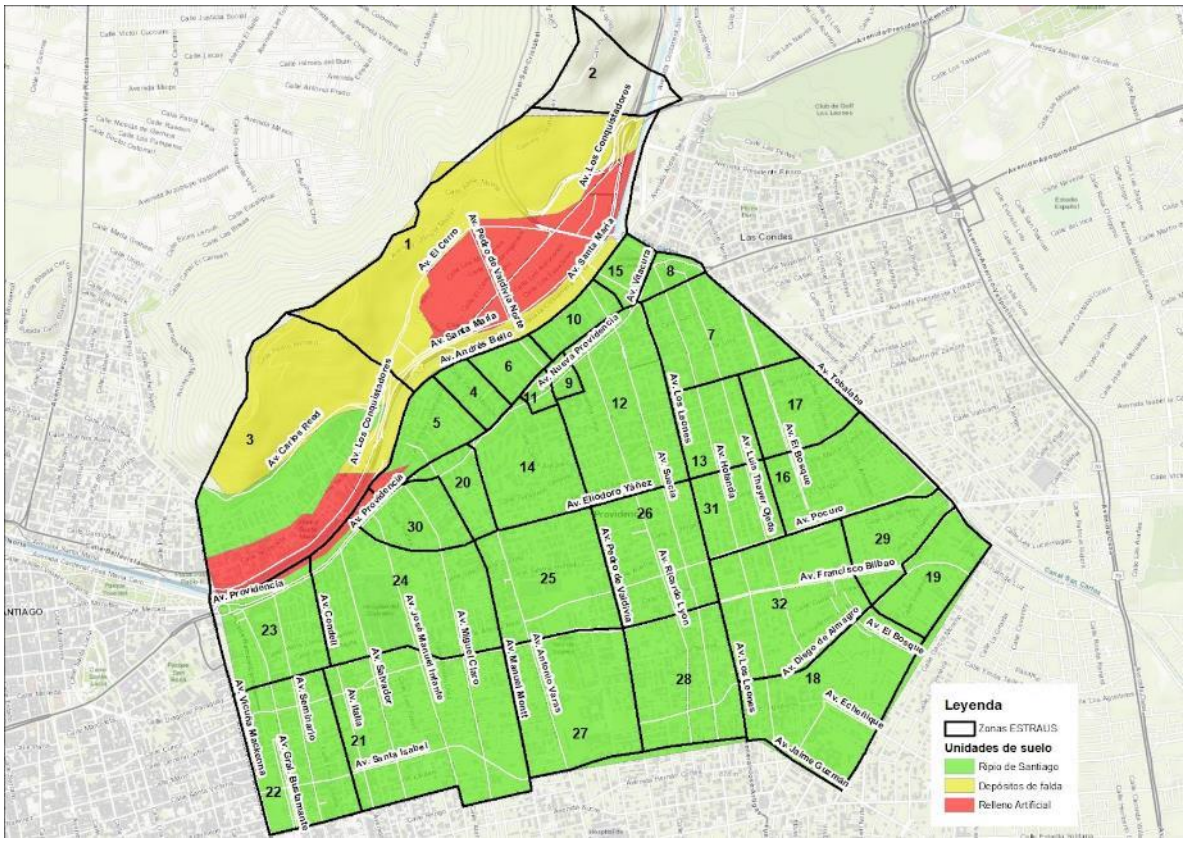
De este modo, se reconoce la presencia de tres unidades distintas en la figura 2.4.3:

a) Ripio de Santiago, identificado en color verde, y que comprende al territorio de Providencia al sur del Río Mapocho, mostrando un excelente comportamiento debido a sus condiciones de resistencia, granulometría uniforme, y una ubicación profunda del nivel freático que alcanza los 40 m, lo cual favorece un buen comportamiento frente a eventos sísmicos.

b) Depósitos de escombros de falda, observables en color amarillo, corresponde a zonas de pendiente que en Providencia se definen por las laderas del cerro San Cristóbal, las cuales adquieren un mal comportamiento sísmico dado que se relacionan con deslizamientos y desprendimientos de escombros, y en casos de terremotos estos materiales son proclives a generar derrumebes de cierta condieración.

c) Rellenos Artificiales, en color rojo, identificables en los sectores de Pedro de Valdivia Norte y Bellavista, entre las Zonas Estraus 1 y 3, son suelos caracterizados por tener un mal comportamiento sísmico debido a que su composición estructural se basa principalmente en terraplenes, defensas fluviales y depósitos heterogéneos.

FIGURA Nº 2.2-92: COMPOSICIÓN DE LAS UNIDADES DE SUELO EN LA COMUNA DE PROVIDENCIA DE ACUERDO CON SU RESPUESTA SÍSMICA



Fuente: Elaboración propia en base a Valenzuela (1979)

2.2.4.2.4 Amenaza Antrópica

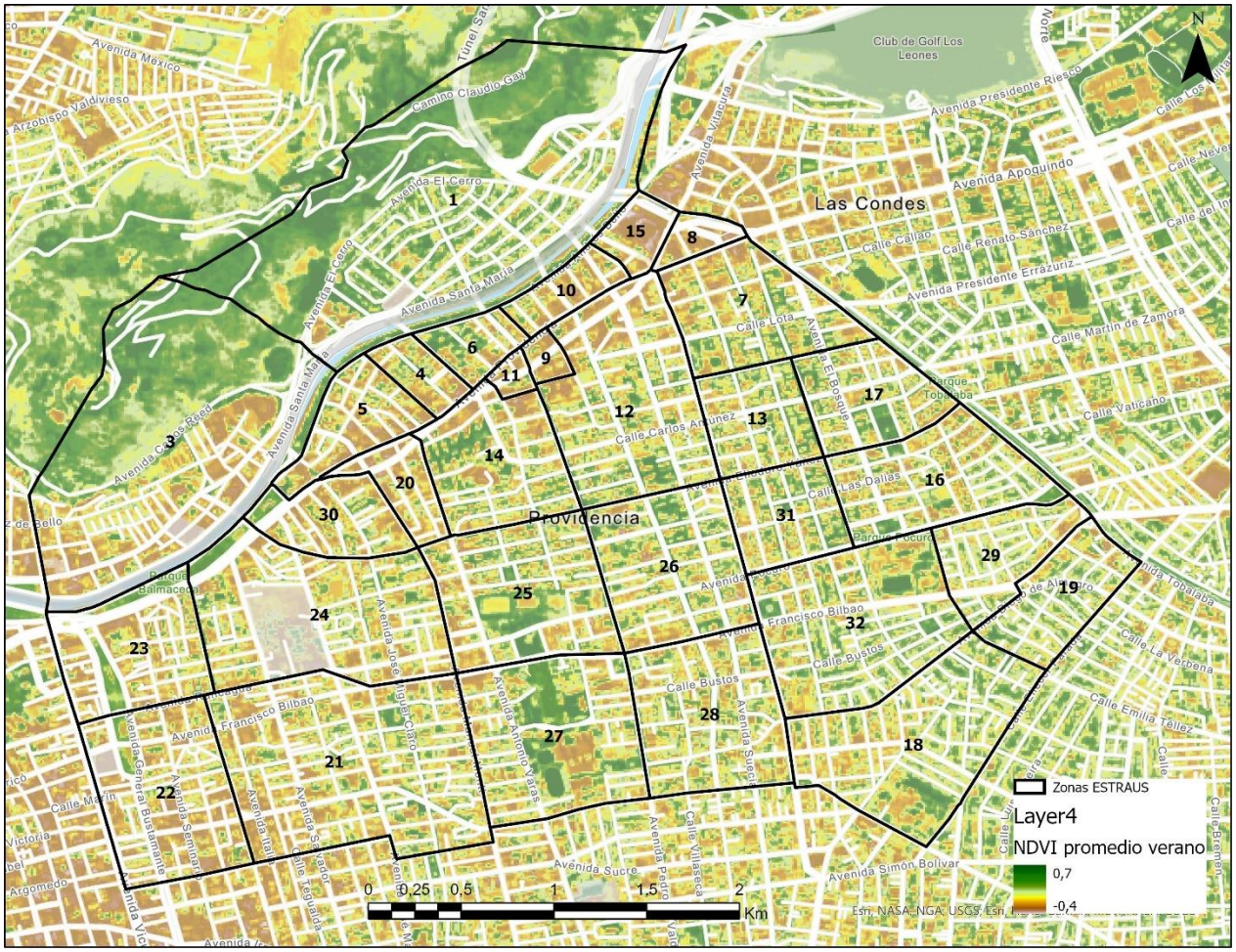
- **Estado de los espacios con vegetación**

  La firma o signatura espectral característica de la vegetación sana muestra un fuerte contraste entre la baja reflectividad en el rojo y la alta reflectividad en el infrarrojo, de longitud de onda más corta. Se aplicó el Índice Normalizado de Diferencia Vegetacional (NDVI) sobre imágenes del satélite Sentinel, que ofrecen la mejor resolución espacial posible (10 metros).

  Se consideraron los últimos cinco años, lo que significó trabajar con datos a partir del verano 2016-2017. Se calcularon los promedios del índice para cada verano del período, hasta el verano 2020-2021, mediante un código en el software *Google Earth*.

  El NDVI promedio de verano del período se extiende entre -0,4 y 0,7 aproximadamente, con una concentración de superficie en el rango 0 - 0,25; lo que indica alguna presencia de vegetación. Los mayores valores coinciden con parques y plazas de Providencia, con una condición similar a la ladera del cerro San Cristóbal que se encuentra en la comuna, asociada a las zonas ESTRAUS 1 y 3.

FIGURA Nº 2.2-93: NDVI VERANO PROMEDIO ENTRE 2016-2017 Y 2020-21 PARA LA COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia en base a imágenes satelitales Sentinel (2016 – 2021).

Al comparar el comportamiento del NDVI durante el primer y último verano del período analizado, se observan algunas diferencias significativas. Si consideramos cuatro rangos, solo tres de ellos están presentes en ambos veranos, el rango superior, que se extiende entre 0,5 y 0,75 desaparece al final del período. Así mismo la distribución en los otros rangos cambia, como se muestra a continuación.

CUADRO Nº2.2-10: DISTRIBUCIÓN DE LOS RANGOS NDIV 2016 - 2020 EN LA COMUNA DE PROVIDENCIA

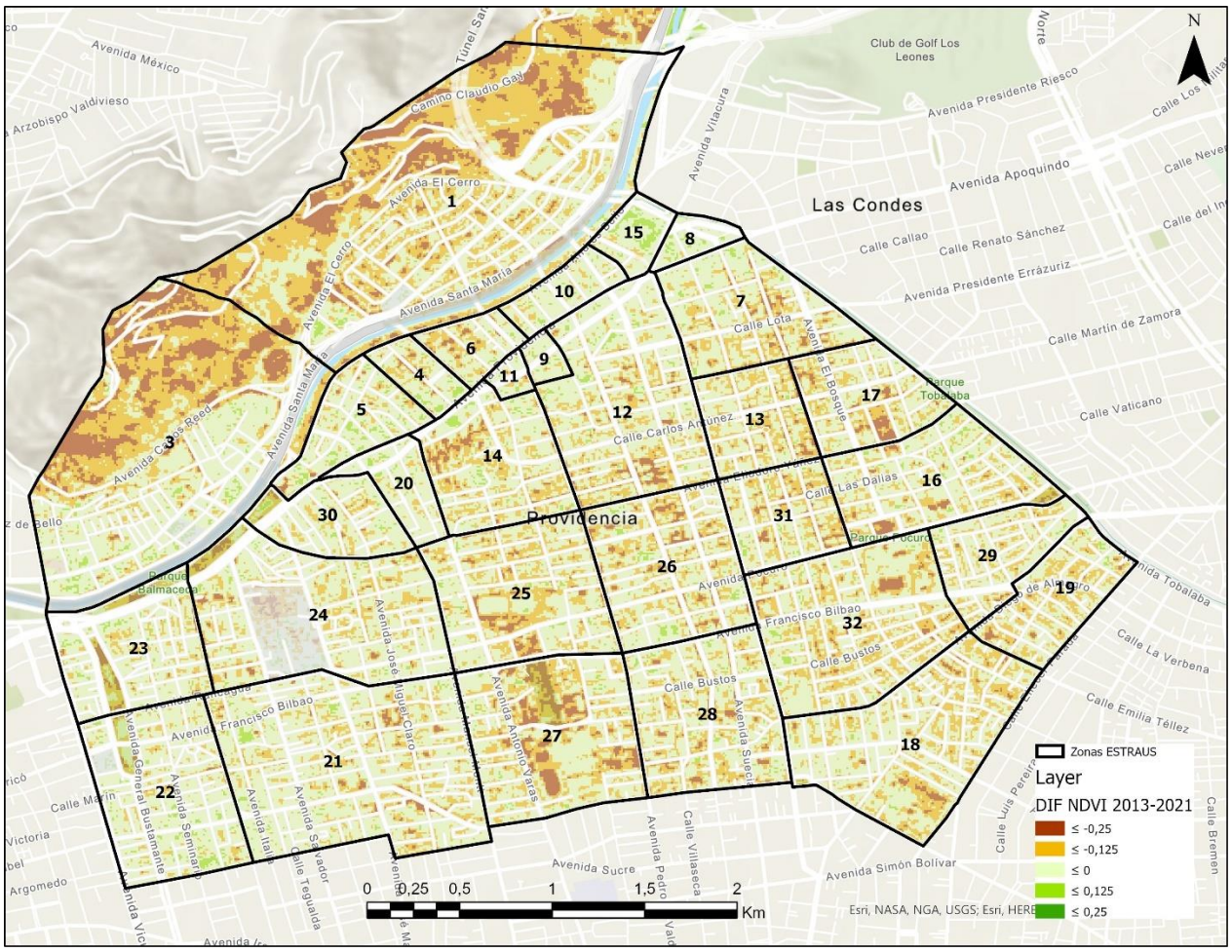
NDVI				
mínimo	**máximo**	verano 2016-17	verano 2020-21	promedio período 2016-2021
-1	**0**	7,5	8,2	5,6
0	**0,249**	927,6	1419,7	1120,1
0,25	**0,49**	476,3	11,8	310,9
0,5	**0,749**	28,3	0	3,1

Fuente: Elaboración propia.

Como resultado de lo anterior, una gran parte de la superficie comunal experimenta una disminución del valor del NDVI entre 2016 y 2021 (1.430 has. aproximadamente), la mayoría de estos son menores a -0,125 (772 has). En términos espaciales, las mayores disminuciones se observan asociadas a las laderas del cerro y hacia desde la avenida Antonio varas al oriente de la comuna. Solo

26 hectáreas de la comuna presentan aumentos en el valor del NDVI, y de éstas, en sólo 0,5 hectáreas el aumento es superior a 0,25.

FIGURA Nº 2.2-94: DIFERENCIA NDVI VERANO ÚLTIMOS CINCO AÑOS (2020/2021 - 2016/2017) PARA LA COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia en base a imágenes satelitales Sentinel (2013 – 2021).

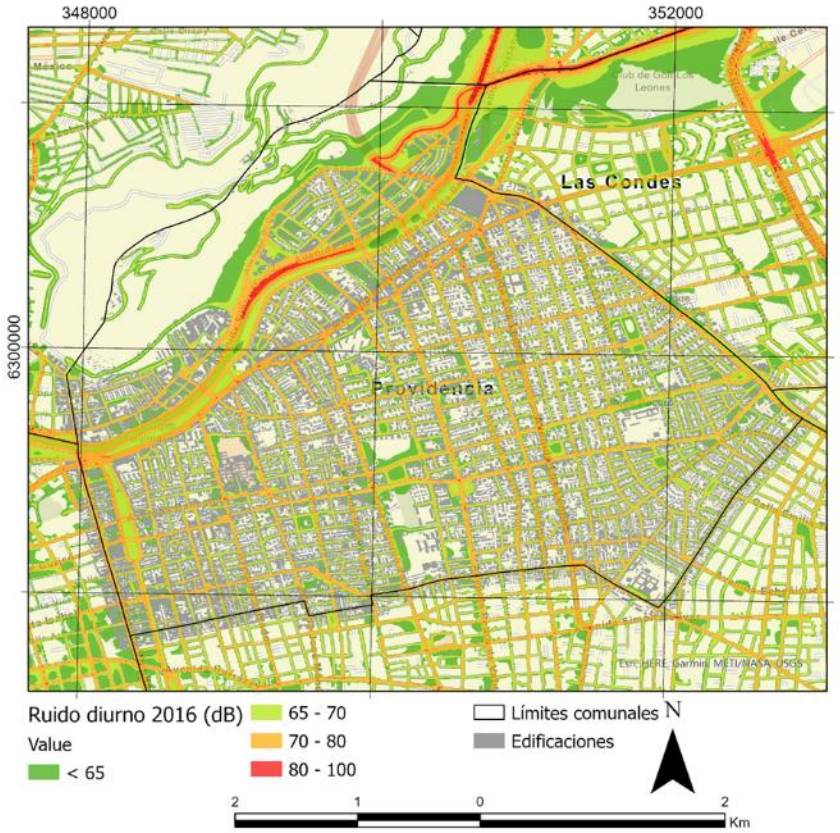
- **Ruido**

Los mapas de ruido permiten visibilizar un contaminante invisible, molesto y sobre algunos niveles, perjudicial para la salud humana. La mayoría de los mapas de ruido urbano consideran la morfología de la ciudad (anchos de calles, volumen construido), materialidad de las calles y flujos vehiculares. Esta última información es la más relevante, pues existe una fuerte asociación entre flujo vehicular y nivel de ruido alcanzado. Para el área metropolitana de Santiago hay dos estudios, los cuales comparten una metodología común, muy costosa y sofisticada, y que además son muy recientes. Dichos estudios corresponden al "Estudio actualización del mapa de ruido del Gran Santiago" realizados en los años 2011 y 2016 por Instituto de Acústica (Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Universidad Austral de Chile). El estudio de 2016 señala que "*El transporte urbano constituye el mayor aporte al ruido ambiental de una ciudad*" por lo tanto, es necesario "*orientar esfuerzos en su cuantificación, mitigación y medidas de prevención apropiadas*".

Con la información de 2016 se realizaron dos mapas. El primero de ellos corresponde al ruido diurno para la comuna de Providencia. El segundo, a una imputación de nivel de ruido por manzana mediante las categorías de ruido (desde 65 dB hasta 100 dB) y el área total expuesta de cada manzana. Así se pondera por área y se obtienen valores que graficamos en alto, medio y bajo. Dichas categorías corresponden a valores entre:

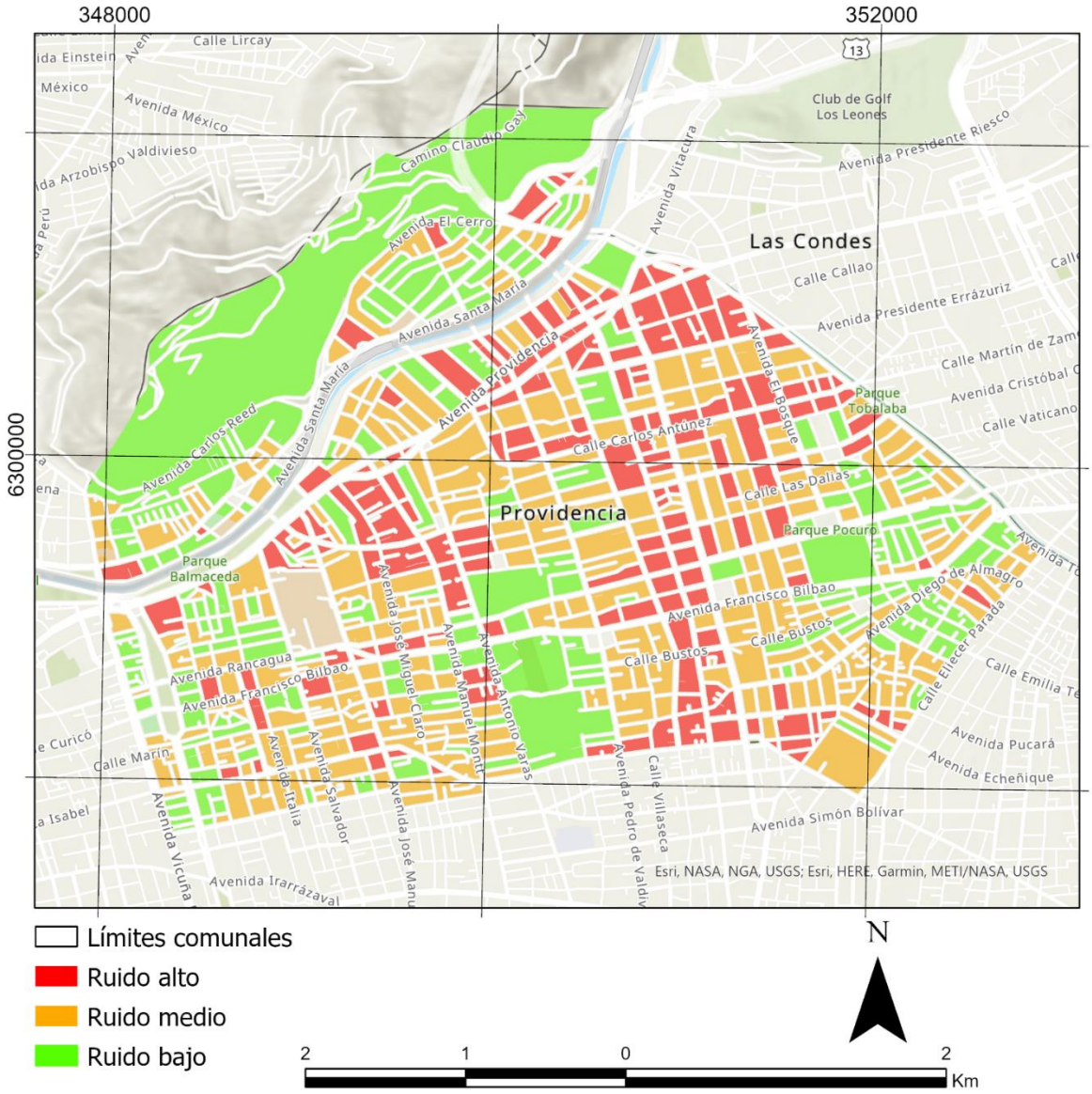
- Ruido bajo: <68 dB
- Ruido medio: entre 68 y 69,99 dB
- Ruido alto: >69,99 dB

FIGURA Nº 2.2-95: NIVELES DE RUIDO ASOCIADO A EJES VIALES EN LA COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Instituto de Acústica de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Universidad Austral de Chile (2016).

FIGURA Nº 2.2-96: NIVELES DE RUIDO ASOCIADO A MANZANAS EN LA COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Instituto de Acústica de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Universidad Austral de Chile (2016).

2.2.4.3 Vulnerabilidad en Providencia

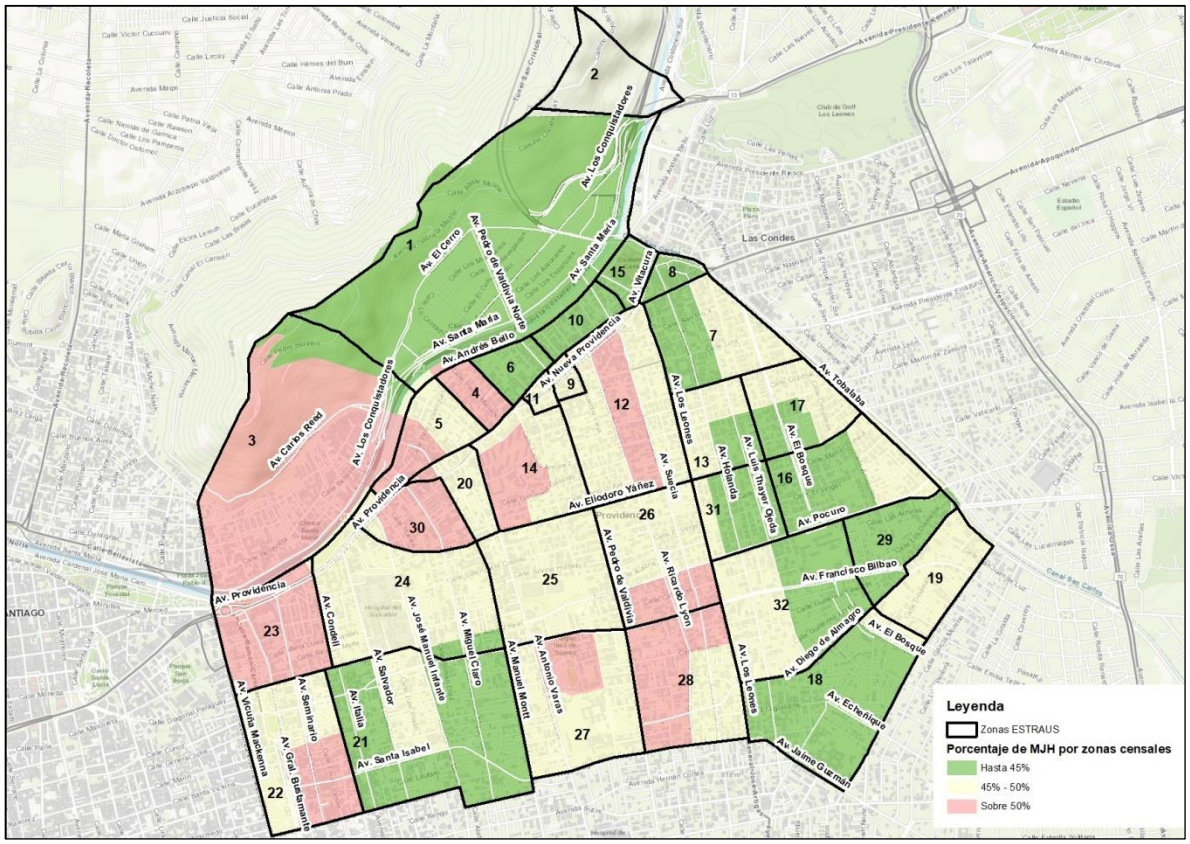
2.2.4.3.1 Vulnerabilidad de las Personas

La vulnerabilidad de las personas corresponde al procesamiento de variables sociodemográficas que potencian las condiciones de susceptibilidad que pueden determinar el nivel de riesgo urbano. Aborda la identificación de población vulnerable de acuerdo con la composición de género de los jefes de hogar, vulnerabilidad de la población por rangos etarios, y por la composición homoparental de los hogares. La principal fuente de datos es el Censo 2017, considerando también datos de la Encuesta Origen Destino (2012).

- **Composición de género de la población - Mujeres Jefas de Hogar**

  De acuerdo a la figura siguiente, que se extrajo del Censo 2017 el porcentaje de mujeres jefas de hogar de acuerdo a la población total a nivel de zonas censales, lo que fue cruzado con las manzanas correspondientes de Providencia, clasificando este porcentaje en base a la agrupación natural de los datos e identificando tres rangos en función de la vulnerabilidad, los que son descritos como:
  - Vulnerabilidad baja: hasta 45% de mujeres jefas de hogar por manzana
  - Vulnerabilidad media: entre 45% y 50% de mujeres jefas de hogar por manzana
  - Vulnerabilidad alta: sobre 50% de mujeres jefas de hogar por manzana

FIGURA Nº 2.2-97: PORCENTAJE DE MUJERES JEFAS DE HOGAR POR ZONAS ESTRAUS EN LA COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017.

De acuerdo con la figura anterior, se observa una diferencia de los datos entre las Zonas ESTRAUS de los límites oriente y centro poniente de la comuna, donde especialmente la zona 3 que comprende al barrio Bellavista, y la zona 23 en las inmediaciones del Parque Bustamante, expresan una preponderancia de hogares con jefatura de hogar femenina, mientras la zona 7 asociada a gran parte del Parque Metropolitano, las zonas 6, 10 y 15 entre las avenidas Andrés Bello y Providencia y la zona 18 y 29 cercanas al límite urbano de la comuna de Ñuñoa y Providencia respectivamente presentan predominancias de jefaturas masculinas

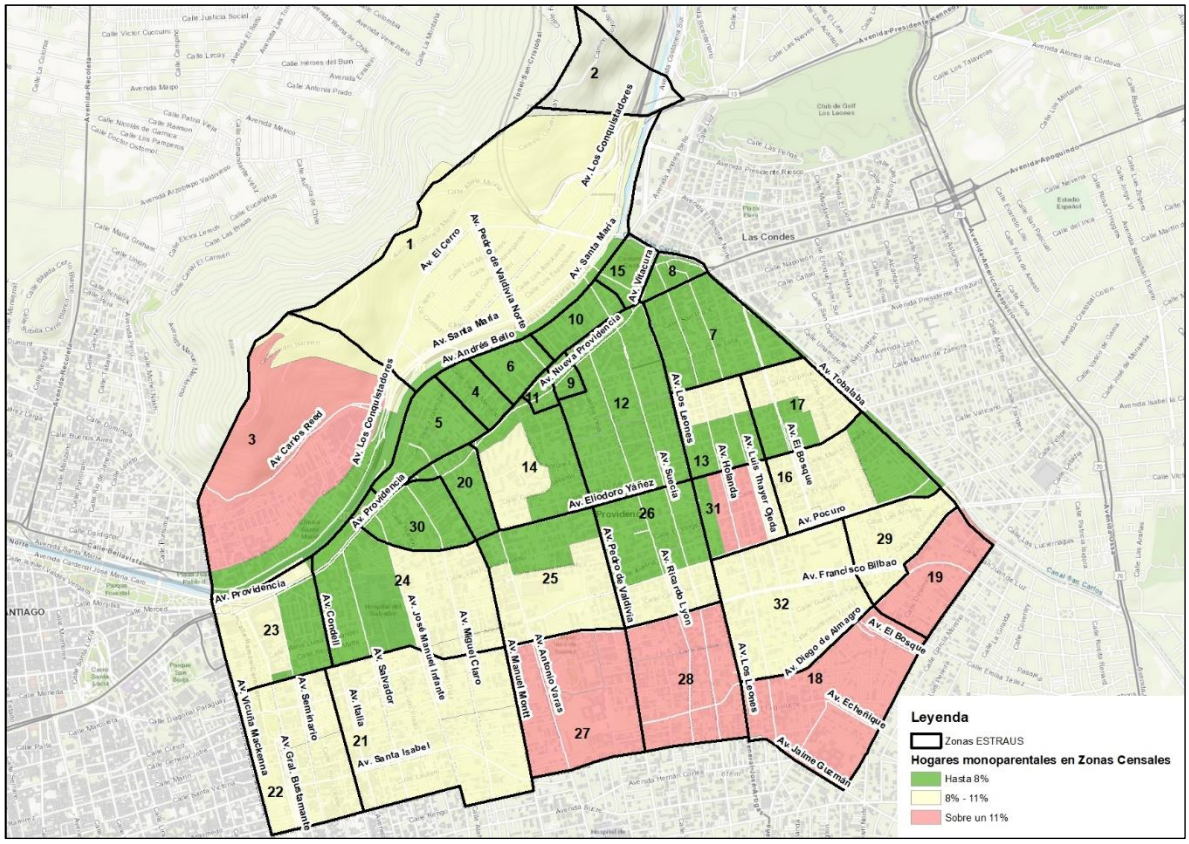
- **Hogares monoparentales**

  Los hogares monoparentales fueron extraídos del Censo 2017 a nivel de zona censal en una capa en formato polígono, donde se calculó su porcentaje de acuerdo al total hogares respectivos según se observa en la figura siguiente, datos que fueron cruzados con las manzanas de la comuna y se

establecieron rangos según la agrupación natural de los datos, es decir, los datos con una varianza similar se concentran en una misma categoría, de esta manera, a través de un parámetro propio se consideran que los rangos definidos a escala Likert corresponden a los diferentes niveles de vulnerabilidad que se describen a continuación que pueden potenciar el riesgo urbano en función de las demás variables de análisis que integran la dimensión de la vulnerabilidad de las personas.

- Vulnerabilidad baja: hasta un 8% de hogares monoparentales.
- Vulnerabilidad media: entre un 8% y un 11% de hogares monoparentales.
- Vulnerabilidad alta: sobre un 11% hogares monoparentales.

FIGURA Nº 2.2-98: PORCENTAJE DE HOGARES MONOPARENTALES SEGÚN ZONAS ESTRAUS EN LA COMUNA DE PROVIDENCIA



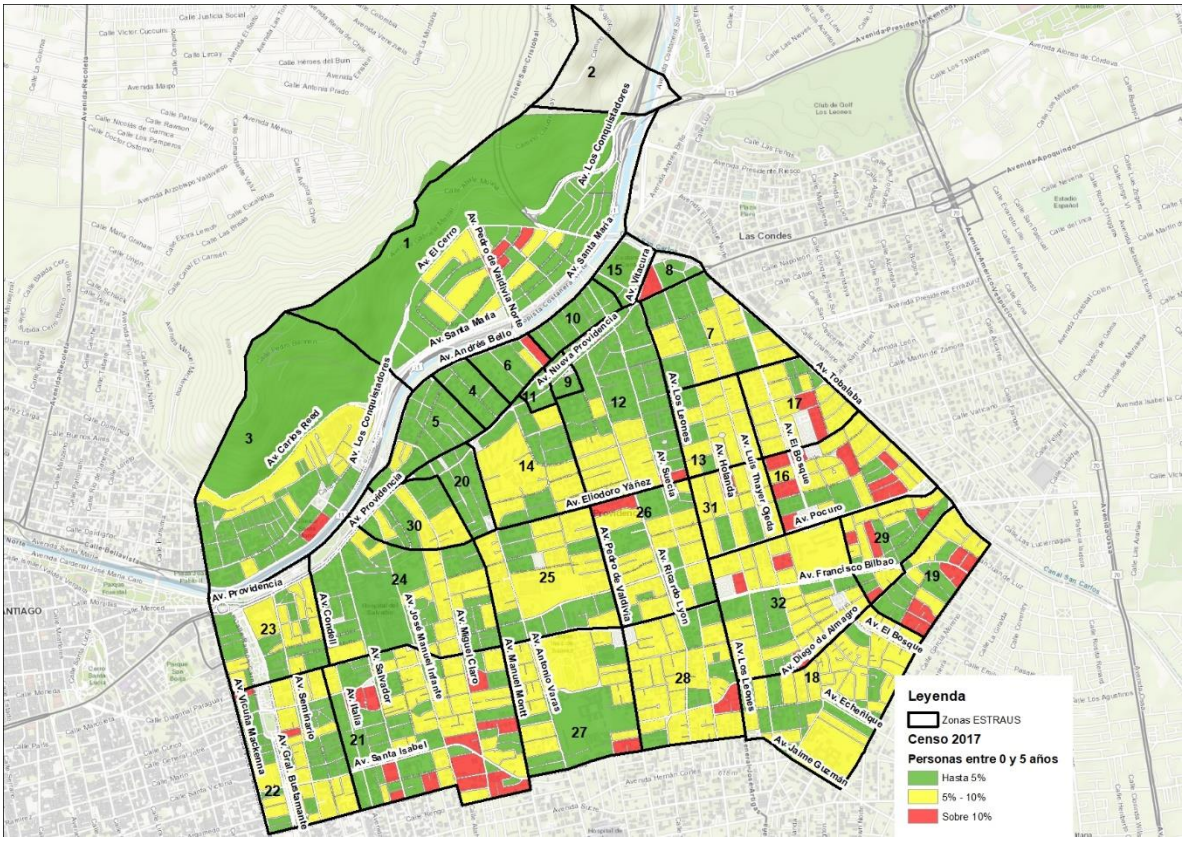
Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017.

Se observa que una mayor concentración de hogares monoparentales se encuentra en la zona ESTRAUS 3, en el sector de Bellavista, y en las zonas 18, 19, 28 y 27, en el límite suroriente de la comuna, a diferencia de las zonas aledañas a los ejes viales principales (Av. Andrés Bello, Av. Providencia y Av. Eliodoro Yañez.) en sentido oriente – poniente donde se observa un porcentaje menor de este tipo de hogares. Este hecho podría tener una explicación al cruzarse con datos sociodemográficos espacializados (figuras 77, 78 y 79) donde hacia el sur de la comuna (zonas estraus 27,28,18,19, se concentra mayor población adulta y adulta mayor, mientras hacia el centro norte se concentran las poblaciones de menor edad, entre los cuales, según la evolución de datos históricos, es más común la existencia de hogares monoparentales.

- **Población vulnerable por rangos etarios**

  En relación a la vulnerabilidad de las personas de acuerdo con rangos etarios, se diferencia a grupos infantes (0 a 5 años), jóvenes (6 a 15 años) y adultos mayores (sobre 65 años). Estos grupos se consideran vulnerables para el estudio y gestión del riesgo urbano, dado que son dependientes de otros miembros del grupo familiar y/o su movilidad en el territorio está asociada a una independencia menor que en el resto de los rangos etarios (CEPAL, 2017; USAID-FAU, 2019)[25]. Para el cálculo y espacialización de lo anterior, se utilizaron datos extraídos del Censo 2017 y procesados en capas con formato polígono, donde se calculó la proporción de cada uno de estos grupos de acuerdo al total de personas por manzana. Posteriormente, se establecieron rangos en función de la agrupación natural de los datos, estableciendo para el grupo de infantes (0 a 5 años) los siguientes:
  - Vulnerabilidad baja: hasta 5% de niños entre 0-5 años por manzana.
  - Vulnerabilidad media: entre 5% y 10% de niños de entre 0-5 años por manzana.
  - Vulnerabilidad alta: sobre 10% de niños de entre 0-5 años por manzana.

FIGURA Nº 2.2-99: PORCENTAJE DE POBLACIÓN ENTRE 0 Y 5 AÑOS POR MANZANA EN LA COMUNA DE PROVIDENCIA



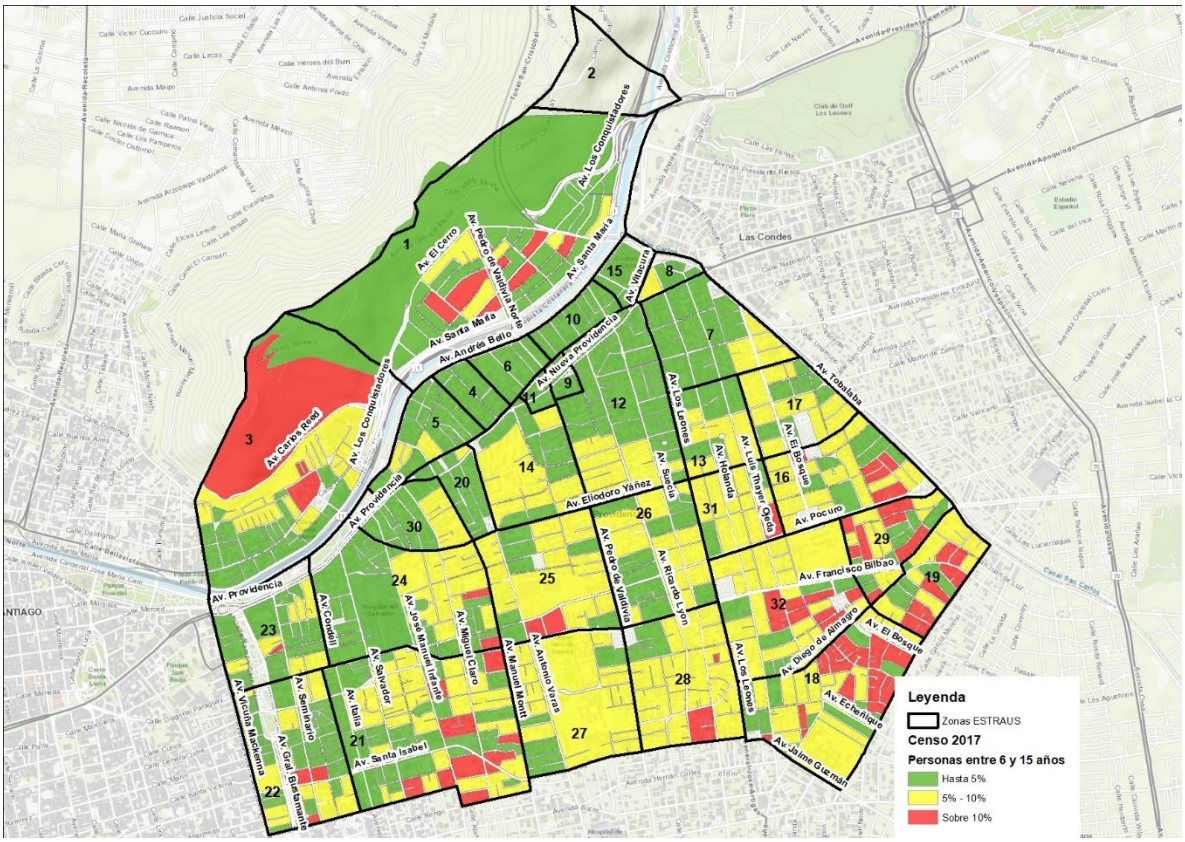
Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017.

[25] CEPAL (2017). Protección social de la infancia frente a los desastres. Boletín Desafíos "N°20 Niñez y Desastres en América Latina y el Caribe".
USAID OFDA (2020). Riesgo urbano: evaluación y preparación de la emergencia desde un enfoque integral. Caso de estudio ciudad de La Serena, Chile. Realizado en conjunto por USAID OFDA y el Departamento de Geografía de la Universidad de Chile.

El segundo rango corresponde a niños entre 6 y 15 años y se espacializa en los siguientes niveles:

- Vulnerabilidad baja: hasta 5% de niños entre 6 y 15 años por manzana
- Vulnerabilidad media: entre 5% y 10% de niños de entre 6 y 15 años por manzana
- Vulnerabilidad alta alto: sobre 10% de niños de entre 6 y 15 años por manzana.

FIGURA Nº 2.2-100: PORCENTAJE DE POBLACIÓN ENTRE 6 Y 15 AÑOS POR MANZANA EN LA COMUNA DE PROVIDENCIA

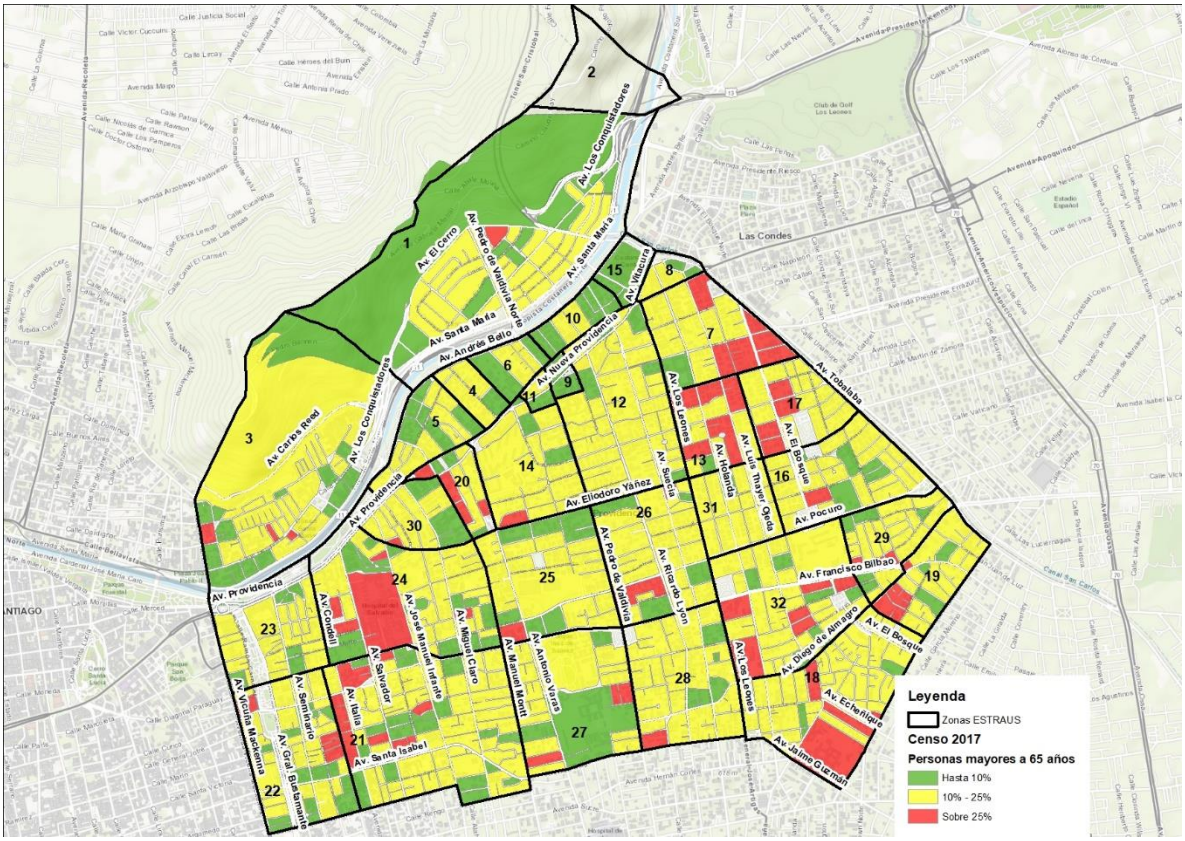


Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017.

Finalmente, el tercer rango corresponde a adultos mayores, de edad superior a 65 años y se espacializa en los siguientes niveles:

- Vulnerabilidad baja: hasta 10% de mayores de 65 años por manzana
- Vulnerabilidad media: entre 10% y 25% de mayores de 65 años por manzana
- Vulnerabilidad alta: sobre 25% de mayores de 65 años por manzana.

FIGURA Nº 2.2-101: PORCENTAJE DE POBLACIÓN SOBRE 65 AÑOS POR MANZANA EN LA COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017.

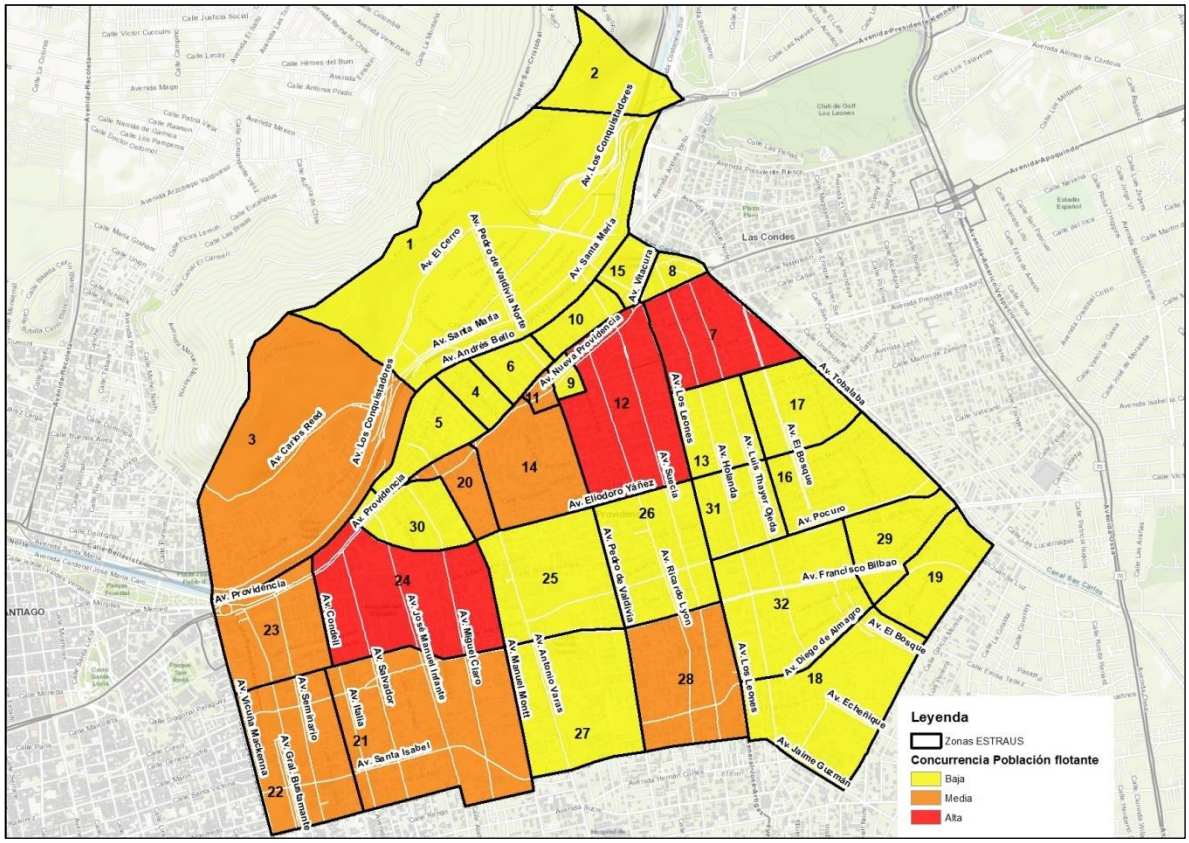
De los resultados obtenidos a nivel de manzana se observa mayoritariamente una distribución heterogénea de grupos etarios vulnerables en la comuna de Providencia. Sin embargo, en términos de grupos es posible visualizar ciertos patrones espaciales.

Por una parte, se observa una concentración de manzanas con alto porcentaje de menores de edad en el sector oriente de la comuna en las zonas Estraus 7, 4, 5, 6, 10 y 15, que corresponden a las manzanas de borde de las avenidas Andrés Bello y Providencia y norponiente de la avenida El Cerro y otra pequeña zona homogénea en similar situación constituida por la zona ESTRAUS 21. También se visualiza hacia los sectores ponientes de la comuna (cercanos a barrio Italia y Hospital del Salvador) una predominancia de los dos rangos etarios de menor edad. Por otro lado, en relación al grupo etario de mayores de 65 se destaca la zona homogénea conformada por las zonas ESTRAUS 7, 13 y 17, zona residencial y de oficinas cercana a la sede de la universidad San Sebastián y con mayor dispersión las zonas 18, 19, 29 y 32, hacia el límite con la comuna de Ñuñoa, en elsector aledaño al Campus Oriente y las Avenidas Diego de Almagro, Echeñique y Francisco Bilbao

- **Población flotante y no residente**

La comuna de Providencia se presenta como un área urbana que por su rol comercial y de prestación de servicios, posee una gran afluencia diaria de población flotante, hecho que se asocia a una mayor susceptibilidad al riesgo urbano, puesto que las posibles aglomeraciones de personas dificultan la fluidez de los procesos de gestión del riesgo y atención de la emergencia. En tal sentido, los niveles de vulnerabilidad se definen a partir de la cantidad de población flotante presente en cada zona censal, según datos extraídos de la encuesta origen-destino (EOD, SECTRA 2012), qué identifica la cantidad de personas que tienen como destino la comuna, pero que no residen en ella.

FIGURA Nº 2.2-102: NIVELES DE CONCURRENCIA DE POBLACIÓN FLOTANTE POR ZONAS ESTRAUS EN LA COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia con datos EOD Santiago 2012.

Los resultados, observables en la figura anterior, evidencian una correlación entre la localización de la mayor cantidad de personas no residentes en la comuna y el sector comercial de la comuna, asociado a las zonas ESTRAUS 20,14,11,12 y 7 que contienen a la Avenida Providencia y el inicio del sector asociado al centro financiero “Sanhattan”, donde se concentra la mayor cantidad de población flotante. Por otra parte y en la línea de lo anterior, se visualiza una zona homogénea en el sector poniente que limita con la comuna de Santiago, específicamente las zonas estraus 3,21,22,23 y 24la cual también denota un evidente rol comercial, dada la cercanía de los barrios Italia y Bellavista.

2.2.4.3.2 Vulnerabilidad de la Infraestructura

- **Acceso a parques y plazas**

  El acceso a espacios públicos constituye una de las variables mayormente estudiadas por su repercusión directa en la calidad de vida de los habitantes. En Chile, el Consejo Nacional de Desarrollo Urbano (CNDU) a través de su Sistema de indicadores y estándares de desarrollo urbano (SIEDU), han avanzado en la definición de indicadores cuya cobertura de accesibilidad sirve para interpretar los alcances de esta infraestructura urbana en el bienestar de la población y su impacto en un contexto de multiamenaza.

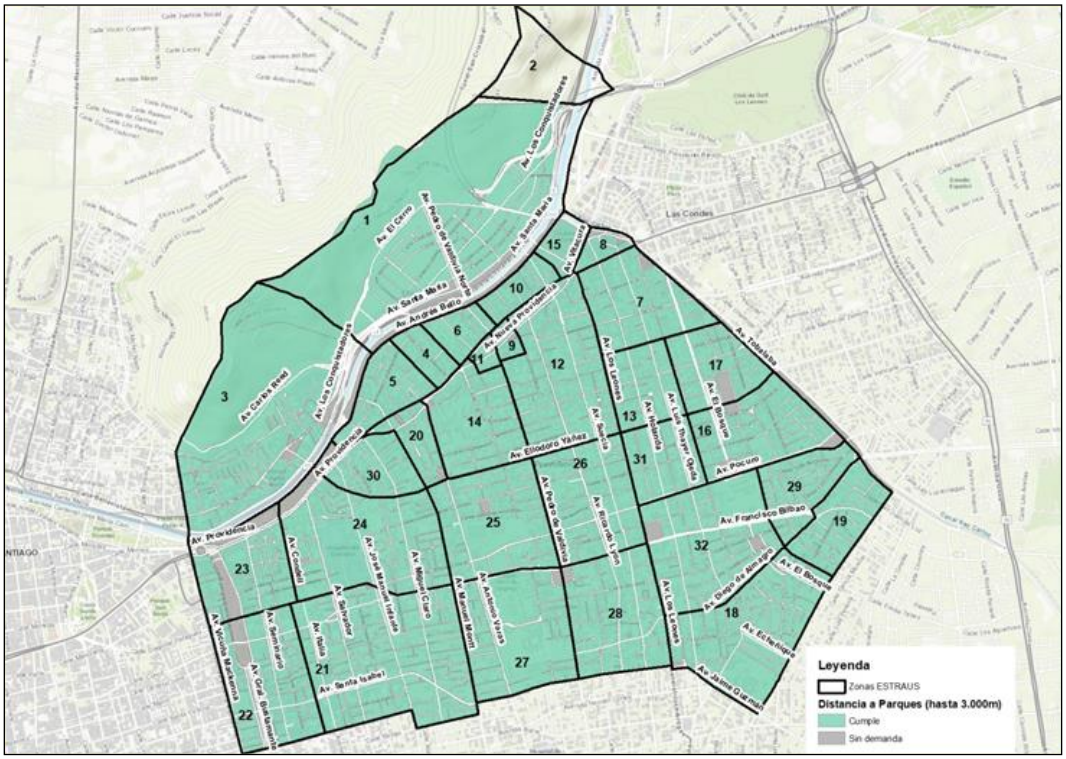
  En relación a la presencia de parques, se utiliza el indicador construido por SIEDU (2019)[26] "distancia a parques públicos" que mide la distancia mínima promedio ponderada entre el centro geométrico de cada manzana poblada y los parques públicos (áreas verdes con superficie igual o mayor a 2 hectáreas), midiendo la distancia a través de redes viales calibradas, y estableciendo así la siguiente clasificación:

  1
  - Cumple: La manzana cuenta con accesibilidad a un parque a menos de 3.000 metros.
  - No cumple: La manzana no cuenta con accesibilidad a un parque a menos de 3.000 metros.

  Tal como se observa en la figura siguiente, la comuna dada su cercanía de grandes áreas verdes lineales (Parque Metropolitano, Parque Bustamante, Parque de las esculturas, etc.), se encuentra en su totalidad dentro del estándar propuesto por CNDU, lo cual se califica en la categoría "cumple" que para el análisis actual se correspondería a un nivel bajo de vulnerabilidad.

[26] SIEDU (2019). Sistema de Indicadores y estándares del desarrollo urbano. Realizado en conjunto con el Consejo Nacional de Desarrollo Urbano, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo y el INE.

FIGURA Nº 2.2-103: MANZANAS QUE CUMPLEN CON DISTANCIA MÍNIMA A PARQUES URBANOS SEGÚN CNDU EN LA COMUNA DE PROVIDENCIA

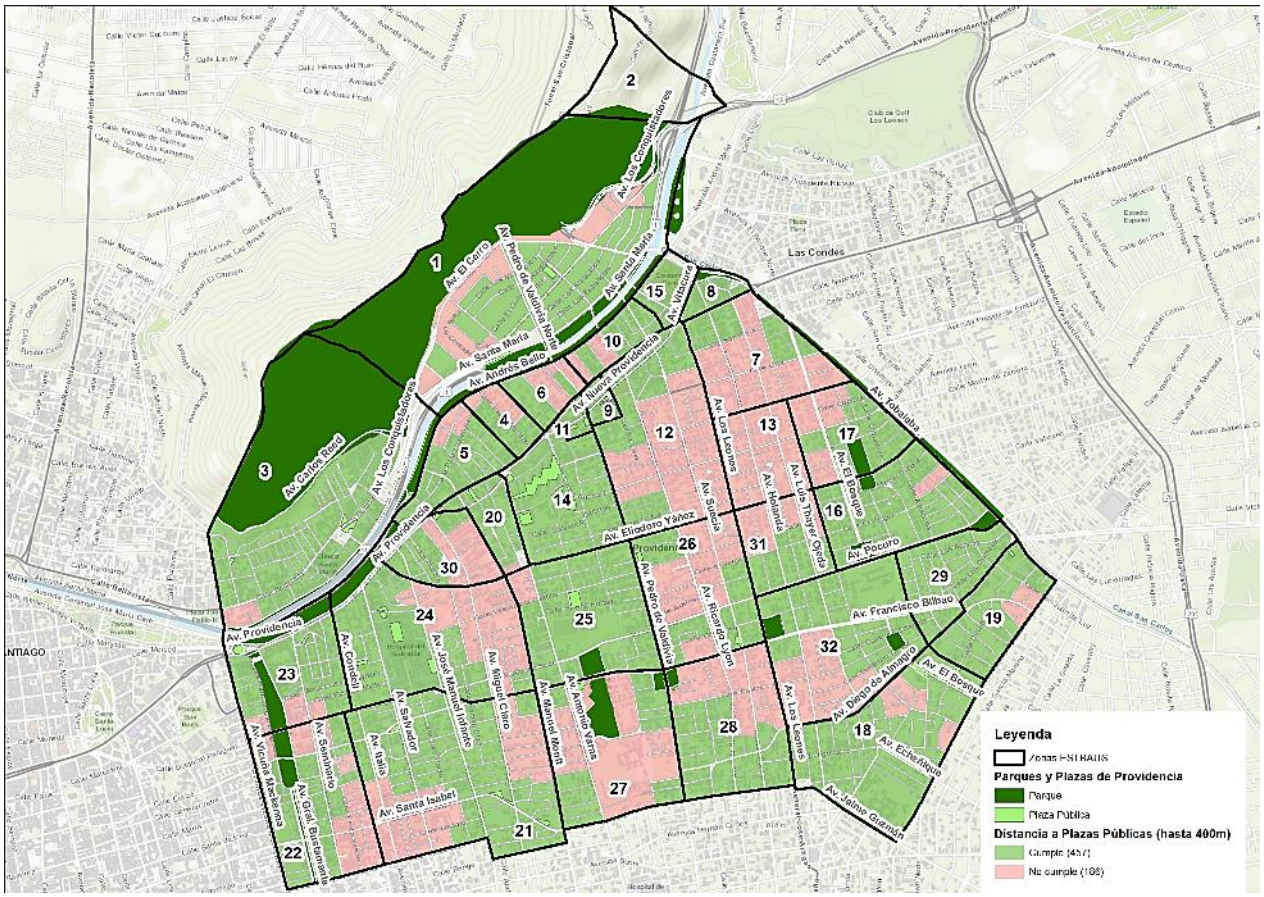


Fuente: Elaboración propia con datos CNDU 2019.

Del mismo modo, se utiliza el indicador "distancia a plazas públicas" del SIEDU (2019) para estimar el cumplimiento del criterio definido por el CNDU de adecuada accesibilidad a infraestructura urbana. Dicho criterio establece como estándar una distancia mínima de 400 metros a una plaza pública (que corresponde a un área verde de igual o superior a 450 m² y menor a 2 hectáreas), calculando la distancia a través de redes viales calibradas entre el centro geométrico de cada amanzana censal poblada y la plaza pública más cercana, ponderando la población a escala de manzana con la población total comunal, y definiendo la siguiente clasificación:

- Cumple: La manzana cuenta con una distancia promedio ponderada a una plaza pública de hasta 400 metros.
- No cumple: La manzana tiene una distancia promedio ponderada superior a 400 metros.

FIGURA Nº 2.2-104: MANZANAS QUE CUMPLEN CON DISTANCIA MÍNIMA A PLAZAS PÚBLICAS SEGÚN CNDU, EN LA COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia con datos CNDU 2019.

En relación a los resultados, a diferencia de la cobertura obtenida para parques, en plazas se observa una mayor cantidad de manzanas que no cumplen con el estándar de cobertura definido, observándose especialmente una gran área homogénea asociada a las zonas ESTRAUS 7, 12, 13, 13, 17, 26, 31. En este sentido, debido la naturaleza del indicador ponderado, éste da cuenta que a pesar de que existen manzanas pobladas cercanas a plazas públicas importantes, como la Plaza Pedro de Valdivia y Las Lilas, algunas de ellas no cumplen con el estándar definido por el CNDU. Una característica similar se advierte en manzanas aleñadas al Parque Metropolitano identificadas como “no cumplen”, dado que, a pesar de estar adyacentes a la principal infraestructura verde del área urbana del Gran Santiago, su carácter de parque no es evaluado en el estándar de acceso a plazas. Por otra parte, en otros sectores del territorio comunal, como en el barrio Bellavista, aun con una relativamente baja presencia de plazas públicas existe casi completa accesibilidad al sector norponiente de Providencia.

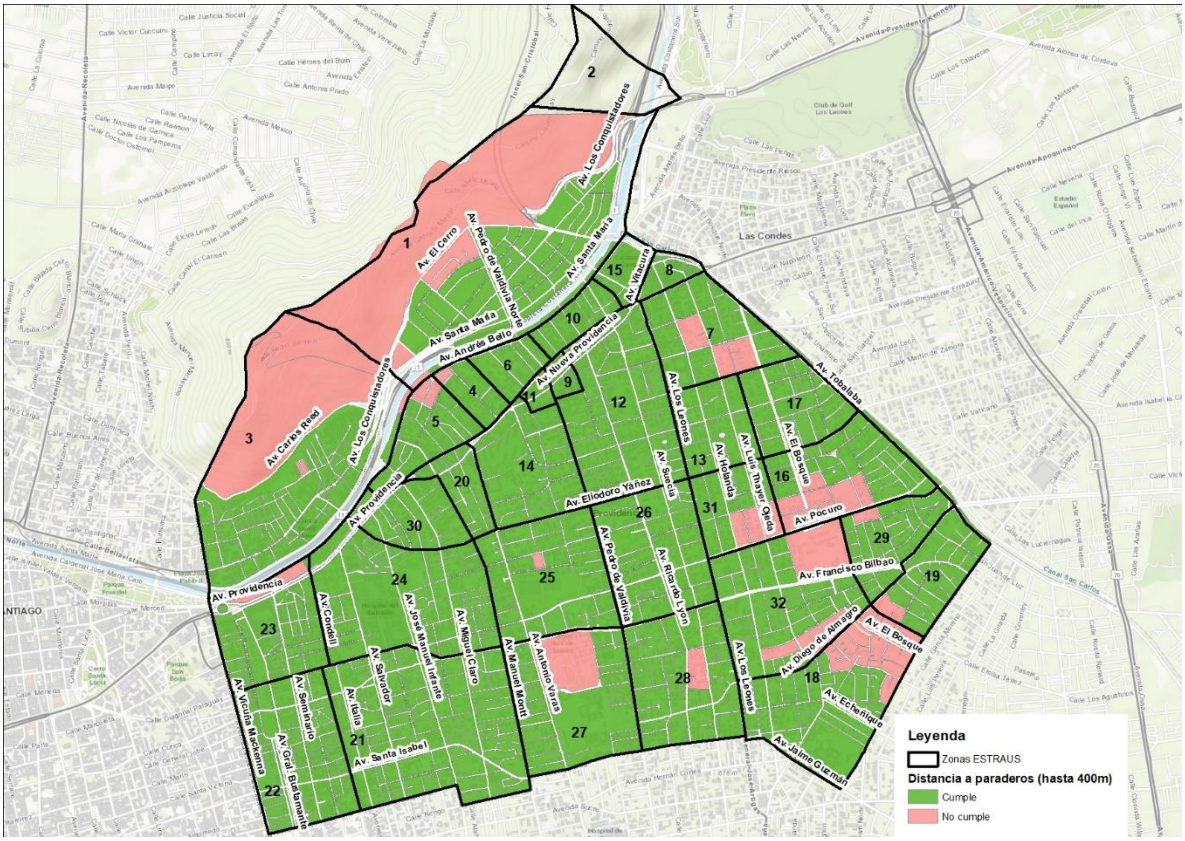
- **Acceso a paraderos**

  Según estándar definido por CNDU, la distancia a paraderos de transporte público debe ser de no más de 400 metros para considerarse un transporte accesible. Esta definición está además acotada para los que se denomina “red de transporte público mayor” que considera únicamente los paraderos troncales y de conexión comunal que verdaderamente aseguran la conectividad del territorio, quedando fuera de esta categoría los paraderos asociados a recorridos cortos.

De la misma manera que para plazas y parques, la cobertura de las manzanas, se define a partir del trazado de un buffer de 400 metros que agrupa los radios de influencias de cada paradero. Con esto se tiene la siguiente categorización para las manzanas:

- Cumple: La manzana cuenta con accesibilidad a un paradero de transporte público a menos de 400 metros.
- No cumple: La manzana no cuenta con accesibilidad a paradero de transporte público a menos de 400 metros.

FIGURA Nº 2.2-105: MANZANAS QUE CUMPLEN CON DISTANCIA MÍNIMA A PARADEROS EN LA COMUNA DE PROVIDENCIA



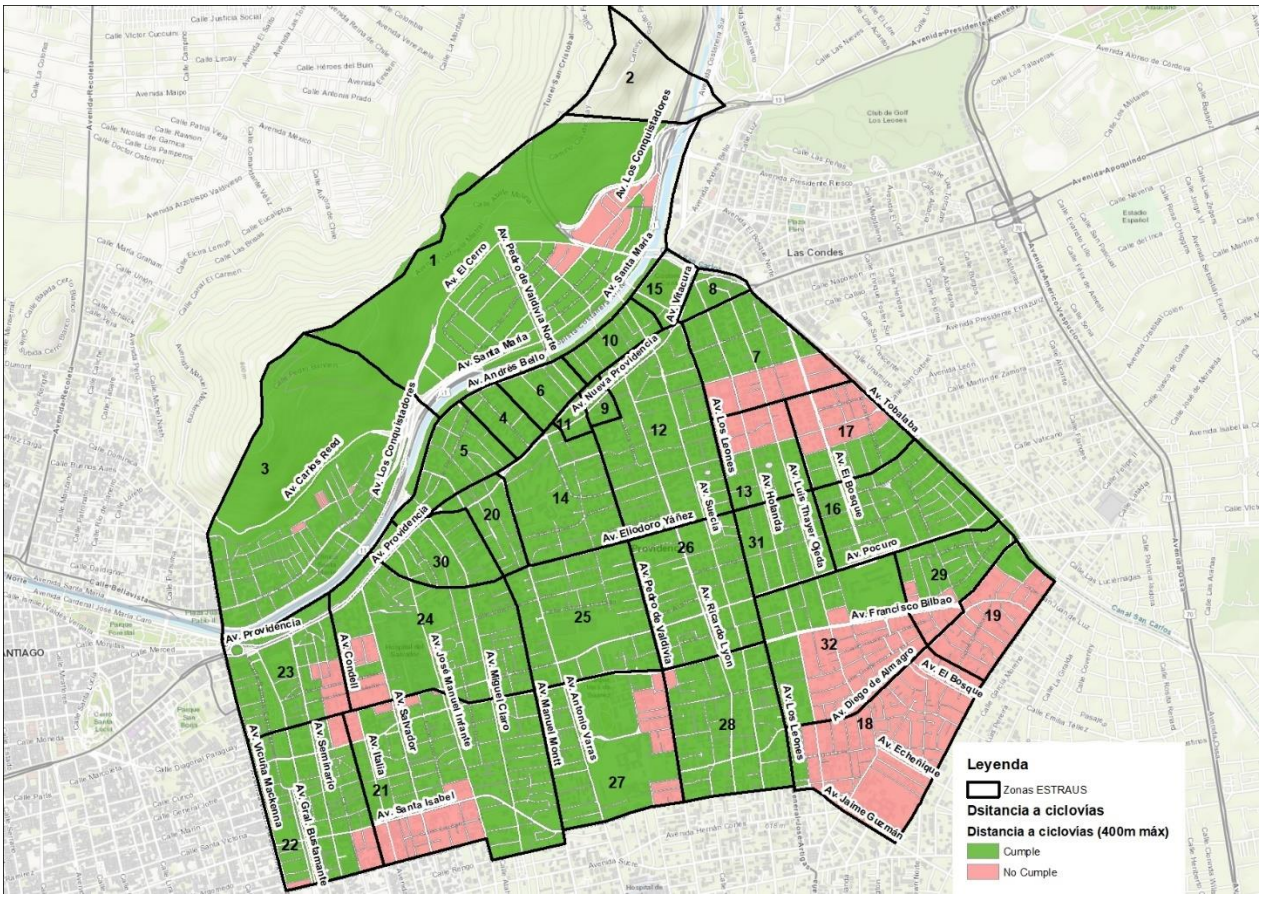
Fuente: Elaboración propia con datos CNDU 2019.

De los resultados se observa en la figura 2.4.3.16 que en general existe una eficiente cobertura de la red de transporte público para la comuna de Providencia, existiendo pocas zonas que no cumplen con el estándar definido. En relación a éstas últimas se observan algunas manzanas hacia el sur poniente específicamente en las zonas ESTRAUS 31, 16, 32, 29, 18 y 19, aledañas a las avenidas Pocuro. Diego de Almagro y El Bosque, y todo el borde norte de la comuna en las manzanas censales 1 y 3 que bordean la Costanera Norte y se encuentran totalmente desvinculadas de la red.

- **Acceso a ciclovías**

  Se consideró de igual forma una distancia máxima de 400 metros como estándar de accesibilidad a la red de ciclovías de la comuna. Para este caso, se utilizó la red de ciclovías proporcionada por la I. M de Providencia (2021) y que corresponde a una capa en formato de línea. A partir de ello, fue posible establecer la distancia lineal entre cada manzana poblada hacia el punto más cercano de la red, mediante un "buffer" de 400 metros en total, identificando a las manzanas que no cumplen con este parámetro. A pesar de que en términos generales Providencia se encuentra con una satisfactoria accesibilidad territorial a la red de ciclovías, en algunos sectores del Barrio Italia, así como en el límite suroriente de la comuna, al norte del Campus Oriente de la Pontificia Universidad Católica de Chile, se identifican áreas de menor acceso.

FIGURA Nº 2.2-106: MANZANAS QUE CUMPLEN CON DISTANCIA MÍNIMA A CICLOVÍAS EN LA COMUNA DE PROVIDENCIA

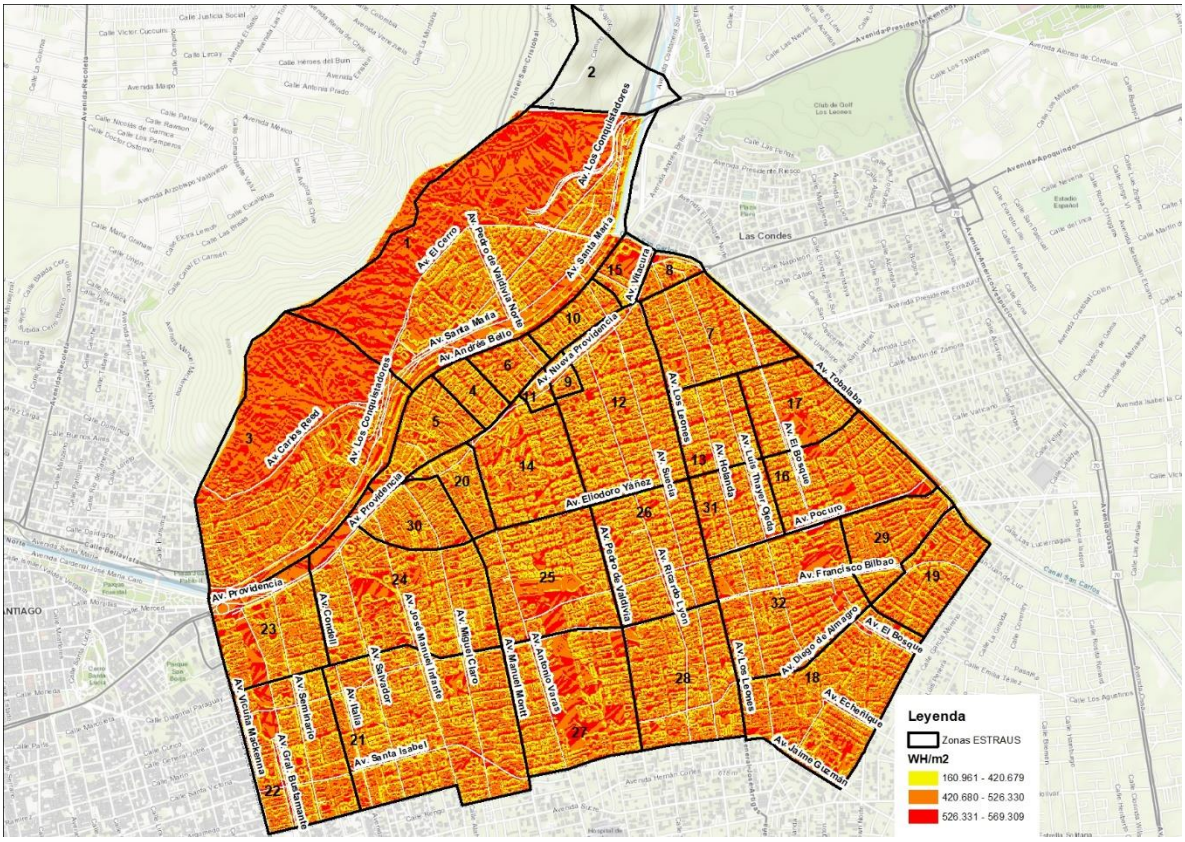


Fuente: Elaboración propia con datos de la I. M. de Providencia (2021).

- **Radiación solar**

Se calculó la radiación solar en el territorio comunal a partir de la confección de un Modelo de Elevación Digital en una capa en formato ráster con el cual se pudo estimar la "insolación" del área en unidades de vatios hora por metro cuadrado en un intervalo de 150 días. Se realizó una clasificación de los valores de acuerdo con la agrupación natural de los datos, y se establecieron tres rangos de radiación solar, como se observa en la figura 2.4.18.

FIGURA Nº 2.2-107: RADIACIÓN SOLAR EN LA COMUNA DE PROVIDENCIA



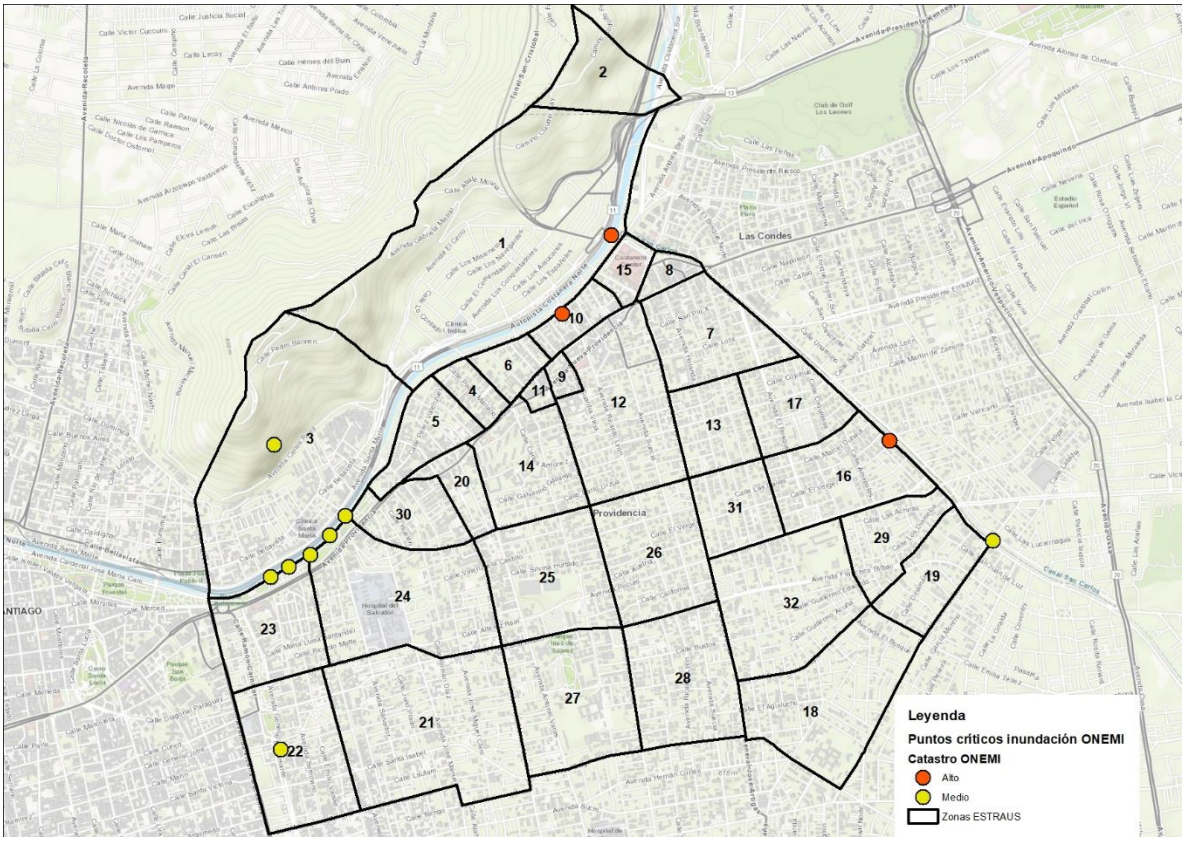
Fuente: Elaboración propia en base a datos de elevación del terreno.

Se observa que, en términos generales, las zonas despejadas y grandes áreas verdes como los parques Bustamante, Balmaceda, Metropolitano e Inés de Suarez concentran la insolación en Providencia, desplegándose también a través de corredores principales con menores niveles de arborización, como en la zona ESTRAUS 32 a lo largo de la Av. Francisco Bilbao, especialmente en el área aledaña al colegio san Ignacio del Bosque en el sector suroriente de la comuna.

- **Puntos críticos de alcantarillado y evacuación de aguas lluvias**

  Estos puntos corresponden a nodos deficientes del sistema de evacuación de aguas lluvias y alcantarillado observables en la figura siguiente. Para determinarlos, se utiliza la base de datos de la Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior (ONEMI), en la cual existe un levantamiento de puntos críticos para toda el área urbana, los cuales en sí mismos representan una situación de riesgo para el entorno urbano.

FIGURA Nº 2.2-108: PUNTOS CRÍTICOS DEL SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS LLUVIA EN LA COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la ONEMI (2021).

Para la comuna de Providencia se visualizan 11 puntos críticos, los cuales se localizan en su mayoría linealmente por el eje vial asociado a la Costanera Norte, existiendo además otros puntos hacia el límite oriente y poniente con la comuna de Las Condes y Santiago En relación a su nivel de vulnerabilidad, según la clasificación de la ONEMI los puntos corresponden a riesgo medio y alto.

2.2.4.3.3 Vulnerabilidad de la Vivienda

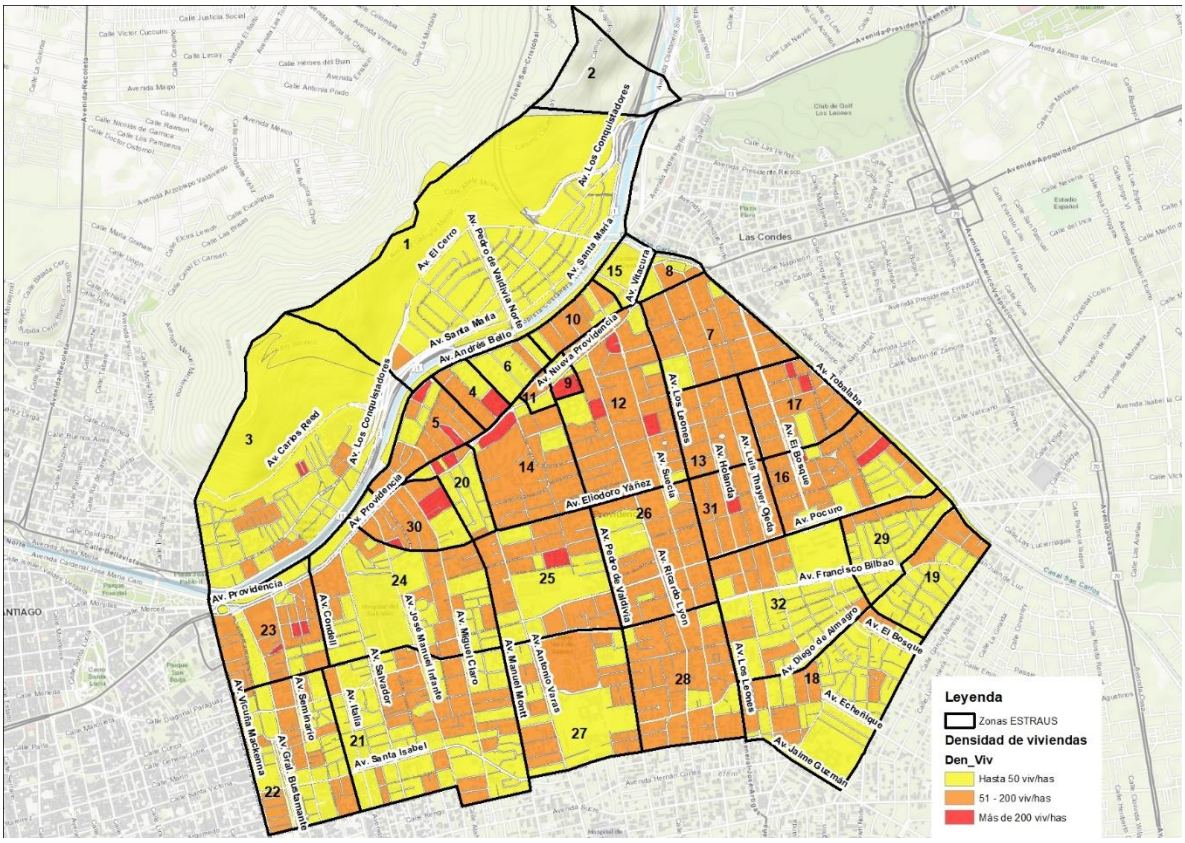
La vulnerabilidad de la vivienda se evalúa a partir del cruce de datos correspondientes a densidad habitacional, hacinamiento, calidad de la vivienda y el nivel socioeconómico predominante del jefe de hogar, esto ya que dicha área de la vulnerabilidad urbana se encuentra estrechamente ligada al concepto de déficit habitacional, concepto complejo que agrupa variables para definir la cantidad de viviendas necesarias en un área determinada. En Chile, éste se divide en cuantitativo y cualitativo con el fin de focalizar las soluciones no sólo en la entrega de viviendas nuevas sino en el mejoramiento, regeneración y ampliación del parque habitacional existente.

- **Densidad habitacional**

El cálculo de la densidad habitacional se realiza procesando datos entregados por el Censo 2017 en una capa en formato polígono, correspondientes a la cantidad de viviendas por manzanas medidas en hectáreas. La densidad urbana es un factor comúnmente comprendido dentro del análisis de la vulnerabilidad frente al riesgo, lo que da cuenta de diferentes niveles de exposición de población potencialmente afectada por un desastre. En Arenas et al. (2010)[27] la densidad se aborda como un factor físico debido a la ubicación de la población, mientras que en Viraló (2017)[28] corresponde a un factor social. En tal sentido, los rangos de vulnerabilidad en función de la densidad urbana quedan definidos de la siguiente manera:

- Riesgo bajo: hasta 50 viviendas por hectárea
- Riesgo medio: entre 51 y 200 viviendas por hectárea
- Riesgo alto: sobre 200 viviendas por hectárea

FIGURA Nº 2.2-109: DENSIDAD DE LAS VIVIENDAS POR MANZANA EN LA COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia en base a datos Censo (2017).

La figura muestra que la comuna en su mayoría se encuentra en condición de vulnerabilidad media y baja en términos de densidad habitacional, sin embargo, se visualiza una concentración de manzanas con mayor densidad en el centro norte de ésta, lo cual se estima estaría asociado a las alturas de edificación en los sectores aledaños a los ejes viales principales que por normativas de

[27] Arenas, Lagos e Hidalgo (2010). Los riesgos naturales en la planificación territorial. Temas de agenda pública. Centro de Políticas Públicas de la Pontifica Universidad Católica de Chile.

[28] Viraló, R. (2017). Vulnerabilidad urbana asociada a riesgos de desastres área central y pericentral de Puerto Montt. Tesis para optar al grado de Magíster en Geografía mención Recursos Naturales. Universidad de Chile, Santiago.

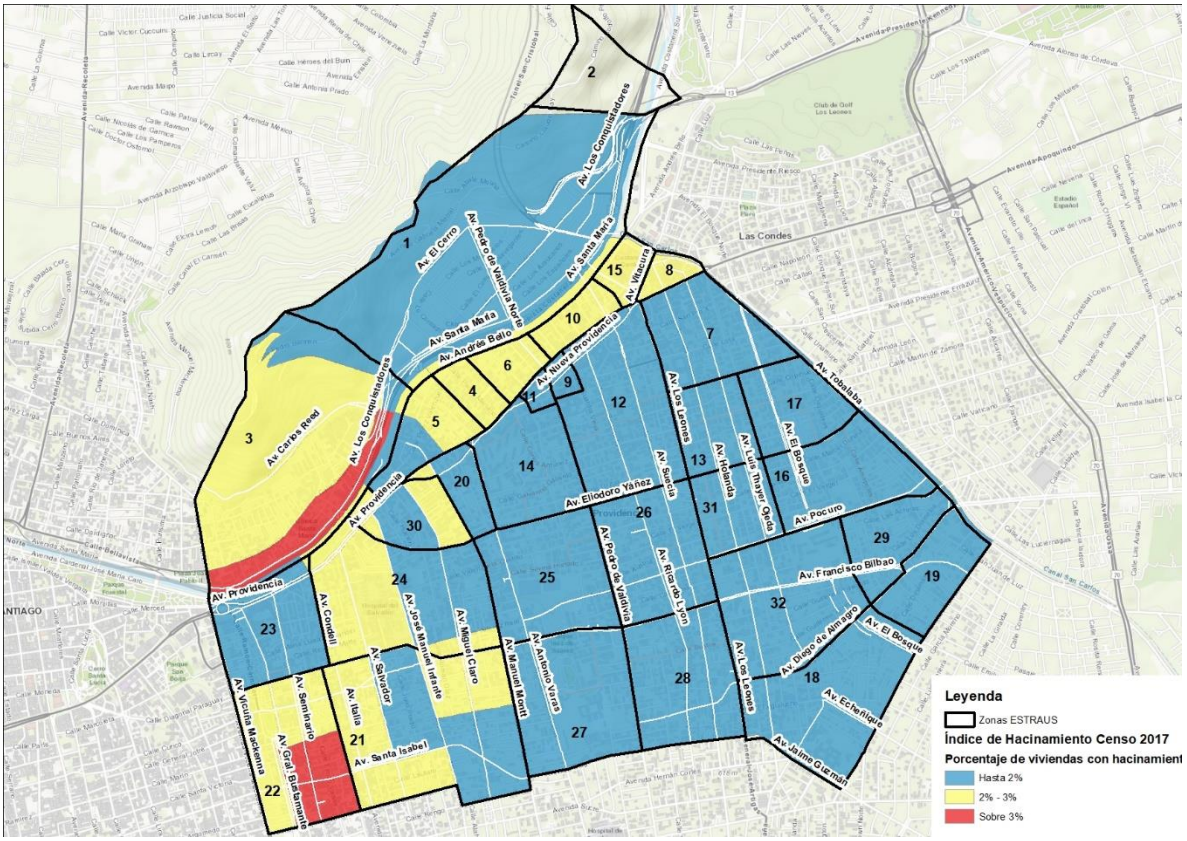
desarrollo urbano se planifican y potencian como sectores para la densificación residencial, dada su cercanía a equipamientos, servicios y comercio.

- **Hacinamiento**

El Hacinamiento de la vivienda, presentado gráficamente a continuación, corresponde a la relación entre la superficie de una vivienda, analizada específicamente en cantidad de dormitorios y la cantidad de personas que habitan en ella. Para el cálculo de esta variable se consideró determinar la proporción de viviendas con hacinamiento medio (2,5 a 5 habitantes por dormitorio) y crítico (más de 5) a partir de los datos del Censo, 2017 a nivel de zona censal, con lo cual se obtuvieron los siguientes rangos de análisis, teniendo previa consideración de la condición de casi inexistencia de ésta problemática en la comuna:

- Riesgo bajo: hasta 2% de viviendas en situación de hacinamiento por zona censal
- Riesgo medio: entre 2% y 3% de viviendas en situación de hacinamiento por zona censal
- Riesgo alto: sobre 3% de viviendas en situación de hacinamiento por zona censal

FIGURA Nº 2.2-110: PORCENTAJE DE VIVIENDAS CON HACINAMIENTO MEDIO Y ALTO SEGÚN ZONAS CENSALES EN LA COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia en base a datos Censo (2017).

Los datos espacializados demuestran la baja existencia general de este componente de vulnerabilidad en la totalidad de la comuna, pudiendo únicamente identificarse 2 zonas con más del 3% de viviendas en situación de hacinamiento en el borde poniente de la comuna, específicamente zonas Estraus 3, asociada al Parque Metropolitano, y 22, asociada al barrio Italia.

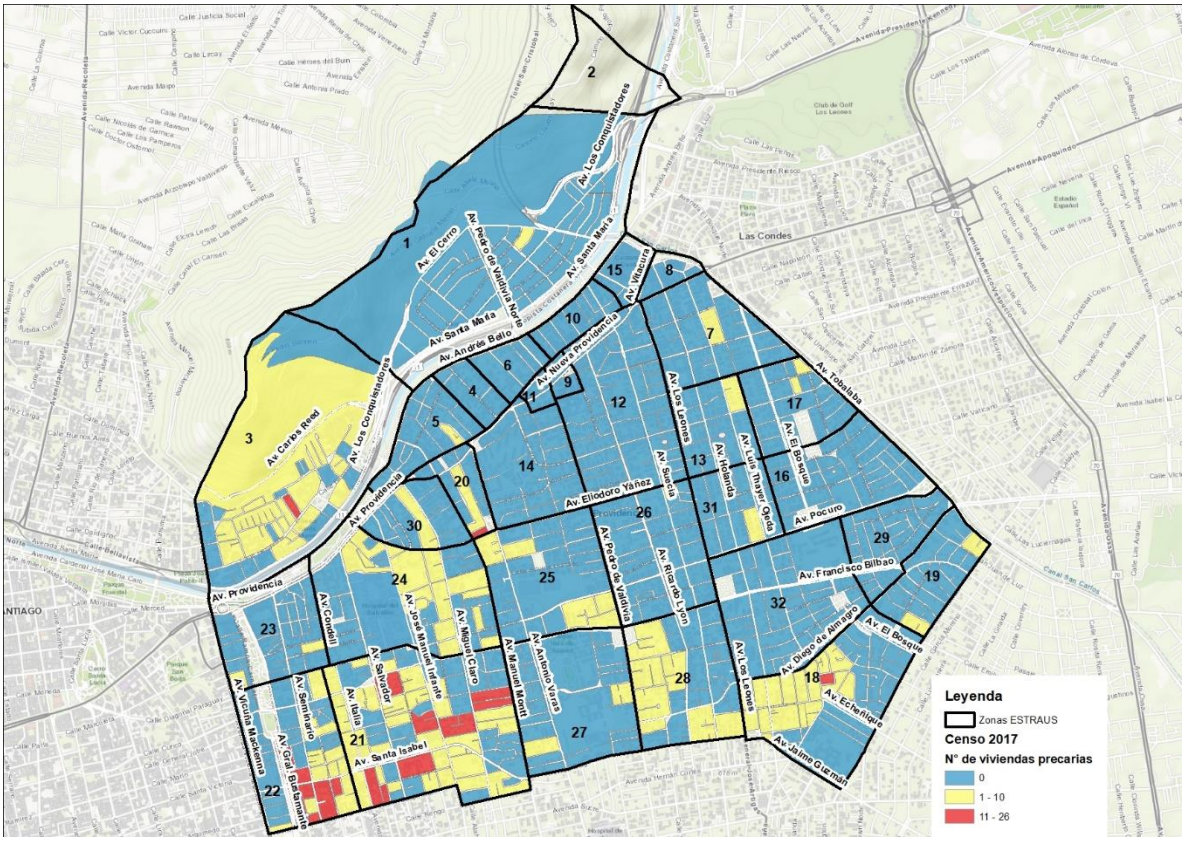
- **Calidad material de las viviendas**

  La calidad de la vivienda corresponde a un factor de análisis del déficit cualitativo. Para su cálculo se analiza el sistema constructivo de los muros, definiéndose materiales que generan mayor vulnerabilidad estructural y que pudiesen poner en riesgo la habitabilidad de los espacios, de acuerdo con los datos del Censo 2017 a escala de zona censal.

  La categorización en sentido de lo anterior queda determinada por la cantidad de viviendas de adobe, quincha, pirca u otro material artesanal, y tras definir una agrupación natural de los datos se obtuvieron los siguientes rangos de análisis:

  - Riesgo bajo: 0 viviendas de materialidad de adobe, quincha, pirca u otro material artesanal.
  - Riesgo medio: Entre 1 a 10 viviendas de materialidad de adobe, quincha, pirca u otro material artesanal.
  - Riesgo alto: Entre 18 y 26 viviendas de materialidad adobe, quincha, pirca u otro material artesanal.

FIGURA Nº 2.2-111: CANTIDAD DE VIVIENDAS CONSTRUIDAS CON MATERIALES PRECARIOS SEGÚN ZONAS CENSALES EN LA COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia en base a datos Censo (2017).

Según los datos se evidencia una baja vulnerabilidad general de las viviendas en la comuna, llamando la atención la congregación de casi la totalidad de la existencia de las viviendas de materialidad precaria en las zonas ESTRAUS 21 y 22, localizadas en el sector sur poniente de la comuna, en lo que actualmente es el sector comercial barrio Italia. Este hecho puede explicarse por la existencia de una gran cantidad de viviendas históricas, algunas incluso de interés patrimonial que se han mantenido en esta zona.

- **Nivel socioeconómico del jefe de hogar**

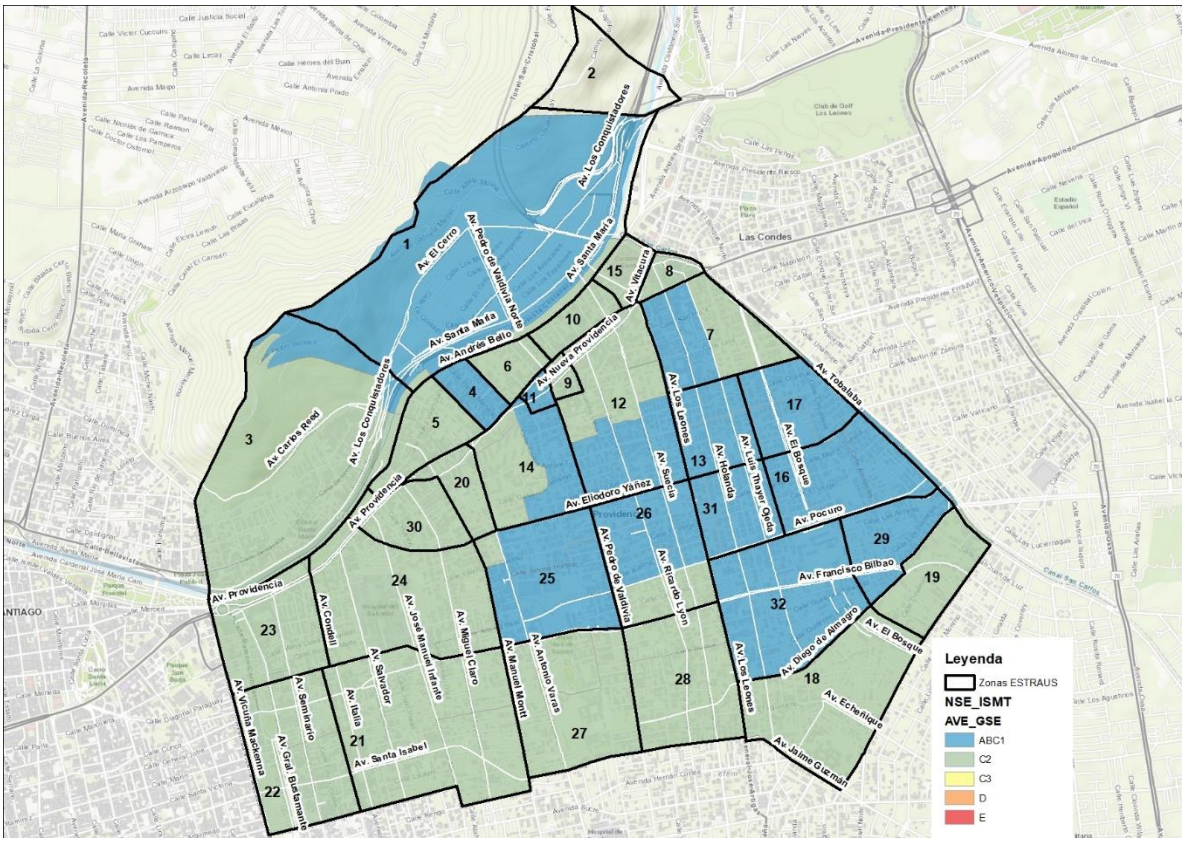
  El nivel socioeconómico del jefe de hogar fue estimado a partir de datos del Censo 2017 y considerando como variable proxy el nivel educacional alcanzado por el jefe de hogar a nivel de zona censal, los cuales fueron agrupados siguiendo la clasificación propuesta por Adimark para el análisis de grupos socioeconómicos.

  Para la estimación de la vulnerabilidad, los niveles socioeconómicos fueron agrupados de la siguiente manera:

  - Vulnerabilidad baja: nivel socioeconómico ABC1 + C2
  - Vulnerabilidad media: nivel socioeconómico C3
  - Vulnerabilidad alta: nivel socioeconómico D + E

  Tal como se evidencia en la figura siguiente, la comuna de Providencia presenta una composición casi homogénea respecto a la distribución de grupos socioeconómicos en el territorio. De acuerdo a los resultados, a la totalidad de la comuna en esta variable se asocia un nivel bajo de riesgo, en tanto ésta compuesta únicamente por estratos socioeconómicos ABC1 y C2. En tanto, de la diferencia observable entre estos dos estratos, se visualiza una distribución homogénea de hogares ABC1 en el sector Norponiente de la comuna.

FIGURA Nº 2.2-112: GRUPOS SOCIOECONÓMICOS SEGÚN ZONAS CENSALES EN LA COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia en base a datos Censo (2017).

2.2.4.3.4 Vulnerabilidad del Territorio

- **Integración de la vulnerabilidad territorial**

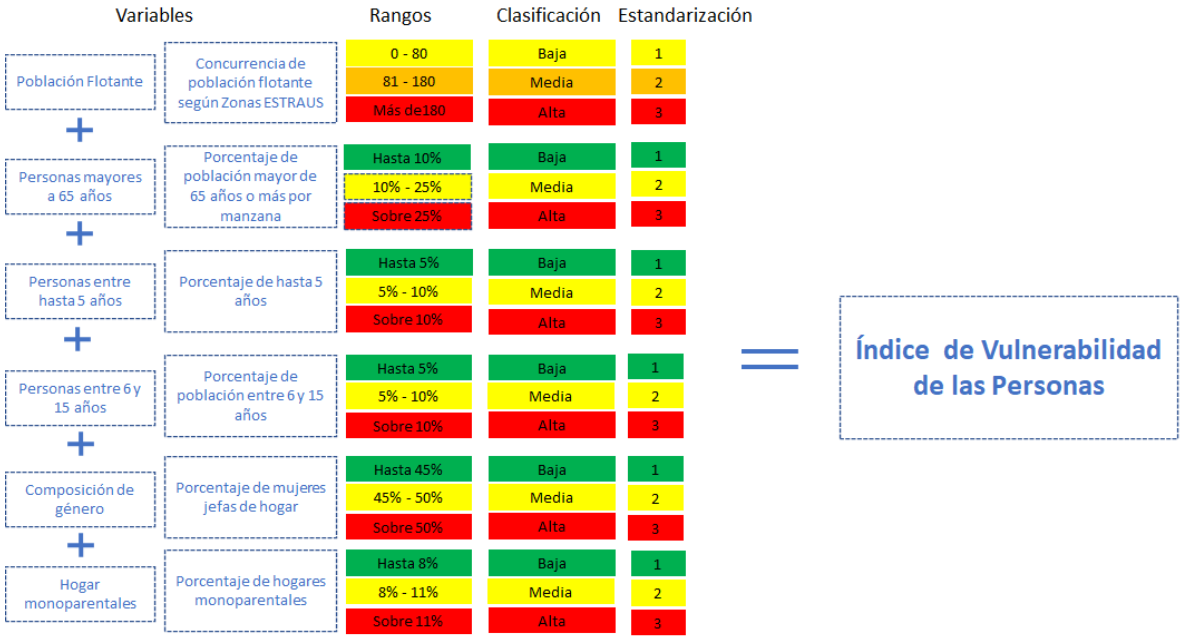
  La vulnerabilidad se analiza a partir de tres dimensiones diferentes, definidas como 1) Vulnerabilidad de las Personas; 2) Vulnerabilidad de la Infraestructura; y 3) Vulnerabilidad de las viviendas, las cuales fueron presentadas anteriormente. En las mismas figuras se observa la manera en que cada los datos de las variables consideradas fueron agrupados en rangos los cuales fueron clasificados en distintos niveles de vulnerabilidad. Siguiendo la metodología de Castro et al. (2016), los datos clasificados fueron estandarizados a variables categóricas siguiendo el nivel de clasificación.

  A partir del procesamiento de las distintas variables asociadas a la vulnerabilidad en la comuna de Providencia se genera un Índice de Vulnerabilidad del territorio, el cual se obtiene sumando la numeración asociada al ítem de estandarización de las variables según niveles de riesgo. Este proceso se realiza para las 3 categorías estudiadas, constituyéndose él índice mencionado de la siguiente manera.

  - <u>Dimensión Vulnerabilidad de las Personas</u>

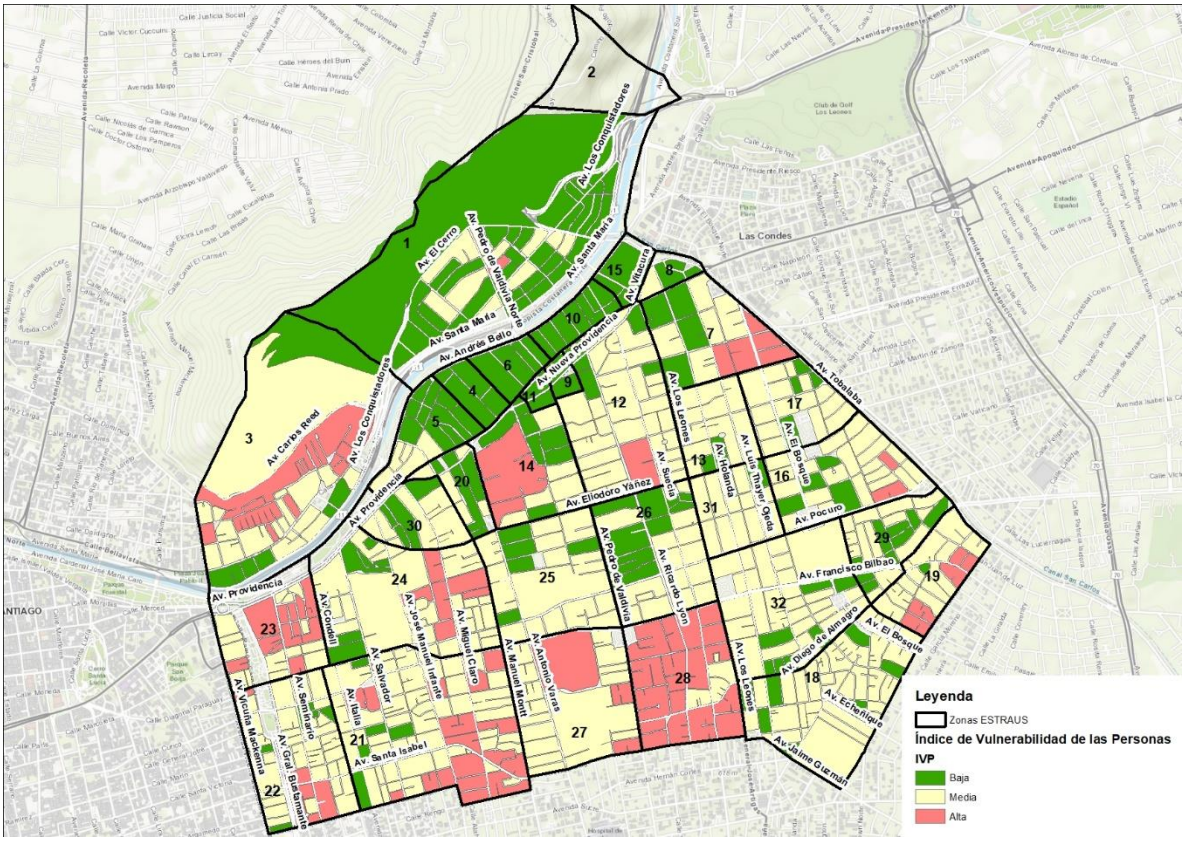
    Los resultados obtenidos para el índice de vulnerabilidad de las personas muestran una predominancia de rangos medios y bajos, constituyendo el resultado del procesamiento de las variables. La cartografía muestra una distribución mayoritariamente dispersa, sin embargo, existen ciertas áreas que destacan por constituir áreas homogéneas, tales como el sector norte anterior y posterior al río Mapocho que presenta un nivel bajo de vulnerabilidad asociada a las personas y el sector sur constituido por las zonas Estraus: 21, 27 y 28 donde predominan los niveles más altos de la comuna.

FIGURA Nº 2.2-113: ESQUEMA DE CONSTRUCCIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DE LAS PERSONAS



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 2.2-114: CARTOGRAFÍA DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DE LAS PERSONAS PARA LA COMUNA DE PROVIDENCIA



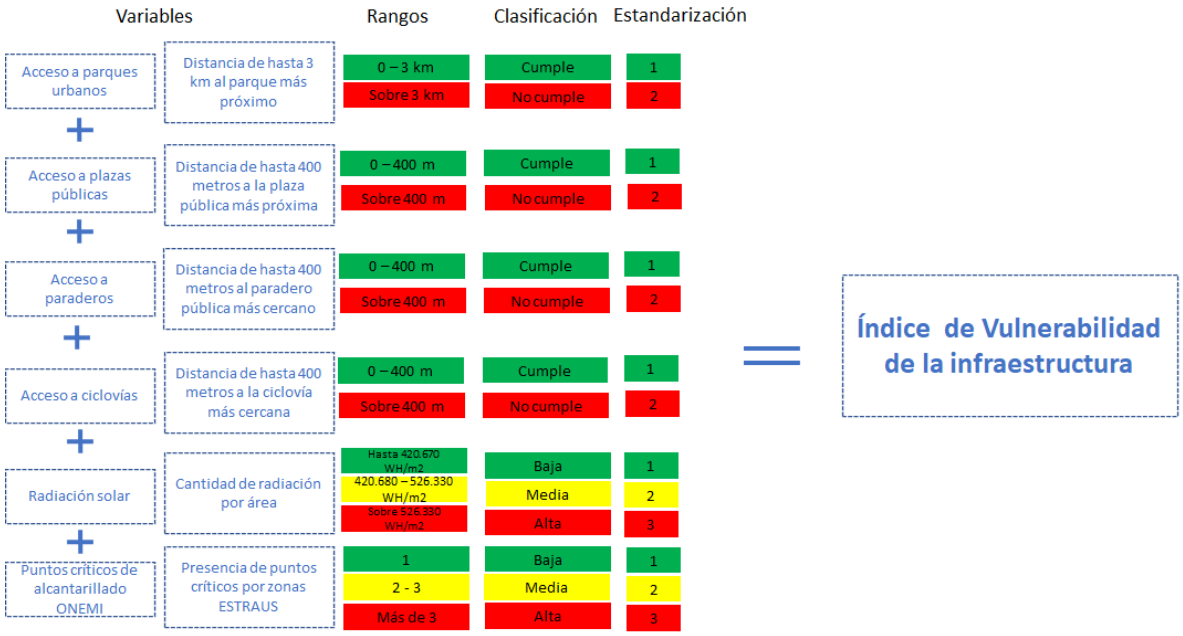
Fuente: Elaboración propia.

- <u>Dimensión Vulnerabilidad de la Infraestructura</u>

  De la misma forma que para el ítem anterior se procesan las variables de vulnerabilidad de la infraestructura para generar el índice correspondiente a ésta categoría de estudio, según se detalla en la siguiente figura.

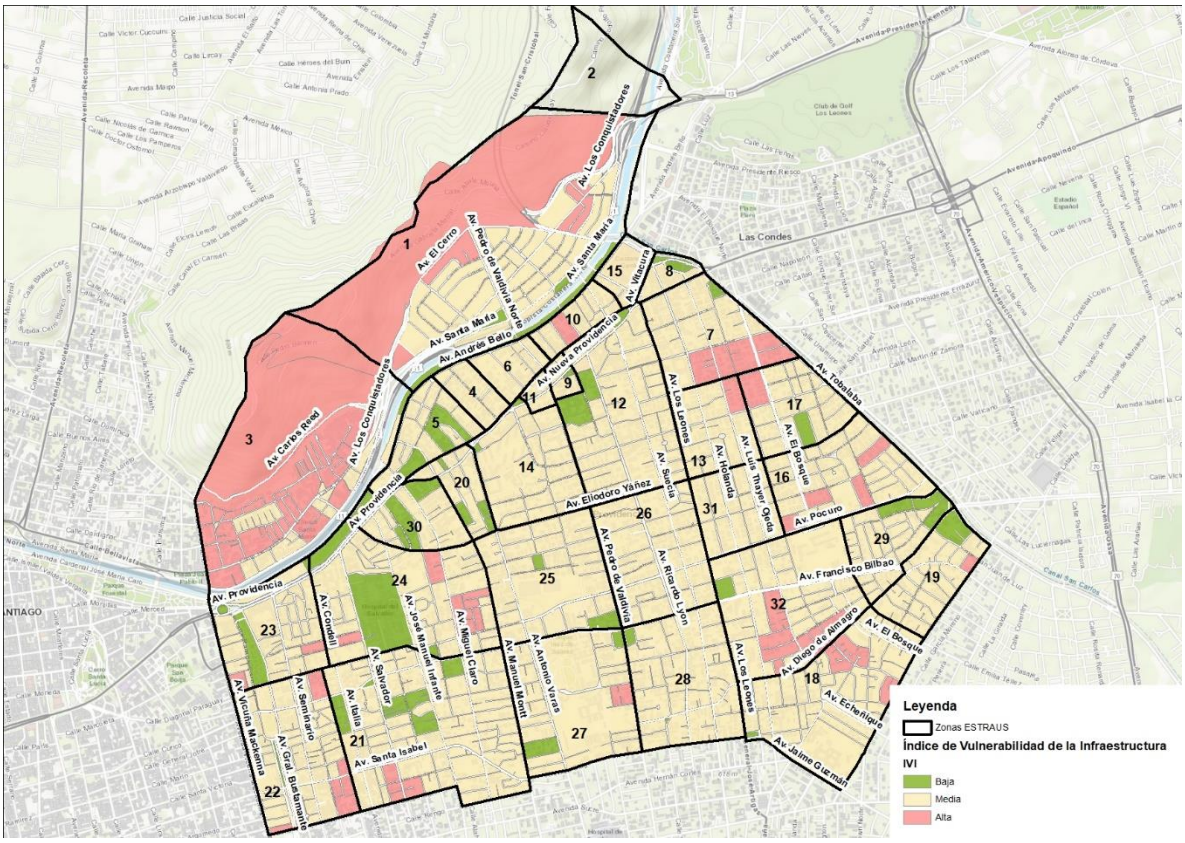
  Los resultados evidencian en primer lugar, que la mayor parte de la comuna presenta un riesgo de nivel medio en relación a la infraestructura catastrada y la accesibilidad a ésta. En segundo lugar, llama la atención la generación de un área homogénea de alta vulnerabilidad hacia el borde norponiente de la comuna donde se destacan especialmente la zona ESTRAUS 28 entre las avenidas, Pedro de Valdivia, Los Leones, Francisco Bilbao y diagonal oriente la zona 3 y 23 hacia el límite con la comuna de Santiago y otra pequeña área entre las zonas ESTRAUS 7,13 y 17, hacia el límite con la comuna de Las Condes.

FIGURA Nº 2.2-115: ESQUEMA DE CONSTRUCCIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA PARA LA COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 2.2-116: CARTOGRAFÍA DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA PARA LA COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia.

En relación a los resultados observables en la figura anterior, se visualiza una dispersión en relación a los niveles de vulnerabilidad de la infraestructura, donde solo es posible señalar 2 zonas estraus mayormente homogéneas, 3 y 7 asociadas al sector del parque Metropolitano, donde dada la condición de área verde del lugar no se cuenta con mayoritariamente con la infraestructura catastrada en este punto. También se visualiza una pequeña zona homogénea constituida por 7 manzanas entre las zonas Estraus 7, 13 y 17 entre las avenidas Tobalaba y Los Leones.

- Dimensión Vulnerabilidad de las viviendas

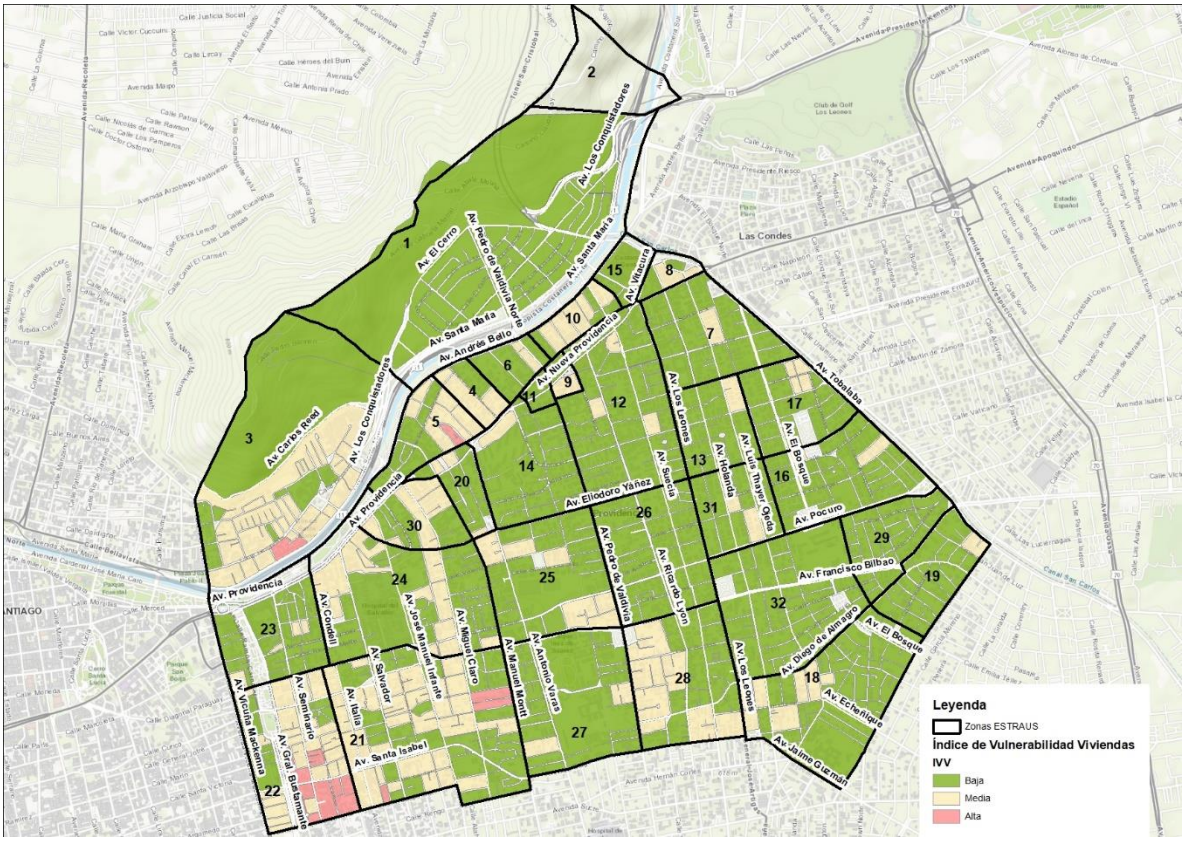
  En relación al índice de vulnerabilidad de las viviendas se aplica la misma metodología, adicionando variables de análisis de densidad, hacinamiento, calidad material y nivel socioeconómico, como se ve en la siguiente figura:

FIGURA Nº 2.2-117: ESQUEMA DE CONSTRUCCIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DE LAS VIVIENDAS PARA LA COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 2.2-118: CARTOGRAFÍA DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DE LAS VIVIENDAS PARA LA COMUNA DE PROVIDENCIA



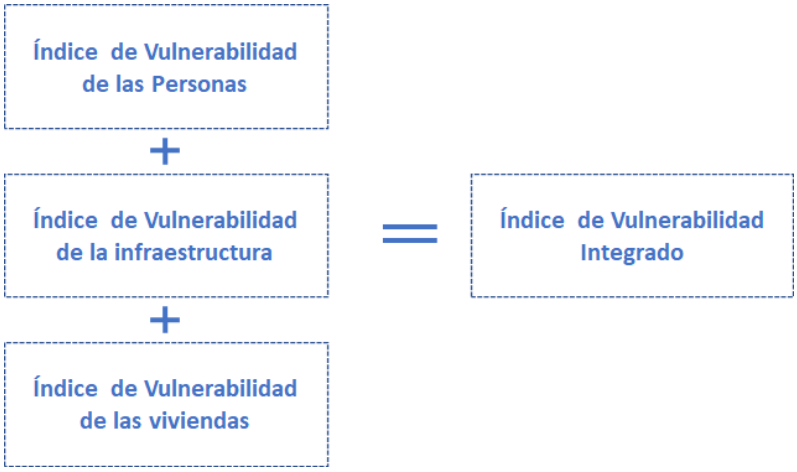
Fuente: Elaboración propia.

El mapa territorial resultante muestra un comportamiento positivo de la comuna en general respecto a la vulnerabilidad de las viviendas, observándose que la mayoría del área estudiada se encuentra en niveles bajos de riesgo. Solo en la parte sur poniente, correspondiente a las unidades ESTRAUS censales 21 y 22 aledañas al barrio Italia es posible apreciar un cambio en los patrones de vulnerabilidad, observándose niveles medios y bajos.

- **Índice de Vulnerabilidad Integral**

La figura siguiente muestra la forma en la que se construyó el Índice de Vulnerabilidad Integral para la comuna de Providencia a nivel de manzana, sumando los tres índices que abordan las diferentes dimensiones de la vulnerabilidad ya observadas.

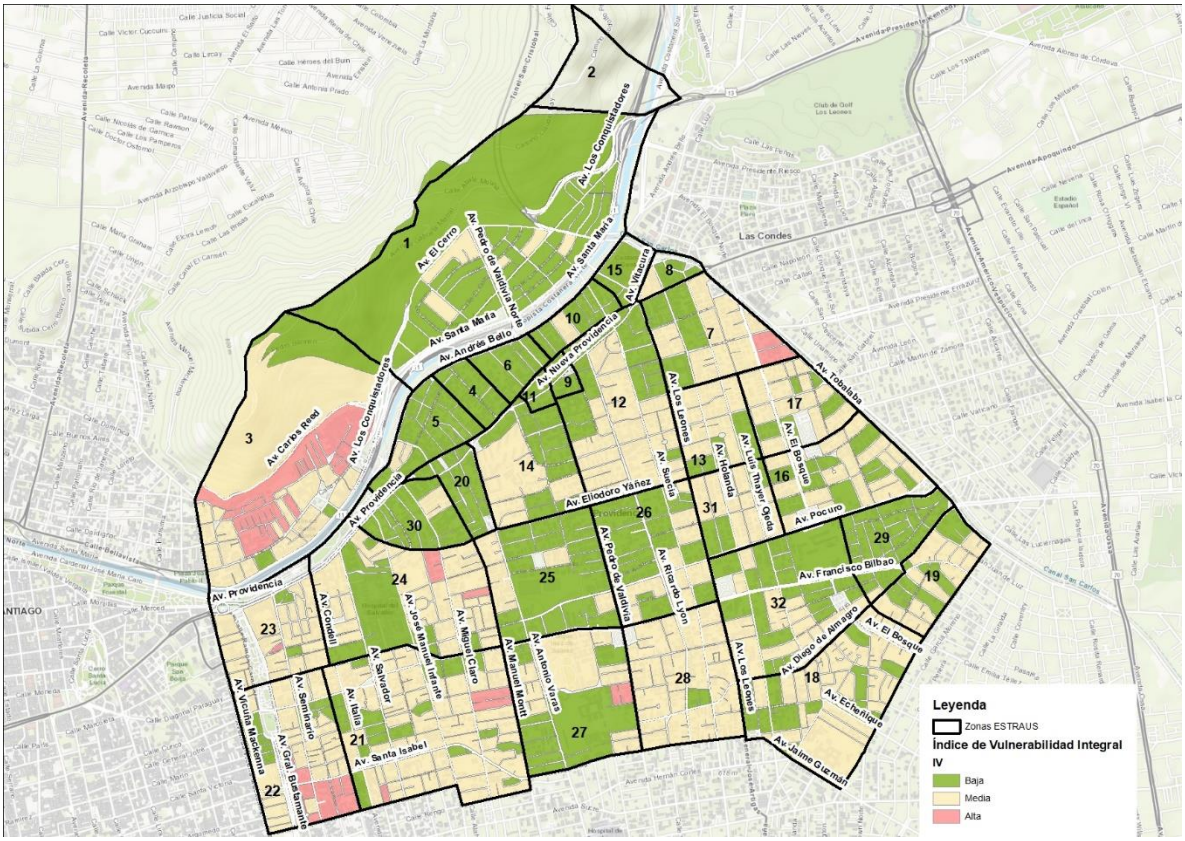
FIGURA Nº 2.2-119: ESQUEMA DE CONSTRUCCIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD INTEGRAL



Fuente: Elaboración propia.

La expresión espacial del Índice de Vulnerabilidad Integrado para Providencia, observable en la figura siguiente, da cuenta de una distribución heterogénea de los niveles de vulnerabilidad, concentrando niveles altos en el límite poniente de la comuna, en las zonas ESTRAUS 3,22 y 23., esto debido principalmente a que estas zonas muestran los mayores niveles de vulnerabilidad en las tres dimensiones observadas.

FIGURA Nº 2.2-120: CARTOGRAFÍA DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD INTEGRAL PARA LA COMUNA DE PROVIDENCIA

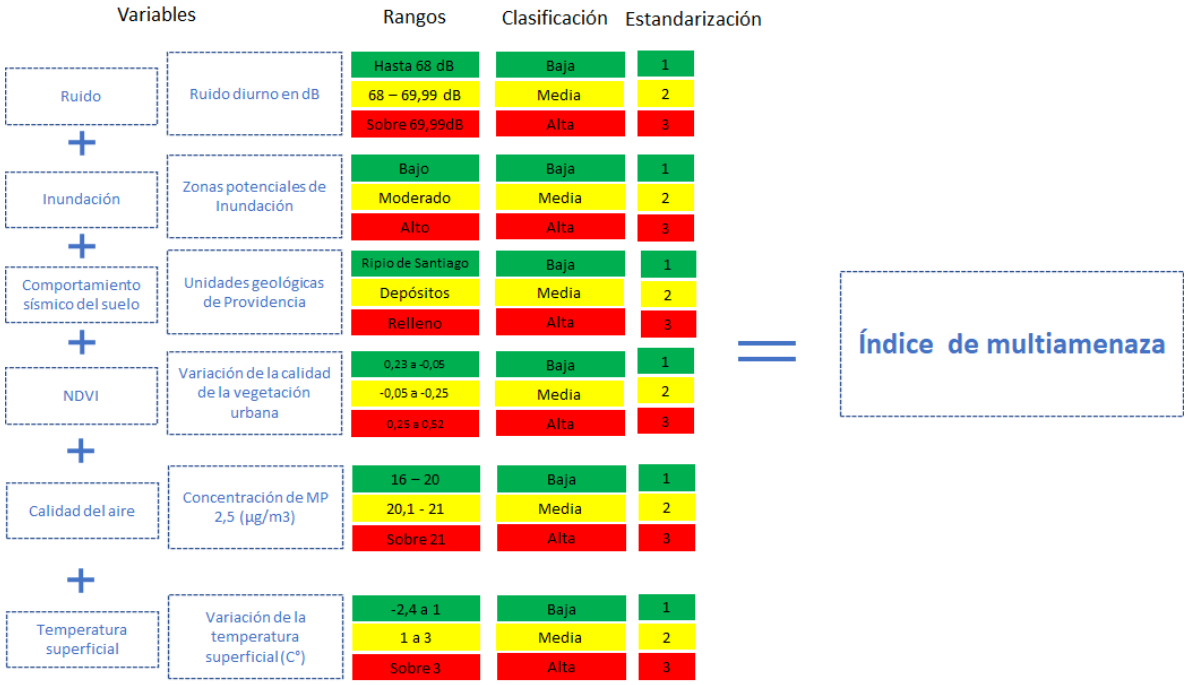


Fuente: Elaboración propia.

- **Índice Multiamenaza**

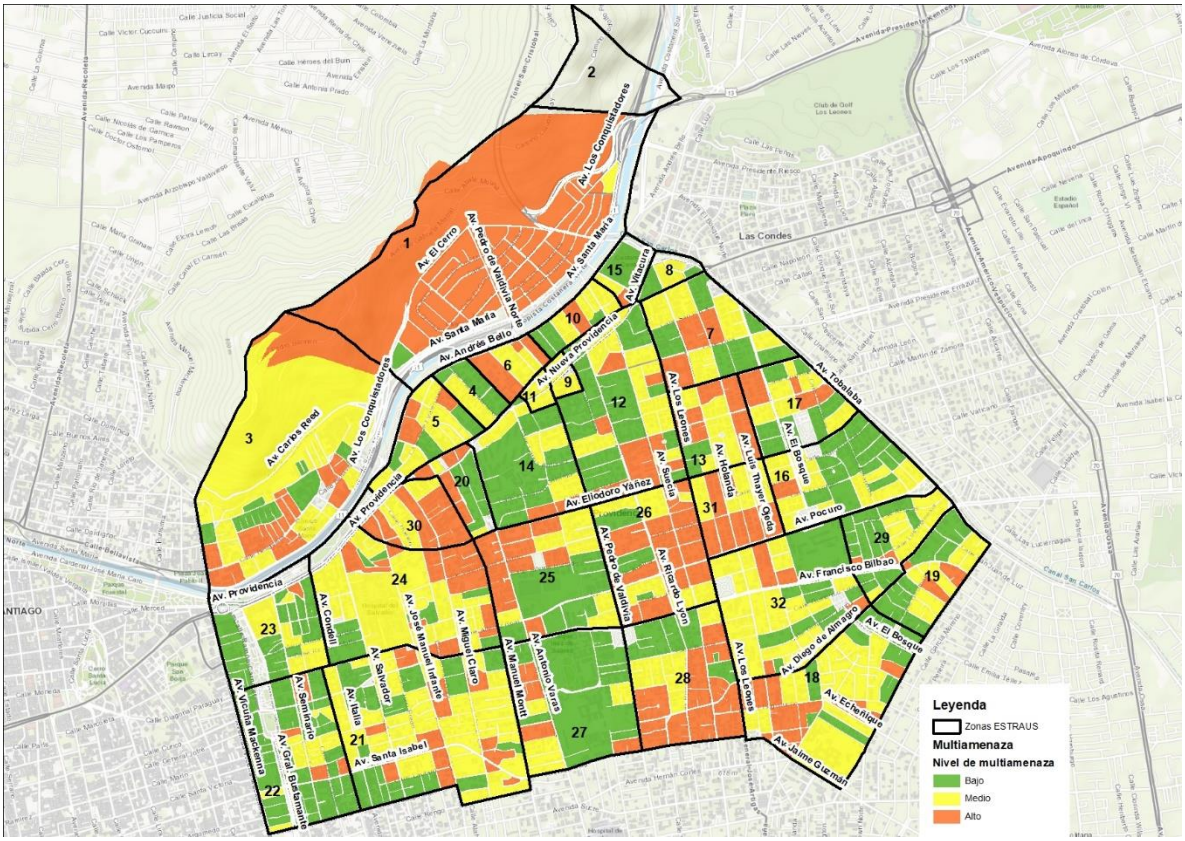
  De igual manera que para el área de vulnerabilidad se genera el índice integrado Multiamenaza (Figura 2.4.32), el cual de manera simplificada se obtiene a través de la sumatoria de resultados para las variables asociadas a cada amenaza, según se resume a continuación.

FIGURA Nº 2.2-121: ESQUEMA DE CONSTRUCCIÓN DEL ÍNDICE MULTIAMENAZA PARA LA COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 2.2-122: CARTOGRAFÍA DEL ÍNDICE MULTIAMENAZA PARA LA COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia.

La cartografía de multiamenazas según niveles de riesgo, como se observa posteriormente, muestra una dispersión de los niveles de riesgo dentro de la comuna, pudiendo identificarse pocas zonas homogéneas, esto, debido a la configuración espacial de las distintas variables consideradas. En tal sentido las áreas mayormente riesgosas en términos de amenazas corresponden a las zonas ESTRAUS 1 y 3 que se localizan hacia el norte de la comuna y justo en la parte posterior del río Mapocho, éstas 2 zonas transitan en niveles de riesgo medio y alto. Por otra parte, las zonas ESTRAUS 13, 31 26 y 28 también se asocian mayoritariamente a zonas de alto riesgo.

2.2.4.4 Indicador Integrado del Riesgo en Providencia

2.2.4.4.1 Composición del Indicador de Riesgo Integrado para Providencia

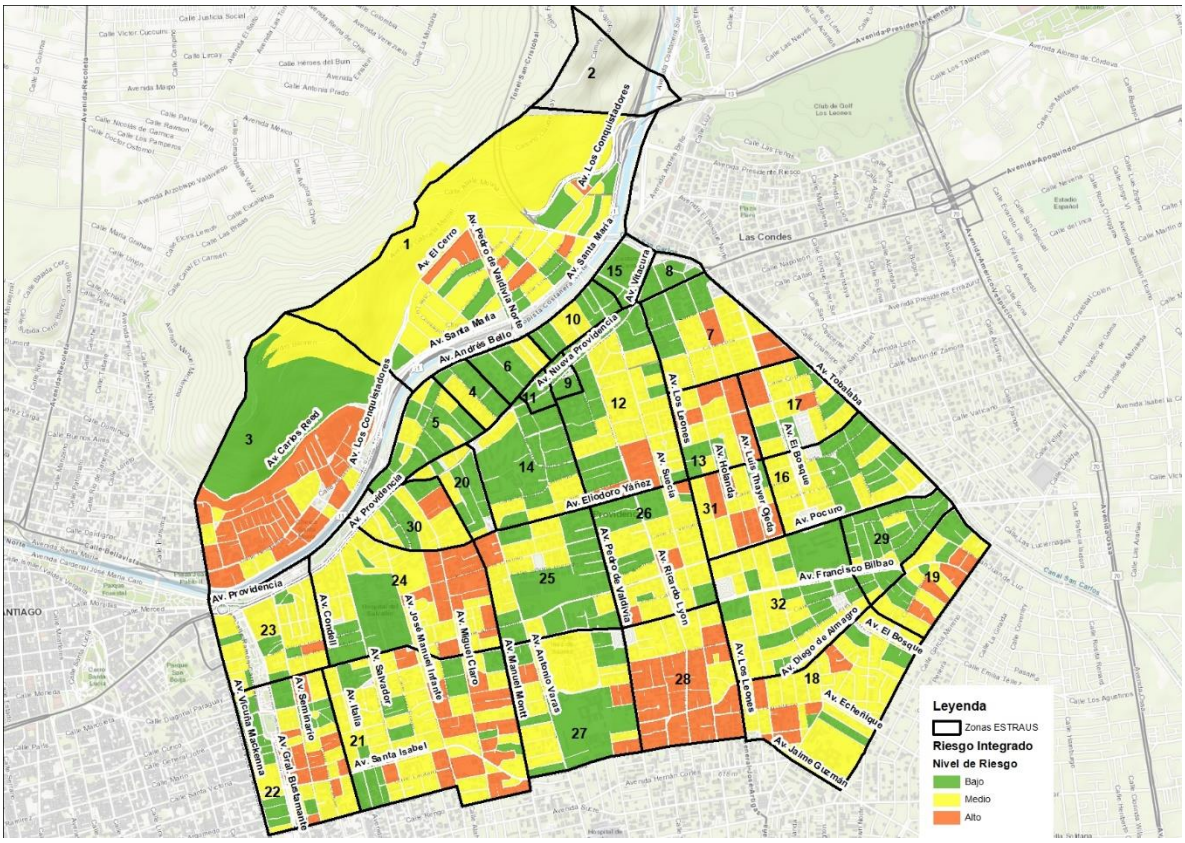
El indicador de riesgo territorial integrado para la comuna de providencia, se obtiene procesando metodológicamente todas las variables estudiadas para las categorías de vulnerabilidad y multiamenaza, tal como se detalla a continuación.

FIGURA Nº 2.2-123: ESQUEMA DE CONSTRUCCIÓN DEL ÍNDICE DE RIESGO INTEGRAL A ESCALA DE MANZANA



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 2.2-124: CARTOGRAFÍA DEL ÍNDICE DE RIESGO INTEGRAL A ESCALA DE MANZANA PARA LA COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia.

En relación a los resultados finales obtenidos para el estudio de riesgo se obtiene el mapa territorial integrado que corresponde a los niveles de riesgo de la comuna según el índice generado con todas las variables analizadas. Este mapa evidencia ciertas zonas homogéneas de interés asociadas a niveles altos y medios de riesgo, donde, territorialmente las zonas con niveles de riesgo más alto corresponden a las zonas Estraus 28, hacia el límite con la comuna de Ñuñoa, y el sector norte de la zona 3 cercana al Parque Metropolitano. Respecto a niveles medios de riesgos las zonas predominantes son1, 24 y 21. El resto de sectores asociados al polígono de análisis presentan una distribución dispersa de los resultados, los cuales varían dependiendo de la manzana analizada.

2.3 Tarea 3. Definiciones de Borde y Toma de Datos de Medición

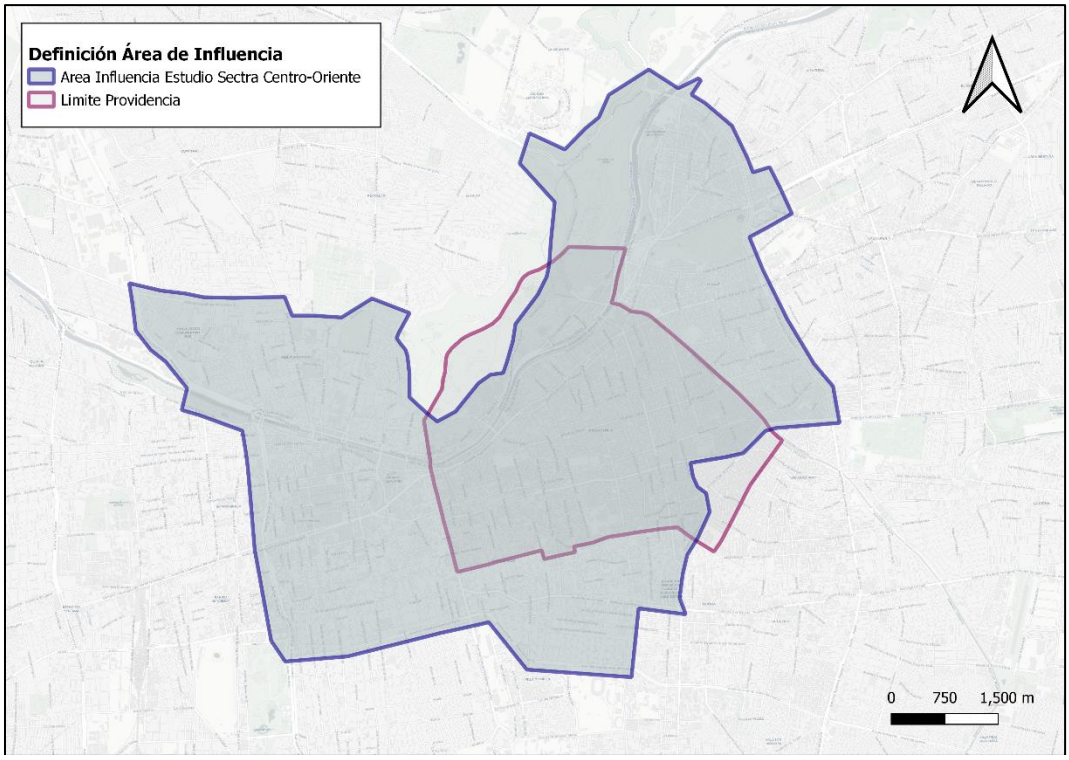
Esta tarea corresponde a la toma de datos de demanda y oferta de movilidad del año 2021 para comparar y actualizar la información obtenida en la tarea anterior y además, servir de input para el diagnóstico de transporte y la calibración del modelo de transporte de la Etapa 3.

2.3.1 Tarea 3.1 Definición de Área de Estudio

En esta subtarea se define el área de influencia, que podrá abarcar una extensión mayor que la comuna de Providencia misma. Por esta razón, se analiza la red estratégica de SECTRA-MTT de Santiago, en particular las comunas del entorno a Providencia, desplegando los trazados de servicios de transporte público y las redes de semáforos programadas vigentes, de manera de captar los efectos que provocaría en ellos cambios estratégicos intercomunales.

Como referencia, se utilizó la información obtenida del estudio "Análisis Red Vial Sector Centro Oriente de Santiago" (SECTRA, 2021). En este se modeló un área de influencia ampliada, incluyendo sectores emplazados en las comunas de Santiago, Recoleta, Independencia, Vitacura, Las Condes y Ñuñoa.

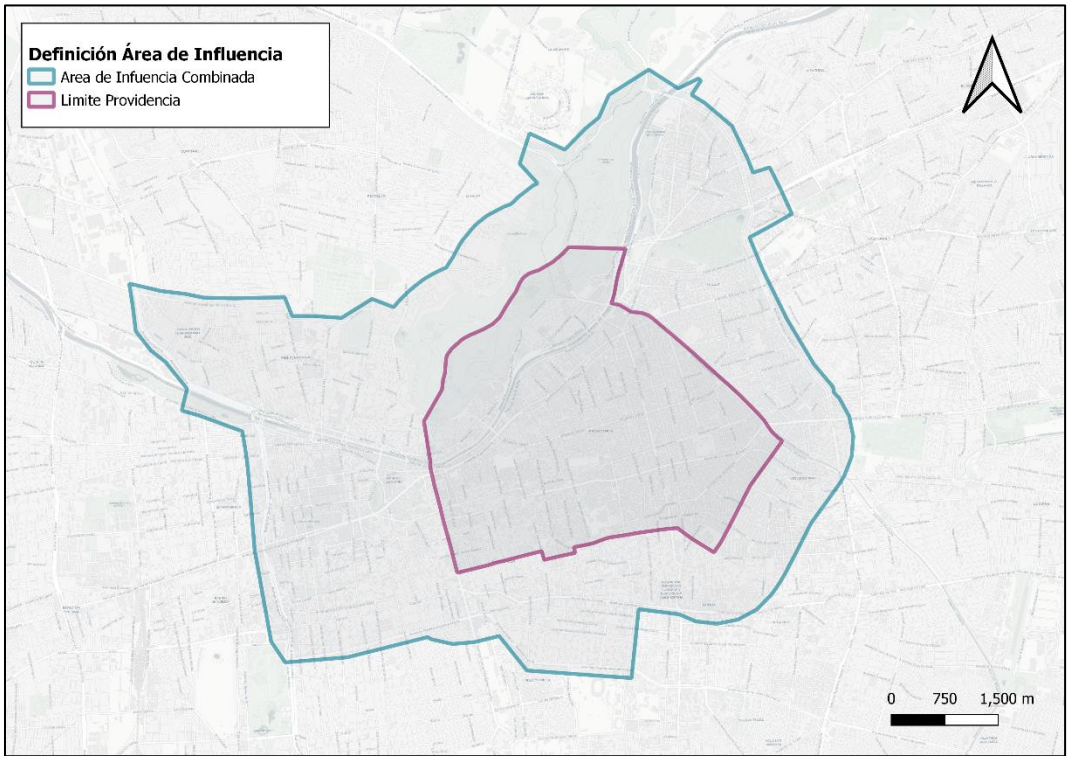
FIGURA Nº 2.3-1: AREA DE INFLUENCIA ESTUDIO SECTRA CENTRO-ORIENTE



Fuente: Elaboración propia a partir de "Análisis Red Vial Sector Centro Oriente de Santiago" (SECTRA, 2021)

Se observa que el área del estudio no cubre la totalidad de la comuna de Providencia, por lo que es necesario realizar una expansión del área de estudio para cubrir el sector suroriente de la comuna. Para ello se implementó un buffer de un kilómetro sobre el límite comunal y este fue incorporado como parte del área de influencia final. Este se presenta en la siguiente figura.

FIGURA Nº 2.3-2: AREA DE INFLUENCIA DEFINITIVA



Fuente: Elaboración propia.

2.3.2 Tarea 3.2 Definición de los Usuarios

Dado el objetivo del estudio, se trabajará con los siguientes usuarios (personas y vehículos), por modo de transporte:

Personas o Modos No Motorizados

- Peatones, incluyendo usuarios vulnerables o en situación de discapacidad
- Ciclistas o personas que se trasladan en otro tipo de ciclos (scooter, skate, patines, etc.).

Vehículos de Modos Motorizados

- Automóviles particulares (incluye autos, van, camionetas, suv, etc)
- Buses de transporte público
- Buses de otro tipo
- Taxis Básicos
- Taxis Colectivos
- Motocicletas
- Vehículos de carga y distribución livianos (camionetas y camiones de 2 ejes)
- Vehículos de carga y distribución pesados (camiones de más de 2 ejes)

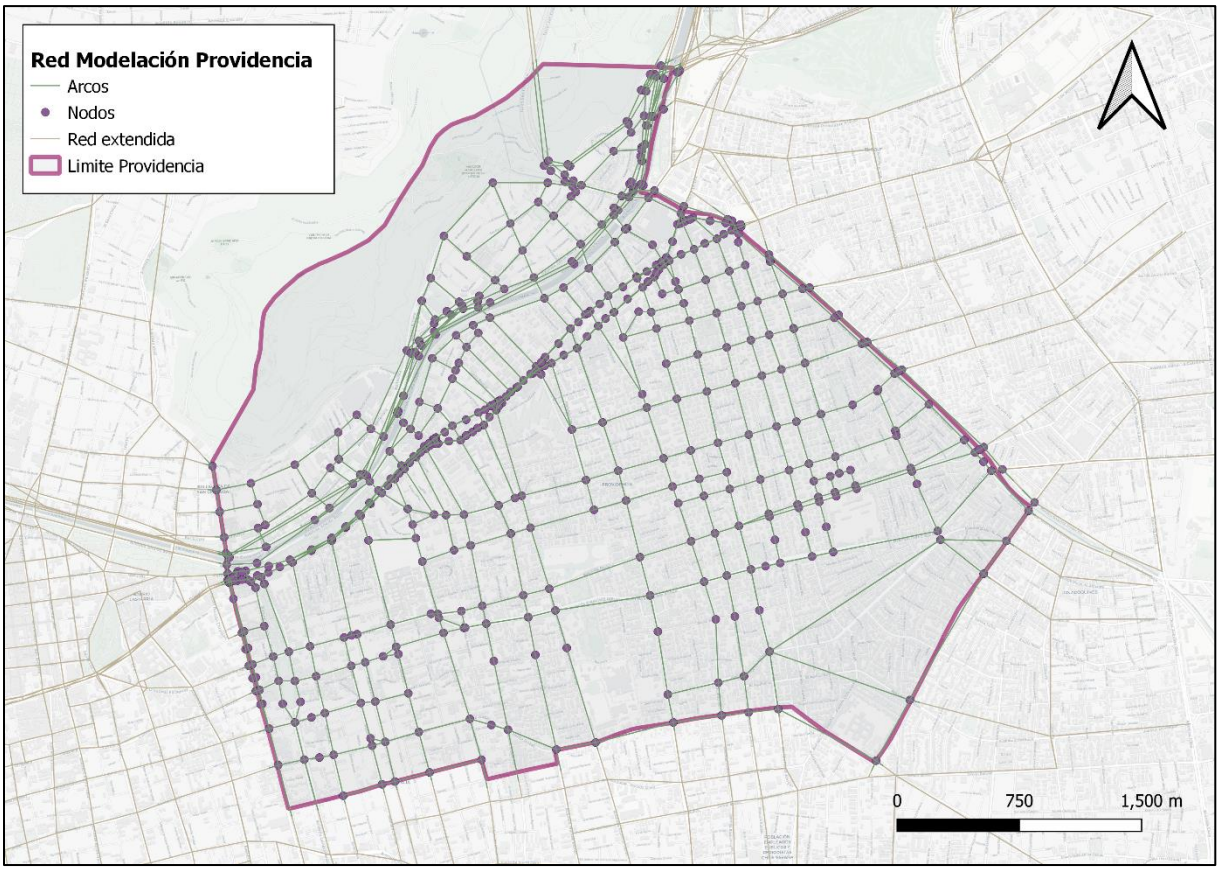
2.3.3 Tarea 3.3 Catastro Físico

2.3.3.1 Catastro Físico y Operativo de la Red de Espacio Público

El catastro físico y operativo se realiza en la red de movilidad a estudiar de la comuna del área de influencia y servirá de información de base para la modelación a realizar posteriormente de modos motorizados y no motorizados.

La red de movilidad a estudiar queda definida por Red Vial Básica definida por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, más los Caminos nacionales definidos por el Ministerio de Obras Públicas para la comuna. Se agregaran además a esta red las ciclovías existentes. Para complementar, se utilizó como base la red vial estudiada en el estudio "Análisis Red Vial Sector Centro Oriente de Santiago" (SECTRA, 2021). Esta red es utilizada como base para desarrollos posteriores.

FIGURA Nº 2.3-3: RED VIAL DE CATASTRO



Fuente: Elaboración propia a partir del estudio "Análisis Red Vial Sector Centro Oriente de Santiago" (SECTRA, 2021).

El levantamiento de terreno para caracterizar esta red de movilidad considera la siguiente información:

Catastro Físico y Operativo por Eje de la red

- Perfil del eje (ancho calzada, mediana, acera)
- Pistas Útiles por Calzada
- Uso De Pistas
- Sentidos de Transito
- Estado carpeta rodado

- Número y ubicación de Estacionamientos Privados
- Modos de transporte público en el eje (metro, buses, teleférico, taxis colectivos)
- Ubicación Paraderos de Buses Transporte Público (formal e informal)
- Presencia de ciclovías y sus características
- Ubicación Paraderos de Taxis colectivos
- Señaléticas horizontales y verticales
- Ubicación Paraderos de taxis básicos

Catastro Operativo de Intersecciones de la red

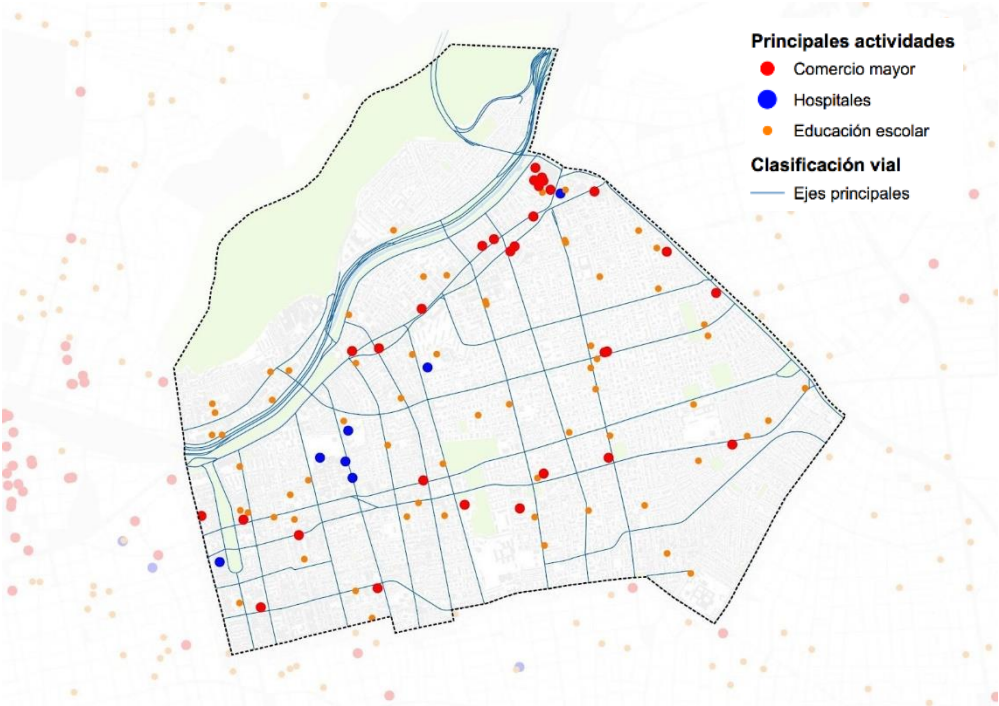
- Movimientos permitidos por acceso
- Tipo de Regulación

Los resultados del catastro físico y operativo para los ejes e intersecciones de la comuna se entregan como anexo de este informe.

Catastro Urbano de la red definida

- Principales actividades emplazadas en los ejes (colegios, comercio, hospitales, oficinas, construcción, etc.)
- Red de áreas verdes y espacios públicos.
- Red peatonal de veredas, que incluya galerías y pasajes peatonales

FIGURA Nº 2.3-4: PRINCIPALES ACTIVIDADES EMPLAZADAS EN LOS EJES



Fuente: Elaboración propia en base a datos de OSM (Open Street Maps, extracción Noviembre 2021), Ministerio de Salud y Ministerio de Educación.

2.3.3.2 Catastro de Transporte Público

2.3.3.2.1 Buses RED

En esta tarea se recopila información de la oferta de transporte público urbano (RED) operativo en la comuna, registrada en las entidades reguladoras del sistema, específicamente el DTPM. Para tales efectos, se usa el plan operativo del segundo semestre de 2019, 2020 y 2021. Los detalles se encuentran en el Anexo Digital 3.1.

A nivel comunal, operan los servicios mostrados en el cuadro siguiente. En total, circulan en la comuna 60 servicios, con una frecuencia media de 8,5 buses/hora en periodo punta mañana (PMA), 7,6 buses/hora en punta tarde (PTA) y 6,9 buses/hora en fuera de punta (FPU). A continuación se presentan las frecuencias por servicios considerando el promedio de ambos sentidos cuando corresponda.

CUADRO Nº2.3-1: SERVICIOS RED QUE OPERAN EN LA COMUNA DE PROVIDENCIA

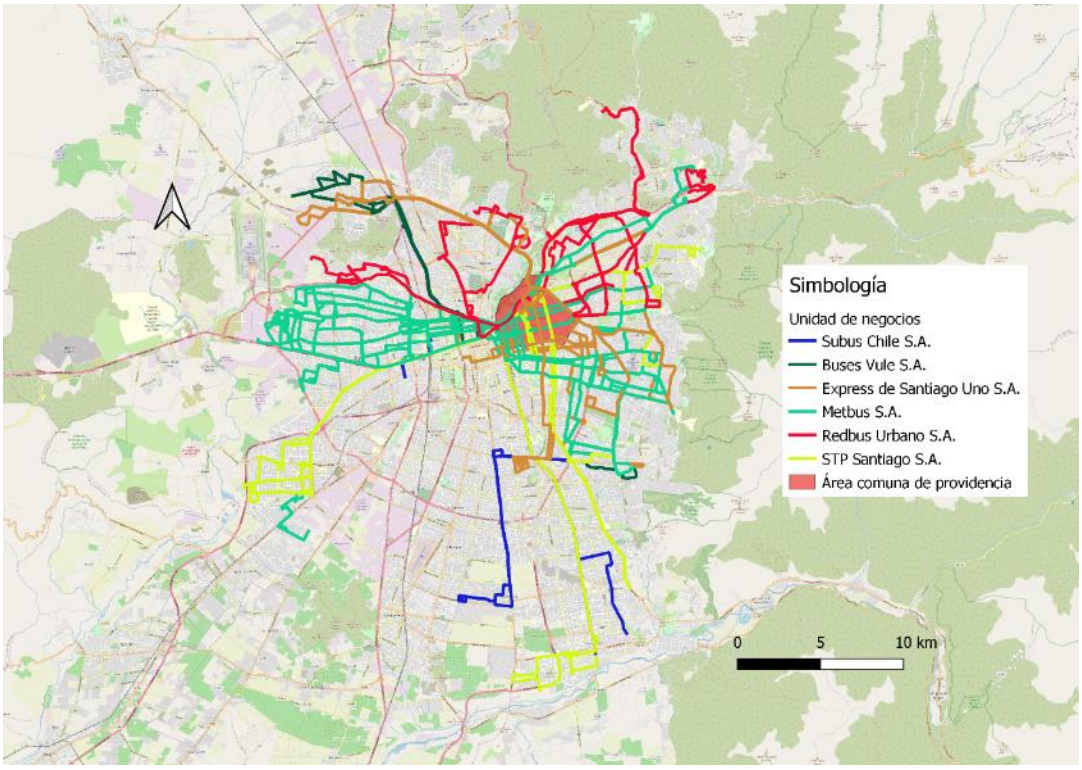
Operador	Servicio	Frecuencia 2019 [bus/h]			Frecuencia 2020 [bus/h]			Frecuencia 2021 [bus/h]		
		PMA	FPU	PTA	PMA	FPU	PTA	PMA	FPU	PTA
Subus Chile S.A.	210	14,3	8,7	10,0	14,3	8,7	10,0	14,3	8,7	10,0
	210v	6,0	5,0	5,7	6,0	5,0	6,0	6,0	5,0	6,0
	212	12,0	11,3	11,7	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
	221e	5,0	0,0	3,3	5,0	0,0	1,8	5,0	0,0	1,8
Buses Vule S.A.	307	11,0	8,3	9,3	11,3	8,3	10,0	11,3	8,0	10,0
	307e	7,0	0,0	8,0	7,0	0,0	5,0	7,0	0,0	5,0
	314	3,5	3,5	3,0	3,7	3,5	3,0	3,7	3,5	3,0
	315e	15,3	9,0	11,3	15,3	9,0	11,5	15,3	8,7	11,5
	126	5,5	6,7	5,7	5,3	6,7	6,3	5,3	6,7	6,3
Express de Santiago Uno S.A.	403	7,5	8,0	8,0	9,3	8,0	9,0	9,3	7,7	9,0
	405c	7,5	0,0	3,5	7,7	0,0	5,0	7,7	0,0	5,0
	409	8,5	6,5	6,2	8,7	6,5	7,0	8,7	6,3	7,0
	411	5,5	6,0	5,0	5,7	6,0	5,3	5,7	6,0	5,3
	421	6,8	7,7	6,8	7,3	6,5	6,8	7,3	6,5	6,8
	429	6,5	6,2	6,0	7,0	6,2	6,5	7,0	6,2	6,5
	429c	4,3	0,8	5,0	4,3	0,8	4,0	4,3	0,8	4,0
	430	10,0	6,3	8,3	10,7	6,3	9,3	10,7	6,3	9,3
	103	6,0	6,0	6,0	6,7	6,0	7,3	6,7	6,0	7,3
	117	7,0	5,0	6,0	7,7	5,0	6,5	7,7	5,0	6,5
	117c	5,0	0,0	5,0	5,3	0,0	5,0	5,3	0,0	5,0
	D03	7,0	7,0	7,0	7,7	6,7	7,0	7,7	6,7	7,0
	D08	5,3	7,0	7,0	5,7	7,0	6,5	5,7	7,0	6,5
	D09	7,5	6,0	6,7	6,7	6,0	6,5	6,7	6,0	6,5
	D16	5,5	5,0	5,0	5,7	5,0	5,0	5,7	5,0	5,0
	D18	6,5	8,0	7,0	6,3	7,7	7,0	6,3	7,7	7,0
	406	11,0	11,3	11,5	14,0	10,0	13,8	14,0	9,7	13,8
	407	8,8	8,0	8,0	12,7	8,0	10,3	12,7	8,0	10,3
	412	6,8	6,0	5,5	7,0	6,0	6,3	7,0	6,0	6,3
	418	7,0	6,0	5,5	6,7	6,0	6,0	6,7	6,0	6,0
	422	5,5	6,0	6,0	8,0	5,3	8,0	8,0	5,2	8,0
	426	7,8	8,2	6,5	8,7	7,7	7,0	8,7	7,7	7,0
	106	7,5	6,0	5,5	7,7	6,0	5,8	7,7	6,0	5,8
	401	8,0	9,7	7,5	8,0	7,8	8,8	8,0	7,7	8,8
	405	6,5	9,0	6,0	7,0	8,2	8,0	7,0	8,2	8,0
Metbus S.A.	501	12,5	8,5	11,8	11,7	8,5	11,0	11,7	8,5	11,0
	502	11,5	9,3	10,8	11,3	9,3	11,0	13,3	9,3	11,0
	502c	5,0	0,0	5,3	5,0	0,0	5,3	5,3	0,0	3,0

Operador	Servicio	Frecuencia 2019 [bus/h]			Frecuencia 2020 [bus/h]			Frecuencia 2021 [bus/h]		
		PMA	FPU	PTA	PMA	FPU	PTA	PMA	FPU	PTA
	503	14,0	8,0	11,2	14,3	8,0	11,8	14,3	7,8	11,0
	504	8,5	6,0	7,3	8,7	6,0	7,5	8,7	6,0	7,5
	505	13,8	6,7	10,7	14,0	6,7	10,8	14,0	6,7	10,8
	508	13,8	7,5	9,3	13,3	7,5	9,0	12,7	7,3	9,0
	513	7,5	6,3	8,0	8,0	6,0	8,0	7,7	6,0	8,0
	514	8,8	6,3	6,5	8,7	6,3	6,5	7,3	6,0	6,5
	514c	4,0	0,0	6,0	4,0	0,0	6,0	4,0	0,0	6,0
	516	13,5	10,0	11,7	14,0	10,0	12,3	14,0	9,5	12,3
	517	5,3	5,0	5,0	5,7	5,0	5,5	5,7	5,0	5,5
	518	10,0	5,0	7,5	10,3	5,0	7,5	10,3	5,0	7,5
	519	10,5	6,5	9,7	10,0	6,7	9,0	10,0	6,7	9,0
	546e	2,5	0,0	2,5	2,3	0,0	1,3	2,0	0,0	1,3
Redbus Urbano S.A.	B27	5,0	5,0	5,0	5,3	5,0	5,0	5,3	5,0	5,0
	C01	13,0	13,0	11,0	13,3	13,0	11,0	13,3	12,7	11,0
	C03	4,8	6,0	5,0	5,0	6,0	5,5	2,7	3,0	2,8
	C05	8,5	8,0	7,3	8,7	8,0	8,0	8,7	7,7	8,0
	C06	7,5	7,3	8,2	8,0	6,7	8,0	8,0	6,7	8,0
	C07	9,8	9,7	9,5	10,0	9,7	9,8	10,0	9,3	9,8
	C10e	9,8	1,7	7,3	10,0	1,7	8,3	10,0	1,7	8,3
	410	9,3	8,0	9,3	9,7	8,0	9,0	9,7	7,8	9,0
	410e	8,5	0,0	0,0	8,5	0,0	0,0	8,5	0,0	0,0
STP Santiago S.A.	213e	6,8	6,0	6,2	7,0	6,0	6,0	7,0	6,0	6,0
	104	16,5	15,0	17,5	17,3	15,0	17,5	18,0	14,7	18,5

Fuente: Elaboración propia con datos del DTPM.

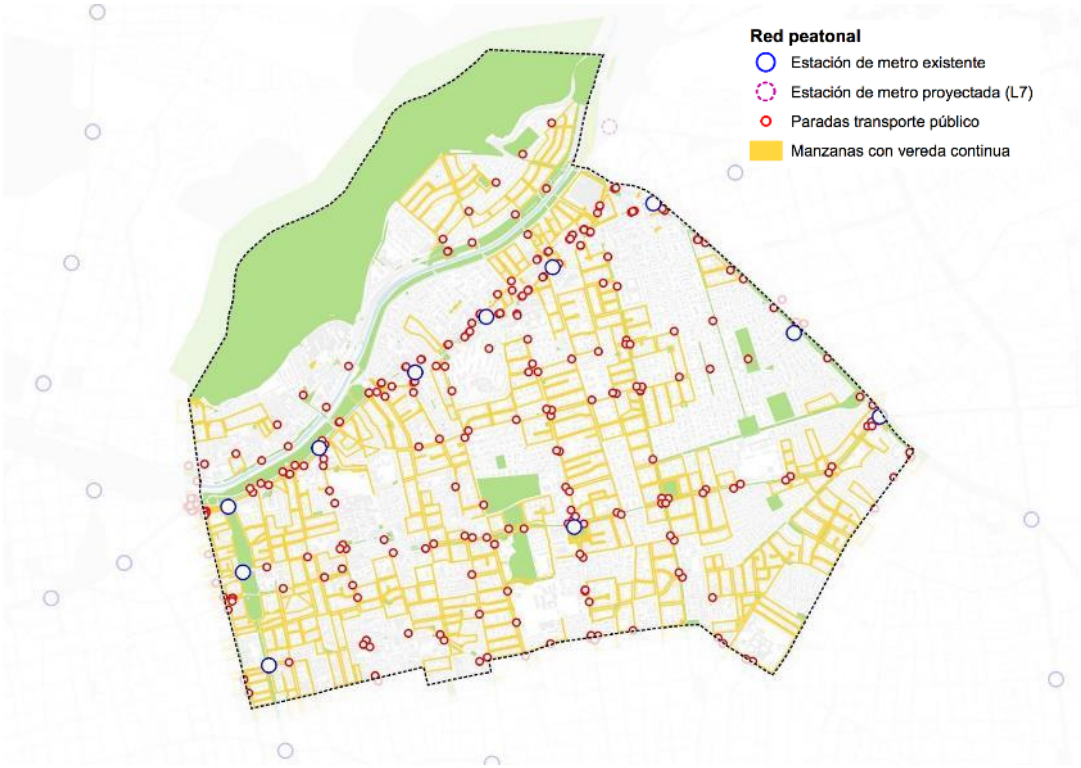
A continuación, se presenta la cobertura de la red de servicios Red en la comuna de Providencia y su conexión con el resto de Santiago.

FIGURA Nº 2.3-5: COBERTURA DE SERVICIOS RED EN PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia con datos del DTPM.

FIGURA Nº 2.3-6: RED PEATONAL + ESTACIONES METRO + PARADEROS



Fuente: Elaboración propia en base a datos de Municipalidad de Providencia y Ministerio de Transporte.

2.3.3.2.2 Taxis Colectivos

Se catastró la red de taxicolectivos operativa en la comuna de Providencia, haciendo énfasis en aquellos servicios con origen o destino en la comuna. Se utilizó como referencia inicial el catastro del Ministerio de Transporte al año 2020.

CUADRO Nº2.3-2: SERVICIOS DE TAXICOLECTIVOS OPERATIVOS COMUNA DE PROVIDENCIA

Folio	Comuna Origen	Comuna Destino
232001	La Florida	Providencia
232014	La Reina	Providencia
232008	Macul	Providencia
232002	Macul	Providencia
232009	Macul	Providencia
232003	Macul	Providencia
232010	Ñuñoa	Providencia
232006	Ñuñoa	Providencia
232004	Ñuñoa	Providencia
234028	Puente Alto	Providencia

Fuente: Catastro Ministerio de Transporte 2020.

Se identifica un total de 10 servicios, todos con origen fuera de Providencia y con destino en esta. Se encuestó durante el mes de noviembre de 2021 a los servicios en el terminal de origen declarado, con el fin de recopilar información actualizada sobre:

- Frecuencia
- Flota
- Horarios de funcionamiento

Para ello se elaboró un formulario tipo para recolectar esta información, que se entrega como anexo a esta tarea. Los resultados principales se presentan a continuación.

CUADRO Nº2.3-3: SERVICIOS DE TAXICOLECTIVOS OPERATIVOS COMUNA DE PROVIDENCIA

Folio	Comuna Origen	Comuna Destino	Frecuencia	Flota	Horario			Observaciones
			(min)	(veh)	Laboral	Sábado	Domingo	
232001	La Florida	Providencia	2	22	6:30-21:30	8:00-14:00		
232014	La Reina	Providencia			No vigente.			
232008	Macul	Providencia	2-3	30	6:50-19:30	8:30-16:00		
232002	Macul	Providencia	5	23	6:30-19:30	6:30-18:00		
232009	Macul	Providencia	5	6	7:00-14:00			
232003	Macul	Providencia	5	18	6:30-20:30	7:00-14:30		
232010	Ñuñoa	Providencia		2	No vigente. Se observa funcionamiento informal.			
232006	Ñuñoa	Providencia	5	22	6:3 20:00			
232004	Ñuñoa	Providencia	15	5	No definido			Sin terminal de origen
234028	Puente Alto	Providencia	3	28	5:00-3:00	5:00-3:00	7:00-23:00	Funcionamiento 24 horas

Fuente: Catastro Ministerio de Transporte 2020.

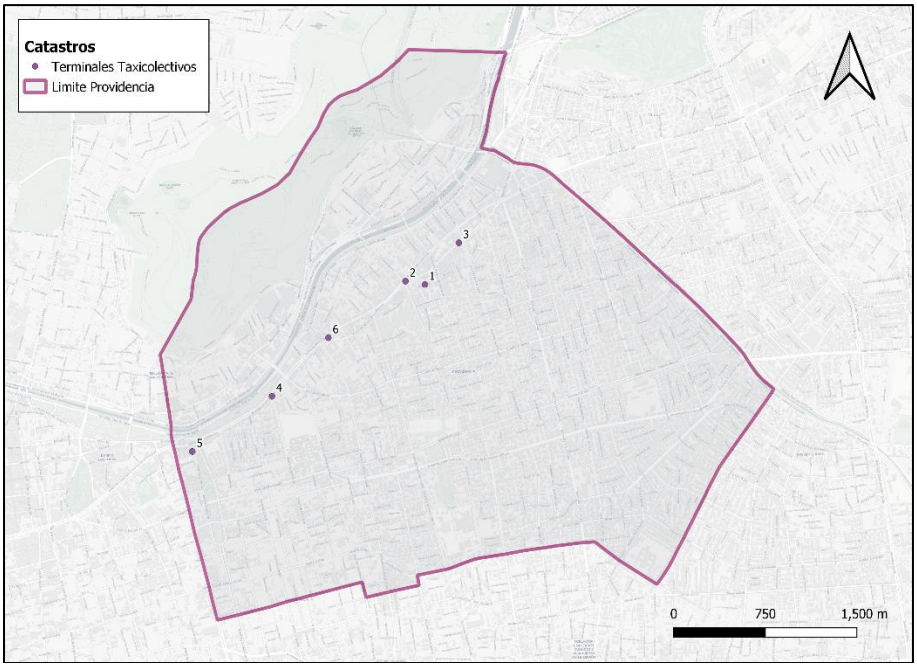
Del catastro realizado se observa que hay dos servicios que dejaron de operar y un tercer servicio opera sin terminal de origen. La frecuencia promedio es de 5 minutos entre cada vehículo y la mayoría posee un funcionamiento parcial en fines de semana. El servicio 4028, que termina en el sector de Parque Bustamante, es el único de los catastrados que opera en la práctica las 24 horas.

2.3.3.3 Catastro de Infraestructura de Transporte Complementaria a la Red

Como parte de esta subtarea se catastró el equipamiento y servicios vinculados al transporte, de manera de formar parte del espacio público de la movilidad e incorporarlos en el análisis de movilidad

Del catastro de taxicolectivos se identificaron puntos de origen y retorno presentes en la comuna de Providencia, estos son presentados en la siguiente figura.

FIGURA Nº 2.3-7: UBICACIÓN DE TERMINALES DE TAXICOLECTIVOS EN PROVIDENCIA



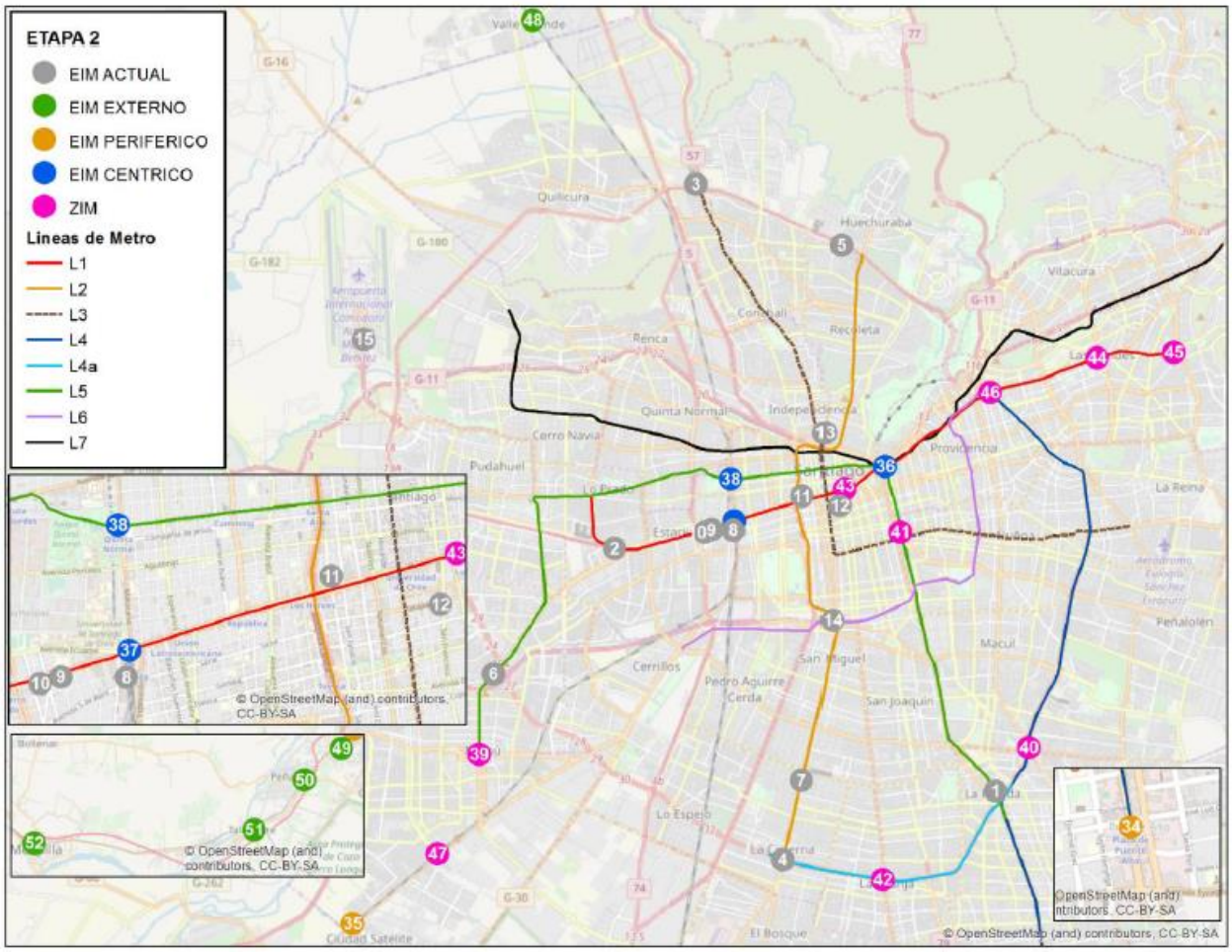
Fuente: Elaboración Propia a partir de catastros.

Se identifican 6 puntos de detención relevantes en la comuna, todos en torno al eje Providencia y Nueva Providencia. Todos están emplazados en la calzada, observándose algunas zonas dedicadas para la detención de vehículos.

Con respecto a la intermodalidad, el Plan Estratégico de Estaciones Intermodales SECTRA (2018), identificó dos puntos de intermodalidad de escala metropolitana para Providencia: estaciones Baquedano y Tobalaba, que se presentan en la figura siguiente.

El análisis de demanda de transporte público en base a las Tarjetas BIP, presentado en la Tarea 3.13, identifica además a la estación Parque Inés de Suárez, de Línea 6 de Metro, como un punto de intermodalidad adicional.

FIGURA Nº 2.3-8: PUNTOS DE INTERMODALIDAD A ESCALA METROPOLITANA



Fuente: Plan Estratégico de Estaciones Intermodales (CIS - Sectra, 2018).

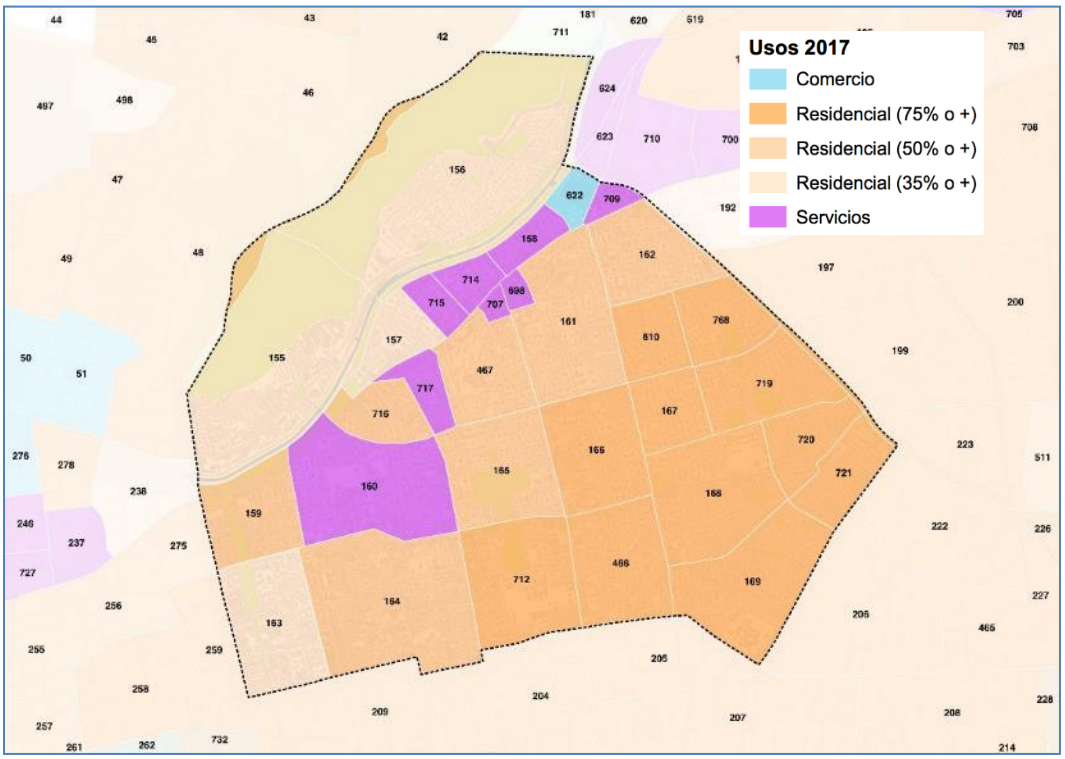
2.3.3.4 Estimación de Usos de Suelo Efectivos y Proyectados

Según lo señalado en la metodología del estudio el objeto de esta sección es contrastar la sintonía entre cómo se ha dado el desarrollo urbano de la comuna en términos efectivos versus lo que planifica el PRC. La idea es hacer un contrapunto de lo que son las tendencias verificadas por medio del mapeo de los permisos de edificación versus la tendencia que define el Modelo ESTRAUS de Análisis Estratégico de Transporte y finalmente contrastado con la planificación urbana definida en el IPT vigente.

Iniciaremos esta “estimación contrastada” mostrando la información base para el análisis y luego realizaremos cruces entre ellas para poder generar conclusiones de correspondencia o no correspondencia, entre los proyectado, tendencial y lo efectivo que ha ocurrido en el territorio.

- **Escenarios ESTRAUS**

FIGURA Nº 2.3-9: ZONAS ESTRAUS CON USOS DE SUELO EN COMUNA DE PROVIDENCIA, ESCENARIO 2017



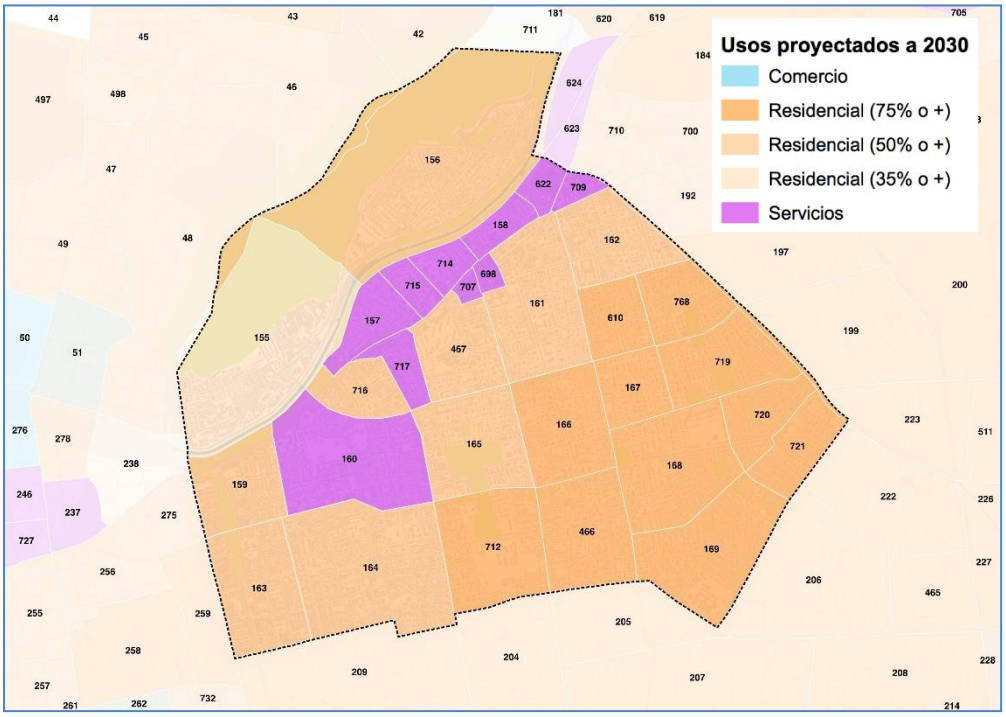
Fuente: Elaboración propia.

Aplicando filtros de discriminación podemos distinguir que a nivel residencial, se identifican tres anillos concéntricos: un primer anillo hacia el sur-oriente de la comuna definido por un sector predominantemente residencial (75% o mayor), un segundo anillo en torno al primero con un 50% o más de uso residencial, y un tercer anillo hacia el nor-poniente de la comuna con un 35% o más de uso residencial.

Luego, se identifica el eje de Providencia-Nueva Providencia como uno preferentemente de servicios, con excepción de la manzana del Costanera Center que es predominantemente comercial y la zona ESTRAUS 157 (Providencia, Antonio Bellet, Andrés Bello, Huelén) con un 35% o más de uso residencial.

Destacan además la predominancia del uso de servicios en la zona 180 donde se ubica el conjunto del Hospital Salvador, Hospital del Tórax y la Fundación Arturo López Pérez, y también en la zona 717 definida por las calles Eliodoro Yáñez, Manuel Montt, Nueva Providencia, Providencia y Antonio Varas.

FIGURA Nº 2.3-10: ZONAS ESTRAUS CON USOS DE SUELO EN COMUNA DE PROVIDENCIA, ESCENARIO PROYECTADO 2030



Fuente: Elaboración propia.

Las principales diferencias entre el escenario 2017 y el proyectado al 2030 corresponden al aumento en el porcentaje de uso residencial de las zonas ESTRAUS 156 en donde se ubica el barrio Pedro de Valdivia Norte, y la zona 163 correspondiente al sector sur del barrio Parque Bustamante.

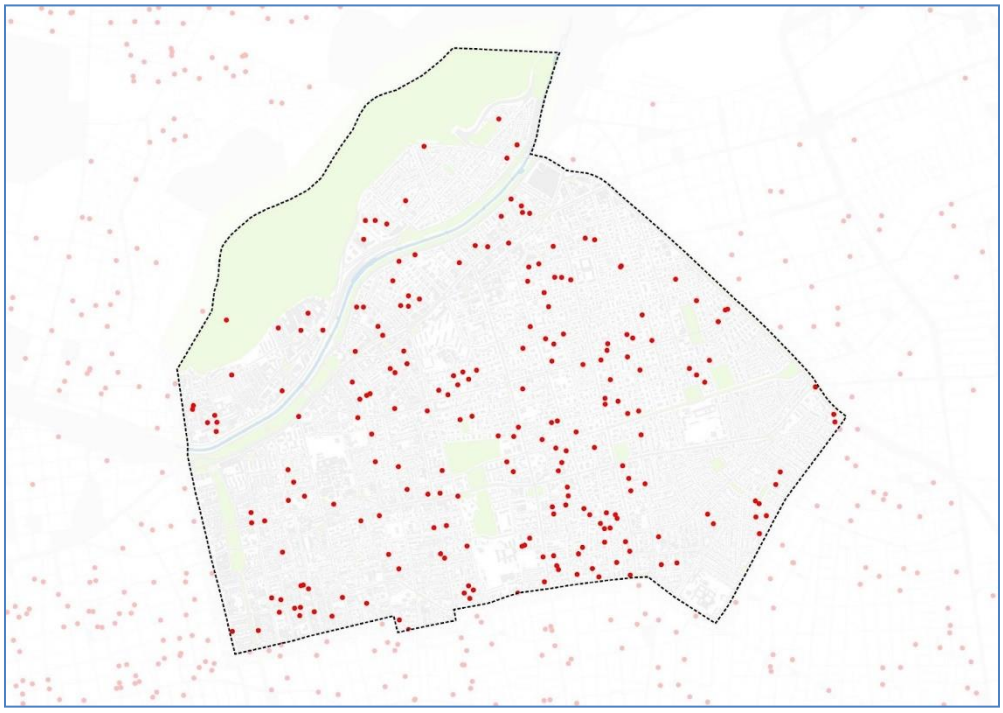
Además, se consolida el eje Providencia-Nueva Providencia como uno preferentemente de servicios, sumando la zona ESTRAUS 157 que en el escenario 2017 cuenta con un 35% o más de uso residencial y la zona del Costanera Center.

- **Permisos de Edificación**

Sobre los permisos de edificación, se observa una distribución heterogénea y bastante dispersa de los permisos de edificación entre los años 2015 y el 2021, con la excepción del sector del barrio Las Flores y Plaza Uruguay en donde no se observan permisos de edificación.

Por otra parte cuando interrogamos el mapeo de los permisos de edificación aplicando filtros de lapsos de años asociados a la puesta en marcha de la nueva línea 6 de METRO podemos observar lo que se muestra a continuación.

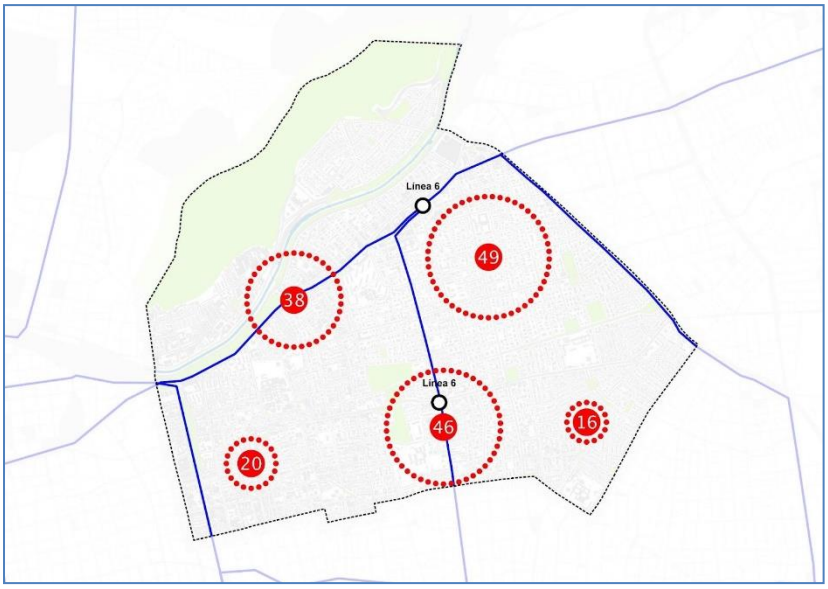
FIGURA Nº 2.3-11: COMPILADO PERMISOS DE EDIFICACIÓN 2015-2020 EN COMUNA DE PROVIDENCIA (EN COLOR ROJO)



Fuente: Elaboración propia en base a datos Municipalidad de Providencia y Datos Geográficos INE.

Al efectuar un corte temporal de permisos de edificación para el periodo entre 2015 y 2019, vemos una correlación en cuanto a la concentración de estos en la zona cercana a la estación Inés de Suarez de la Línea 6, donde cerca del 25% de los permisos se ubican en ese sector centro sur de la comuna.

FIGURA Nº 2.3-12: ZONIFICACIÓN DE PERMISOS DE EDIFICACIÓN 2015-2019 EN COMUNA DE PROVIDENCIA, EN RELACIÓN A ESTACIONES LÍNEA 6



Fuente: Elaboración propia en base a datos Municipalidad de Providencia y Datos Geográficos INE.

Al efectuar un corte temporal de permisos de edificación para el periodo entre 2020 y 2021, no identificamos una correlación en cuanto a la concentración de estos en relación a las estaciones de la futura Línea 7 (Los Leones y hacia el oriente Isidora Goyenechea). La mayoría de los permisos se ubican desde Avenida Providencia hacia el sur.

FIGURA Nº 2.3-13: ZONIFICACIÓN DE PERMISOS DE EDIFICACIÓN 2020-2021 EN COMUNA DE PROVIDENCIA, EN RELACIÓN FUTURA LÍNEA 7 DEL METRO



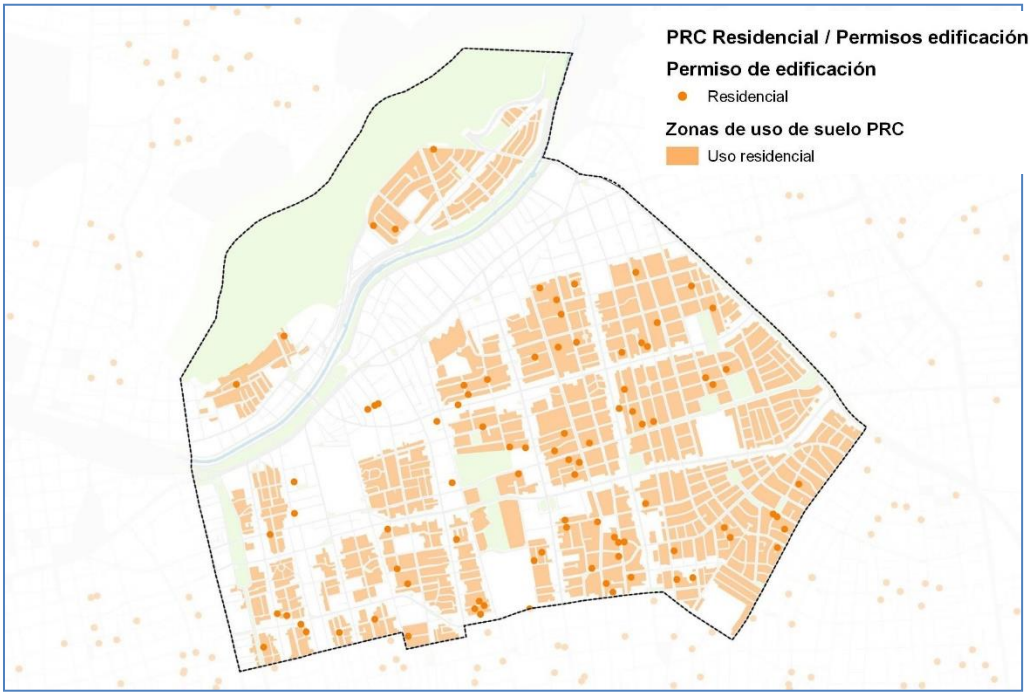
Fuente: Elaboración propia en base a datos Municipalidad de Providencia y Datos Geográficos INE.

- **Permisos versus zonificación y condiciones del PRC**

  Al superponer las zonas de uso exclusivo residencial del PRC y los permisos de edificación residenciales entre el 2015 y 2021 se observa una coincidencia casi absoluta entre las nuevas edificaciones residenciales y las zonas que el PRC clasifica como de uso residencial.

  Por otra parte, es importante reconocer que la mayor concentración de permisos resalta las zonas con potencial de densificación habitacional. Los permisos radicados en el sector sur oriente, que tiene mayores restricciones al desarrollo, son claramente más escasos. Pedro de Valdivia Norte y Bellavista tienen escaso movimiento de permisos, probablemente por contexto comunitario y/o porque las condiciones de densificación son insuficientes para lograr pagar los precios de suelo.

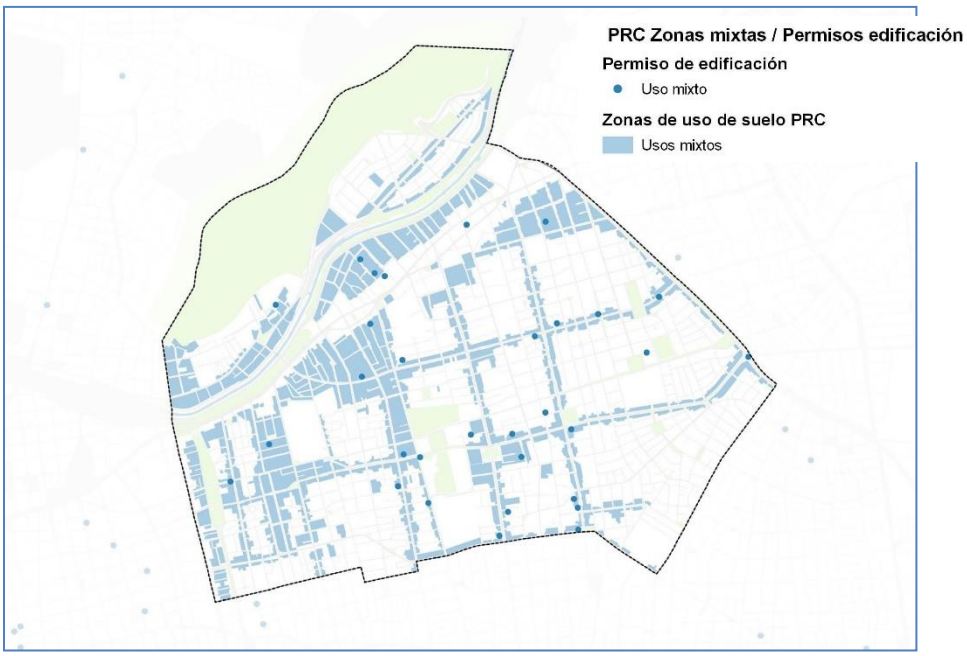
FIGURA Nº 2.3-14: ZONAS DE USO DE SUELO EXCLUSIVAMENTE RESIDENCIAL SEGÚN PRC CONTRASTADOS CON LOS PERMISOS DE EDIFICACIÓN DESTINO RESIDENCIAL EN COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia.

Los P.E. de usos mixtos coinciden mayoritariamente con las zonas en que el PRC define usos de suelo mixtos. Por otra parte, podemos ver dos lógicas de localización: asociados a corredores en contextos residenciales, y por otro, potenciando polos de equipamiento ya existentes.

FIGURA Nº 2.3-15: ZONAS DE USO DE SUELO MIXTAS SEGÚN PRC Y PERMISOS DE EDIFICACIÓN DE USOS MIXTOS EN COMUNA DE PROVIDENCIA



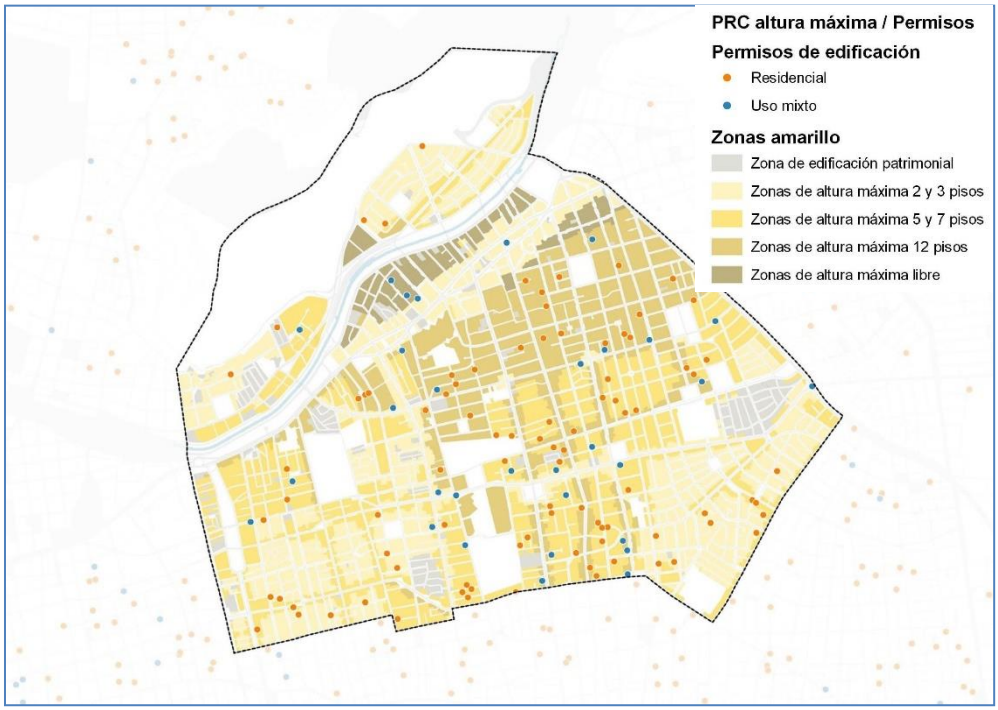
Fuente: Elaboración propia.

Al hacer el cruce entre los permisos de edificación residenciales y de usos mixtos con las alturas máximas permitidas por el PRC, se observa que los puntos tienden a concentrarse en aquellas zonas en que se permite una mayor altura de edificación (5, 7 y 12 pisos). Esto permite entonces plantear como hipótesis que las nuevas edificaciones que se han desarrollado y están desarrollando en la comuna se tratan de proyectos de densificación que vienen a consolidar la altura máxima permitida en dichos sectores. Además, esto valida la hipótesis planteada en el punto anterior respecto de Pedro de Valdivia Norte y Bellavista como zonas que tienen mayores restricciones al desarrollo de nuevas edificaciones.

Aquellos permisos (escasos) que se ubican en zonas que permiten una altura máxima de 2 y 3 pisos son exclusivamente permisos de edificación de uso residencial y están en torno a o adyacentes a zonas que permiten una altura máxima de 5 y 7 pisos (barrios Diego de Almagro, Italia, Bellavista y Pedro de Valdivia Norte).

Así mismo, se observa que los permisos de edificación de usos mixtos en su mayoría se ubican en las zonas que permiten una altura máxima de 12 pisos, o bien, se ubican próximos a los ejes que permiten una altura máxima de 12 pisos.

FIGURA Nº 2.3-16: ALTURAS MÁXIMAS PRC Y PERMISOS DE EDIFICACIÓN RESIDENCIALES Y DE USOS MIXTOS EN COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia.

- **Permisos de Edificación versus Escenarios ESTRAUS**

Al superponer los permisos de edificación (2015-2021) con el escenario ESTRAUS 2017 se observa que las edificaciones de uso mixto tienden a ubicarse en las zonas preferentemente residenciales y aquellos de uso no residencial tienden a coincidir con las áreas con en donde predomina el uso de servicios. Interesante notar que los proyectos mixtos son mayoritariamente residenciales en su composición, pero por otro lado se reconoce una tendencia de que la densificación se está dando con aportes de mix de usos a nivel barrial, llevando comercio y servicios a los barrios.

Destaca el foco de permisos de edificación de uso no residencial en el barrio Bellavista y en torno al Barrio Italia, lo que coincide con el proceso de transformación y renovación que han atravesado ambos sectores, acentuando su carácter predominantemente comercial y de servicios, principalmente del mundo gastronómico.

Además, llama la atención la solicitud de permisos en el cuadrante definido por las calles Providencia, Antonio Bellet, Andrés Bello y Huelén, zona ESTRAUS que en el escenario proyectado al 2030 cambia de un uso residencial a uno de servicios.

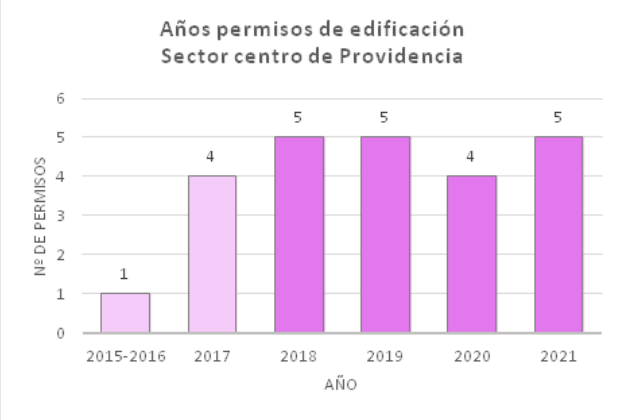
Cabe mencionar que la modificación Nº5 al Plan Regulador Comunal de Providencia realizada en el 2018 permitió la instalación de equipamiento de mediana escala en el cuadrante Nueva Providencia, Huelén, Andrés Bello y Tobalaba, lo que permite tener una carga de ocupación de hasta 6.000 personas. El motivo detrás de esta modificación fue permitir el desarrollo y la instalación de equipamiento mayor en las calles perpendiculares a Providencia y que corresponden a vías locales o de servicio.

Este antecedente permitiría entonces postular que esta modificación al PRC incentiva la instalación de equipamientos en el eje Providencia-Nueva Providencia, lo que permitiría explicar la proyección al 2030 de un cambio de uso residencial a uno de servicios en la zona Estraus 157.

Al observar en detalle el número de permisos de edificación otorgados por año en este cuadrante, la tendencia de número de permisos solicitados en el período 2018-2021 se repite también en el 2017, un año previo a la modificación. En ese sentido, a partir de estos datos se puede establecer que existe una correlación entre el número de permisos de edificación solicitados en el sector y la modificación al PRC, pero no es posible afirmar que exista una relación de causalidad. Sí es posible afirmar que al menos la tendencia se ha mantenido. Además, se debe tener en consideración que el período 2019-2021 se trata de uno excepcional, por lo que hace falta contar con la información de al menos el segundo semestre del 2021 y todo el 2022 para observar si la modificación está teniendo los objetivos deseados.

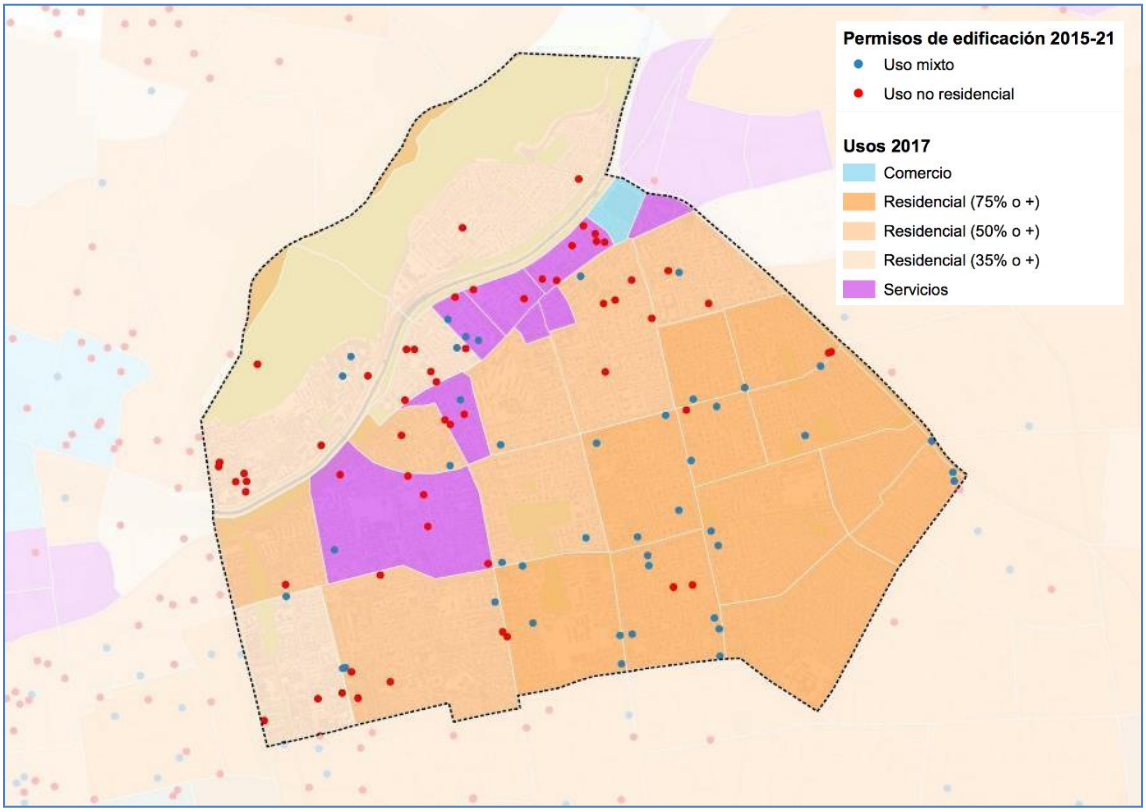
Por otra parte, es importante señalar que la modificación Nº5 al PRC es más laxa en términos normativos que el escenario anterior, pero el desarrollo efectivo que pueda producirse a partir de la flexibilización de las condiciones depende de la demanda que exista y de las condiciones del mercado, contrario a lo que sucede en los casos de restricción normativa, en que puede haber un aumento considerable en la solicitud de permisos de edificación adelantándose al cambio normativo.

FIGURA Nº 2.3-17: EVOLUCIÓN DE PERMISOS DE EDIFICACIÓN



Fuente: Elaboración propia en base a datos Municipalidad de Providencia.

FIGURA Nº 2.3-18: PERMISOS NO HABITACIONALES Y MIXTOS EN RELACIÓN A ESCENARIO ESTRAUS 2017 EN COMUNA DE PROVIDENCIA



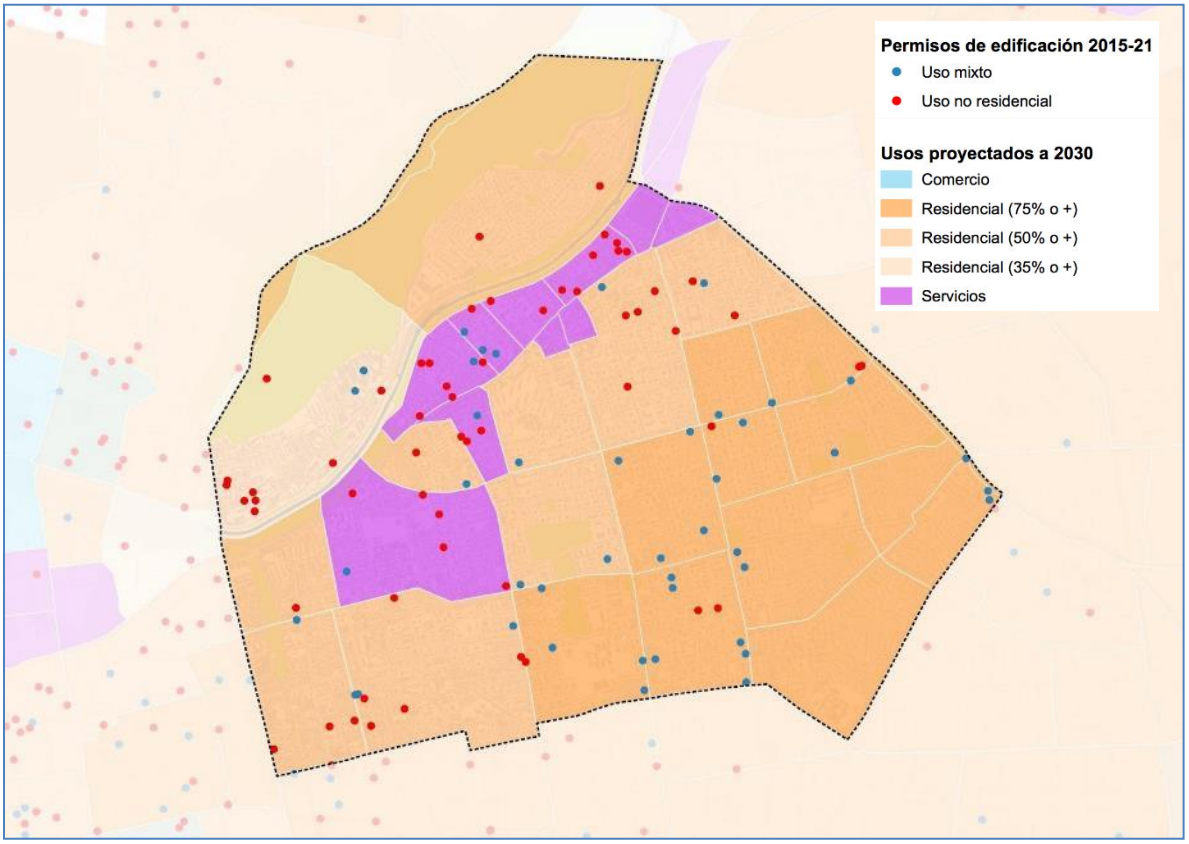
Fuente: Elaboración propia en base a datos Municipalidad de Providencia, SECTRA y Datos Geográficos INE.

Cuando los permisos de edificación 2015-2021 se superponen con el escenario ESTRAUS 2030 se observa que hay una tendencia a la consolidación del eje Providencia-Nueva Providencia como uno mayoritariamente de servicios y con la consiguiente intensificación de uso en el sector. Desde ese sector luego se desprende un brazo por los ejes de Manuel Montt y Salvador hacia el sur.

Por su parte, los permisos de edificación de usos no residenciales que se ubican en la zona ESTRAUS 157 (últimas manzanas poniente de Nueva Providencia) ya comienzan a advertir la transformación desde un uso residencial a uno de servicios hacia el 2030. Considerando además la tendencia de concentración de permisos de usos no residenciales en este sector y que se proyectan hacia el sur es posible entonces anticipar que la única zona ESTRAUS de uso residencial que queda entre las de servicio probablemente sea presionada por las adyacentes para consolidar todo el eje.

Por otra parte, se observa una concentración importante de permisos de edificación de usos mixtos en la zona de un 75% o más de uso residencial consolidando la tendencia que se mencionaba en el punto anterior referida a densificación con mejoras al acceso barrial de equipamiento, comercio y servicios.

FIGURA Nº 2.3-19: PERMISOS NO HABITACIONALES Y MIXTOS EN RELACIÓN A ESCENARIO ESTRAUS 2030 EN COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia en base a datos Municipalidad de Providencia, SECTRA y Datos Geográficos INE.

2.3.4 Tarea 3.4 Medición Continua y Periodización

2.3.4.1 Caracterización de las Mediciones

Una actividad preliminar en el programa de mediciones de tránsito a desarrollar como parte del estudio, corresponde al levantamiento de mediciones de flujo continuas, las que son utilizadas para la periodización de las horas de día laboral de una semana tipo de temporada normal. Estas mediciones cumplen hoy día mayor relevancia por las condiciones que vive Santiago que podrían afectar la circulación del sistema de transporte.

Este tipo de medición entrega información de valiosa importancia para conocer el comportamiento de los viajes por tipo de vehículos durante las horas diurnas de una semana tipo de Temporada Normal. Se plantea entonces desarrollar mediciones continuas en 15 intersecciones del área de estudio, cuya ubicación será propuesta por el Consultor al Mandante una vez desarrollada la primera visita a terreno.

En cada intersección las mediciones se realizaron durante un día hábil de una semana de temporada normal (martes, miércoles o jueves), y durante el sábado, contemplando en los 2 días de medición, conteos por movimiento para un periodo continuo de 14 a 16 hrs. por día, según el siguiente detalle:

- Intervalo día laboral: 07:00 a 23:00 hrs. (16 hrs.)
- Intervalo día sábado: 09:00 a 23:00 hrs. (14 hrs.)

La tipología de vehículos que se adoptó para estas mediciones es:

- Vehículo liviano
- Taxi Básico
- Taxi Colectivo
- Bus (aproximadamente 40 asientos)
- Microbus (aproximadamente 18 asientos)
- Taxibus (aproximadamente 28 asientos)
- Bus interurbano
- Bus institucional
- Furgón Escolar
- Camiones de dos ejes
- Camiones de más de dos ejes
- Camión articulado
- Motocicleta
- Bicicleta
- Scooter

El registro fue realizado mediante **cámaras de video**. Estas cámaras graban el estado de tráfico de una intersección, en particular los movimientos, durante la totalidad de los días analizados. Si bien la recolección de información se hace con esta tecnología, el procesamiento posterior de los datos se realiza en gabinete, entregándose las planillas tradicionales de mediciones por tipo de medición a nivel de movimientos por cuarto de hora, intersección y modos de viajes.

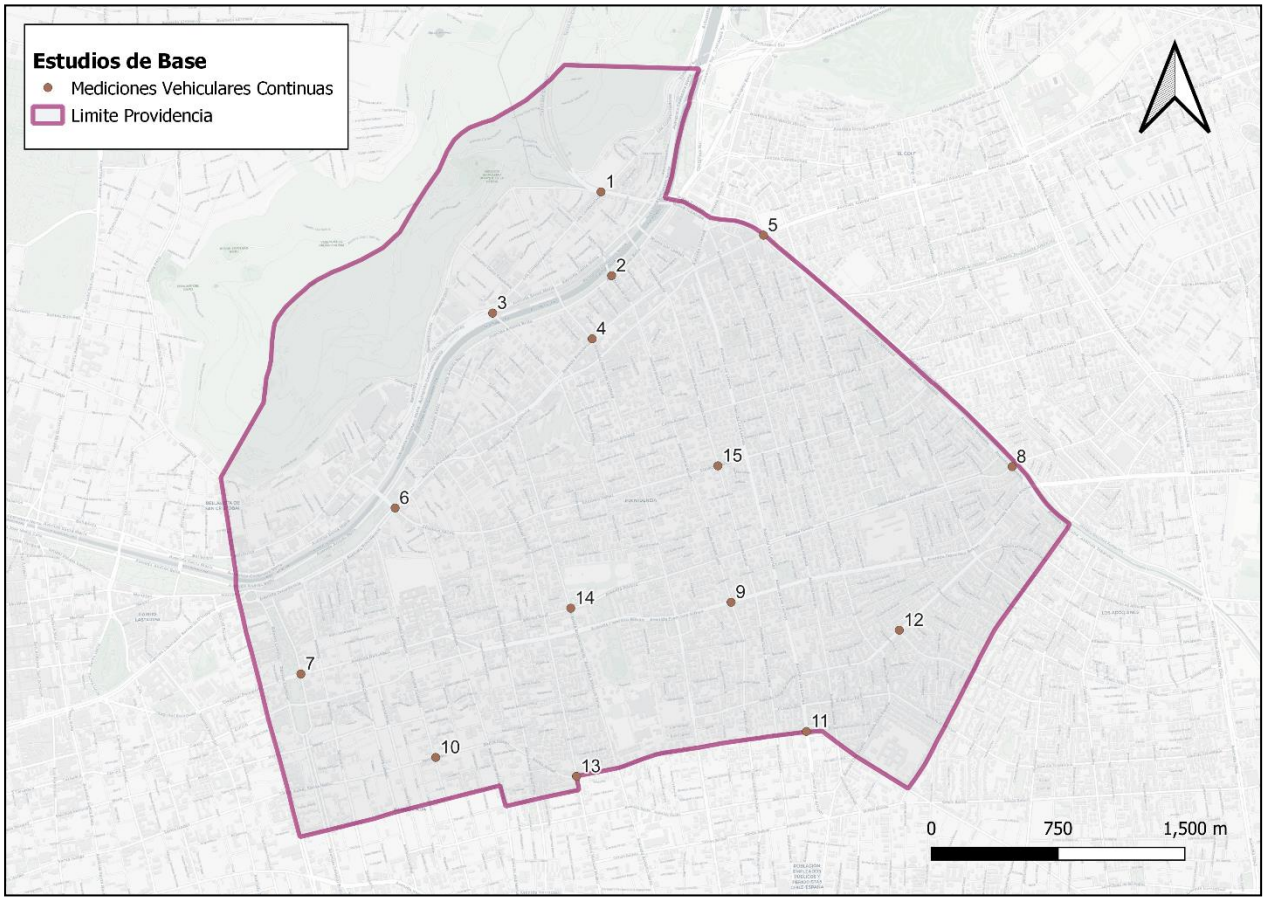
Se definieron los puntos de medición en conjunto a la contraparte municipal involucrada. Estos se muestran a continuación.

CUADRO Nº2.3-4: PUNTOS DE MEDICIÓN CONTINUA

PC	Ubicación
1	Los Conquistadores con El Cerro
2	Nueva de Lyon con Andrés Bello
3	Santa María con La Concepción
4	Pedro de Valdivia con Providencia
5	Tobalaba con Providencia
6	Eliodoro Yáñez con Providencia
7	Rancagua con General Bustamante
8	Pocuro con Tobalaba
9	Francisco Bilbao con Ricardo Lyon
10	Santa Isabel con Salvador
11	Pedro Lautaro Ferrer con Los Leones
12	Diego de Almagro con Hernando de Aguirre
13	Manuel Montt con Diagonal Oriente
14	Antonio Varas con Pocuro
15	Suecia con Eliodoro Yáñez

Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 2.3-20: LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE MEDICIÓN VEHICULAR CONTINUA

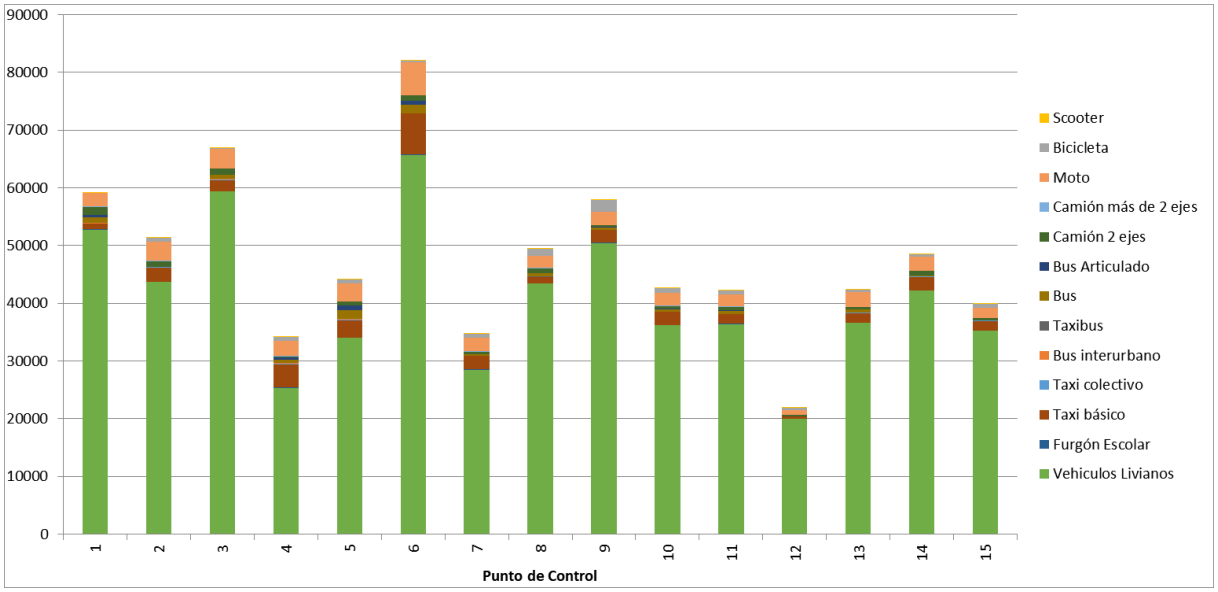


Fuente: Elaboración Propia.

2.3.4.2 Resultados de la Medición

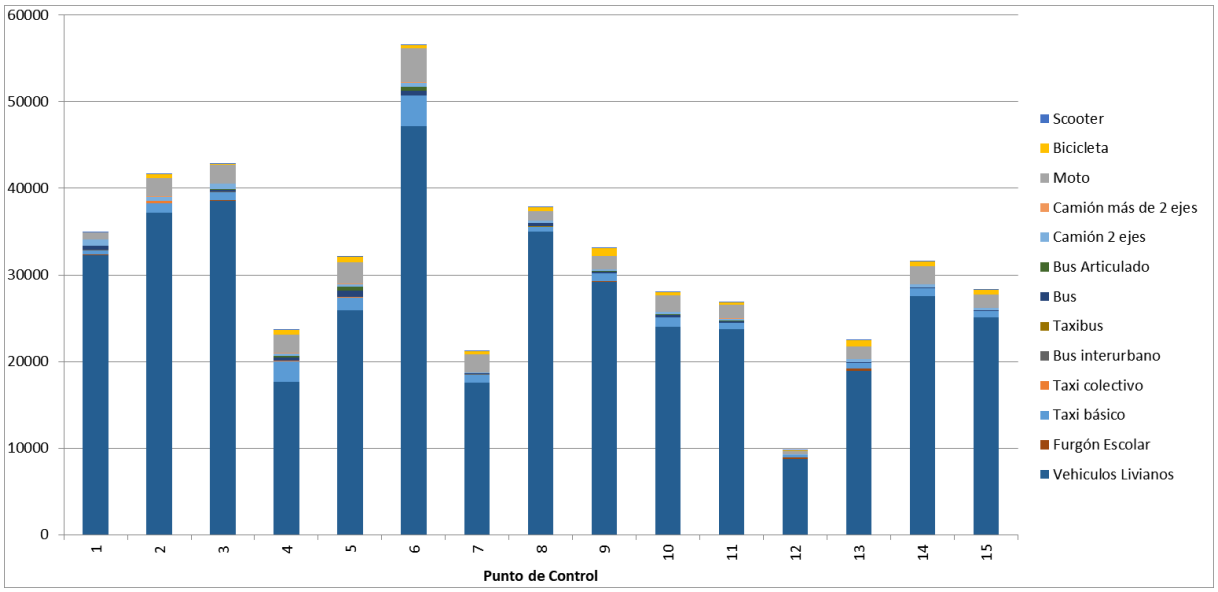
Los gráficos siguientes muestran el movimiento de flujos totales para cada punto de control y día de medición.

FIGURA Nº 2.3-21: FLUJO TOTAL MEDIDO POR PUNTO DE CONTROL - DÍA LABORAL



Fuente: Elaboración Propia.

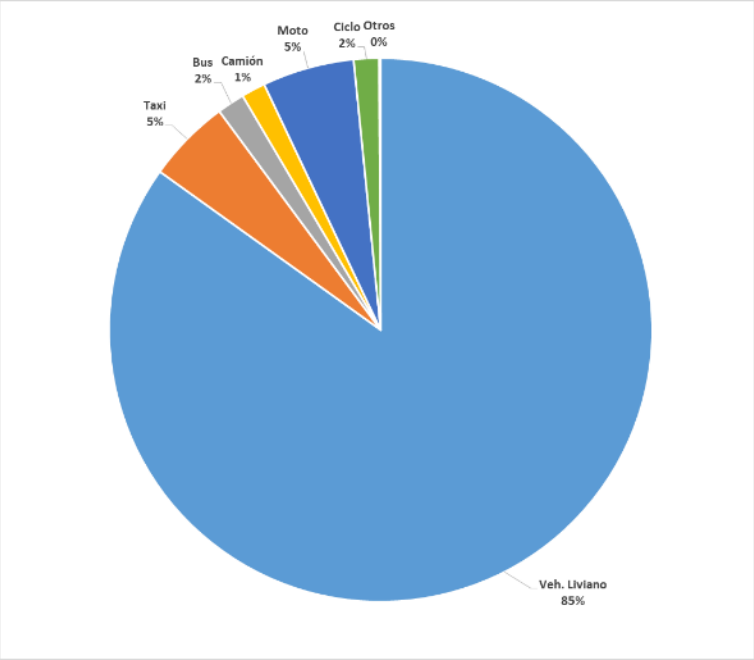
FIGURA Nº 2.3-22: FLUJO TOTAL MEDIDO POR PUNTO DE CONTROL - DÍA SÁBADO



Fuente: Elaboración Propia.

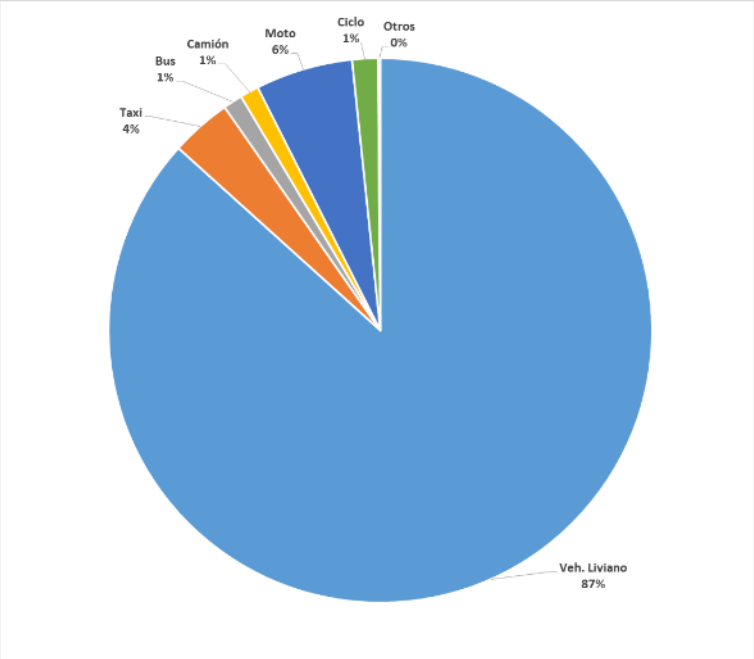
Se observa que el punto de control más cargado corresponde al número 6, ubicado en el cruce de Providencia y Eliodoro Yáñez, que supera los 80.000 vehículos diarios en día laboral y 55.000 vehículos en día sábado. Por el contrario, el punto de menor flujo total corresponde al número 12, el cruce de Diego de Almagro y Hernando de Aguirre, emplazado en una zona eminentemente residencial.

FIGURA Nº 2.3-23: DISTRIBUCIÓN DE FLUJO POR TIPO DE VEHICULO - LABORAL



Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA Nº 2.3-24: DISTRIBUCIÓN DE FLUJO POR TIPO DE VEHICULO - SABADO



Fuente: Elaboración Propia.

Respecto de la distribución por tipo de vehículo se observa una clara dominancia del vehículo particular, capturando el 85% del total de vehículos medidos. A continuación aparecen el taxi básico y las motocicletas, cada uno registrando un 5% del total medido. Luego se encuentran los buses (2%), ciclos (2%) y camiones (1%), mientras que el total de vehículos no alcanzan valores inferiores al 1%.

2.3.4.3 Periodización de Vehículos Livianos y Ciclos

Para periodizar, se utilizó la metodología indicada en el punto 2.3.2 del "Manual de Diseño y Evaluación Social de Proyectos de Vialidad Urbana" (1988), relativa a proyectos tácticos con reasignación de flujos.

En efecto, para la obtención de los periodos de modelación de éste estudio se utilizaron los resultados de las mediciones continuas de las intersecciones representativas del área de estudio indicadas en el punto anterior. Los datos de flujo vehicular obtenidos de las mediciones continuas, por cuarto de hora, se convierten a veq/15 minutos y se suman para cada cuarto de hora los flujos de entrada y de salida del área de influencia del proyecto, determinado las variables: Flujo Entrante (FE_i), Flujo Saliente (FS_i) y Flujo Total $(FT_i = FE_i + FS_i)$, para cada cuarto de hora medido. Posteriormente, se calcula un $FT_i^{'}$ según la fórmula siguiente:

$$FT_i^{'} = \frac{1}{4}\sum_{j=i-3}^{i} FT_j$$

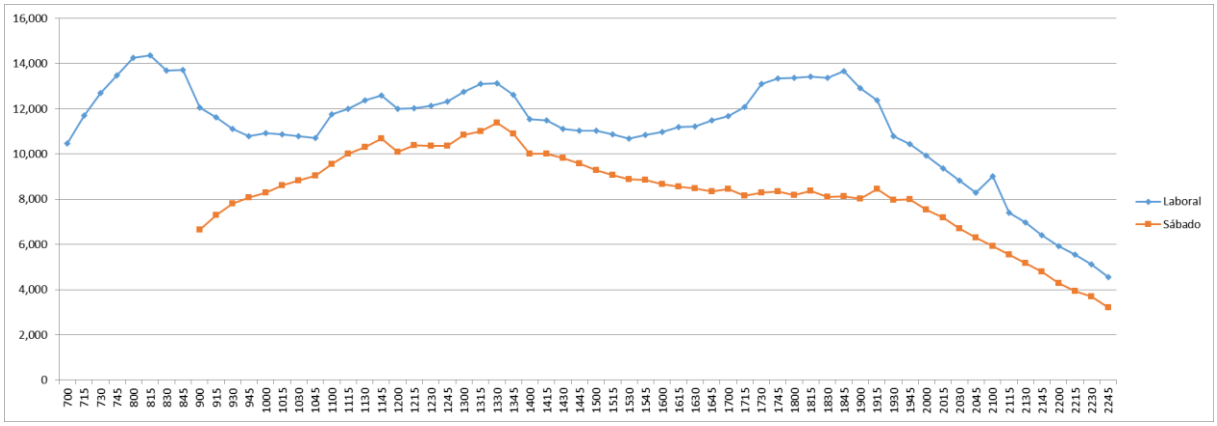
Para cada uno de los cuartos de hora de medición se calcula $FT_i^{'}$, luego se ordena de mayor a menor según este valor. Al graficar la información recogida en cada día de medición, se obtienen los diagramas que exponen la evolución del volumen del flujo vehicular con el correr de las horas de día laboral, y con ello se definen los periodos del día, su extensión y la hora más representativa de cada uno de ellos.

2.3.4.3.1 Periodización de Vehículos Livianos

Se definieron 3 períodos tácticos de día laboral: Punta Mañana, Punta Mediodía y Punta Tarde, cada uno con una extensión de una hora. Posteriormente se determina la cantidad de horas que representa cada período en el total de horas de medición, utilizando la metodología de asignación horaria propuesta en MESPIVU.

En el gráfico a continuación se presenta el histograma de flujos para cada día de medición, en tramos de flujos cada 15 minutos en vehículos equivalentes.

FIGURA Nº 2.3-25: HISTOGRAMA DE FLUJO POR INTERVALO DE 15 MINUTOS (VEQ/HR).



Fuente: Elaboración Propia.
Se excluyen ciclos para efectos del cálculo de vehículo equivalente (veq).

En el cuadro siguiente se muestran los flujos de entrada y salida por intervalos de 15 minutos para el día laboral, como también el flujo total y las especificaciones de los período básicos.

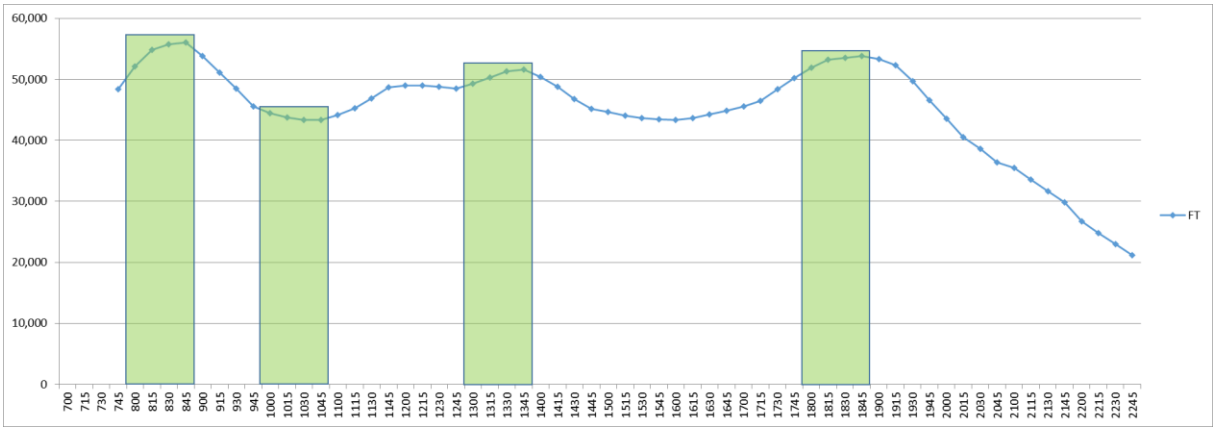
CUADRO Nº2.3-5: PERIODIZACIÓN DIA LABORAL – CÁLCULO DE FTI (VEQ/HR)

Cuarto	Flujo de Entrada (FE) y Salida (FS)		Flujo Total Horario	Relación con FT Máximo	Período
	FE	FS	FT		
0700	25,079	16,789			
0715	27,862	18,909			
0730	31,733	19,031			
0745	33,948	19,948	48,325	0.86	
0800	36,797	20,210	52,110	0.93	PMA
0815	37,158	20,296	54,780	0.98	PMA
0830	35,571	19,141	55,767	1.00	PMA
0845	35,623	19,189	55,997	1.00	PMA
0900	30,941	17,225	53,786	0.96	
0915	29,370	17,148	51,052	0.91	
0930	27,817	16,664	48,494	0.87	
0945	26,774	16,328	45,567	0.81	
1000	25,770	17,912	44,446	0.79	FPU
1015	25,627	17,895	43,696	0.78	FPU
1030	25,187	17,945	43,359	0.77	FPU
1045	24,838	17,985	43,290	0.77	FPU
1100	26,759	20,295	44,133	0.79	
1115	27,468	20,561	45,260	0.81	
1130	28,306	21,133	46,836	0.84	
1145	29,141	21,168	48,708	0.87	
1200	27,595	20,359	48,933	0.87	
1215	27,769	20,360	48,958	0.87	
1230	27,943	20,585	48,730	0.87	
1245	28,264	21,025	48,475	0.87	
1300	28,900	22,100	49,237	0.88	PMD
1315	29,532	22,887	50,309	0.90	PMD
1330	29,577	22,875	51,290	0.92	PMD
1345	28,628	21,840	51,584	0.92	PMD
1400	26,035	20,130	50,376	0.90	
1415	25,826	20,098	48,752	0.87	
1430	25,138	19,346	46,760	0.84	
1445	24,764	19,355	45,173	0.81	
1500	24,532	19,630	44,672	0.80	
1515	23,779	19,651	44,049	0.79	
1530	23,029	19,731	43,618	0.78	
1545	23,185	20,158	43,424	0.78	
1600	23,658	20,240	43,358	0.77	
1615	24,147	20,579	43,682	0.78	
1630	24,129	20,733	44,207	0.79	
1645	24,410	21,579	44,869	0.80	
1700	24,783	21,896	45,564	0.81	
1715	24,831	23,490	46,463	0.83	
1730	26,402	25,948	48,335	0.86	
1745	27,534	25,842	50,181	0.90	
1800	27,534	25,979	51,890	0.93	PTA
1815	27,104	26,623	53,241	0.95	PTA
1830	27,087	26,332	53,509	0.96	PTA
1845	28,151	26,468	53,819	0.96	PTA
1900	26,353	25,297	53,353	0.95	
1915	24,641	24,854	52,296	0.93	
1930	20,574	22,547	49,721	0.89	
1945	19,918	21,856	46,510	0.83	
2000	19,019	20,732	43,535	0.78	
2015	17,660	19,785	40,523	0.72	
2030	16,778	18,497	38,561	0.69	
2045	15,582	17,538	36,398	0.65	
2100	19,943	16,150	35,483	0.63	
2115	14,456	15,186	33,532	0.60	
2130	13,870	14,014	31,685	0.57	
2145	12,637	12,963	29,805	0.53	
2200	11,633	12,003	26,690	0.48	
2215	10,973	11,193	24,821	0.44	
2230	10,022	10,443	22,966	0.41	
2245	9,025	9,219	21,127	0.38	

Fuente: Elaboración Propia.

Se excluyen ciclos para efectos del cálculo de vehículo equivalente (veq).

FIGURA Nº 2.3-26: FLUJO TOTAL (FTI) LABORAL, HORA REPRESENTATIVA POR PERÍODO



Fuente: Elaboración Propia.

De las mediciones desarrolladas en octubre de 2021, se destacan los cuartos 08:45–09:00, 13:45-14:00 y 18:45–19:00 como los más cargados (mayor FTI de un día laboral), lo que permite definir la hora representativa de los períodos Punta Mañana, Punta Mediodía y Punta Tarde, que corresponde al cuarto más cargado y los tres anteriores.

Adicionalmente se identifica un Período Fuera de Punta. Para esta el MESPIVU recomienda elegir aquella que tenga mayor nivel de flujo y que a su vez se encuentre idealmente a continuación de la punta mañana. La hora seleccionada corresponde al intervalo entre las 10:00 y 11:00 horas.

Por otro lado, se identificaron períodos para el fin de semana, es decir, el día sábado donde se dispone de medición continua. Los cuadros y figuras asociados son presentados a continuación.

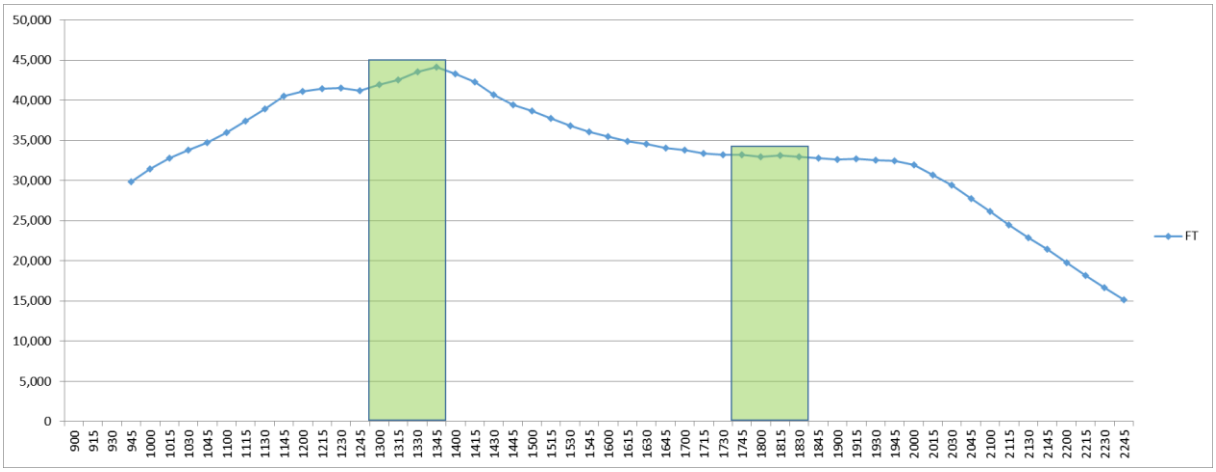
CUADRO Nº2.3-6: PERIODIZACIÓN DIA SÁBADO – CÁLCULO DE FTI (VEQ/HR)

Cuarto	Flujo de Entrada (FE) y Salida (FS)		Flujo Total Horario	Relación con FT Máximo	Período
	FE	FS	FT		
0900	14,665	11,969			
0915	16,140	13,012			
0930	17,176	14,046			
0945	17,979	14,358	29,836	0.68	
1000	18,715	14,399	31,456	0.71	
1015	19,270	15,155	32,774	0.74	
1030	19,611	15,660	33,787	0.77	
1045	20,049	16,101	34,740	0.79	
1100	20,978	17,175	36,000	0.82	
1115	22,475	17,512	37,390	0.85	
1130	23,360	17,896	38,887	0.88	
1145	24,275	18,447	40,530	0.92	
1200	22,892	17,415	41,068	0.93	
1215	22,895	18,606	41,446	0.94	
1230	23,257	18,183	41,493	0.94	
1245	22,768	18,637	41,163	0.93	
1300	23,140	20,211	41,924	0.95	PMDS
1315	24,329	19,664	42,547	0.96	PMDS
1330	24,522	21,040	43,578	0.99	PMDS
1345	23,910	19,618	44,108	1.00	PMDS
1400	21,882	18,137	43,275	0.98	
1415	21,986	18,001	42,274	0.96	
1430	21,471	17,752	40,689	0.92	
1445	20,863	17,482	39,394	0.89	
1500	20,283	16,793	38,658	0.88	
1515	19,743	16,530	37,730	0.86	
1530	19,485	16,007	36,797	0.83	
1545	19,003	16,371	36,054	0.82	

Cuarto	Flujo de Entrada (FE) y Salida (FS)		Flujo Total Horario	Relación con FT Máximo	Período
	FE	FS	FT		
1600	19,318	15,319	35,444	0.80	
1615	18,915	15,289	34,927	0.79	
1630	18,492	15,367	34,519	0.78	
1645	18,380	14,993	34,018	0.77	
1700	18,776	15,065	33,819	0.77	
1715	17,600	14,969	33,411	0.76	
1730	18,148	14,949	33,220	0.75	
1745	18,546	14,784	33,209	0.75	FPS
1800	18,088	14,619	32,926	0.75	FPS
1815	18,626	14,873	33,158	0.75	FPS
1830	17,972	14,423	32,983	0.75	FPS
1845	18,245	14,294	32,785	0.74	
1900	18,089	13,988	32,628	0.74	
1915	19,345	14,456	32,703	0.74	
1930	18,339	13,506	32,566	0.74	
1945	18,197	13,787	32,427	0.74	
2000	16,781	13,393	31,951	0.72	
2015	16,081	12,674	30,690	0.70	
2030	15,106	11,725	29,436	0.67	
2045	13,914	11,232	27,727	0.63	
2100	13,129	10,609	26,118	0.59	
2115	12,331	9,812	24,465	0.55	
2130	11,674	8,959	22,915	0.52	
2145	10,677	8,522	21,428	0.49	
2200	9,793	7,310	19,770	0.45	
2215	8,715	7,011	18,165	0.41	
2230	8,151	6,586	16,692	0.38	
2245	7,175	5,702	15,111	0.34	

Fuente: Elaboración Propia.
Se excluyen ciclos para efectos del cálculo de vehículo equivalente (veq).

FIGURA Nº 2.3-27: FLUJO TOTAL (FTI) SÁBADO, HORA REPRESENTATIVA POR PERÍODO



Fuente: Elaboración Propia.

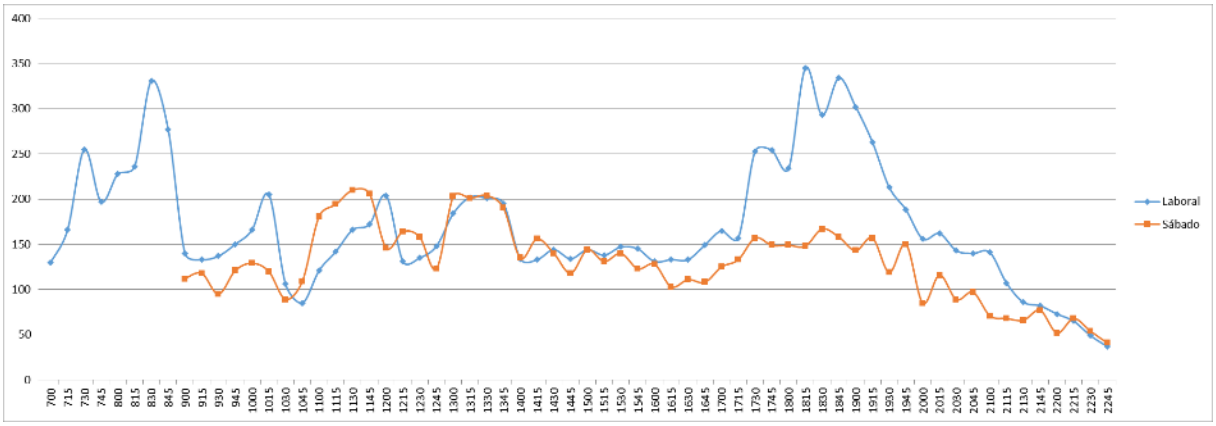
Se observa que el período comprendido entre 13:00 y 14:00 horas muestra los flujos más altos, siendo identificable como una punta de mediodía. No obstante, al observar el histograma conjunto, el flujo de este período es asimilable al observado en la fuera de punta laboral. Se define un segundo período, fuera de punta sábado, que se mantiene consistente durante la tarde de sábado hasta las 20 horas.

2.3.4.3.2 Periodización de Ciclos

Como segunda periodización, se realizó el mismo análisis presentado para modos motorizados, definiendo 3 períodos tácticos de día laboral: Punta Mañana, Punta Mediodía y Punta Tarde, con una extensión de una hora.

En el gráfico a continuación se presenta el histograma de flujos para cada día de medición, en tramos de flujos cada 15 minutos en vehículos equivalentes.

FIGURA Nº 2.3-28: HISTOGRAMA DE FLUJO DE CICLOS POR INTERVALO DE 15 MINUTOS (CICLOS/HR).



Fuente: Elaboración Propia.

En el cuadro siguiente se muestran los flujos de entrada y salida de ciclos por intervalos de 15 minutos para el día laboral, como también el flujo total y las especificaciones de los períodos básicos.

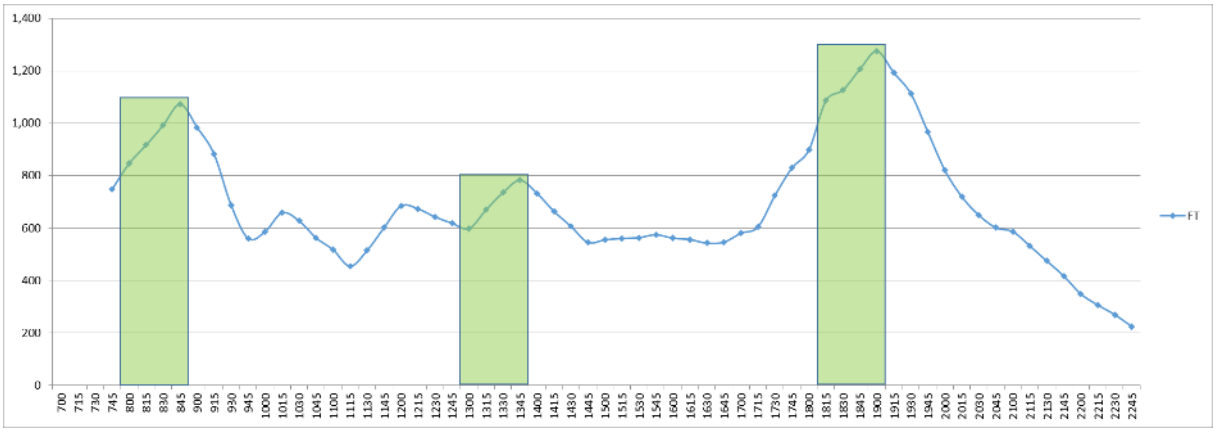
CUADRO Nº2.3-7: PERIODIZACIÓN DIA LABORAL – CÁLCULO DE FTI PARA CICLOS (CICLOS/HR)

Cuarto	Flujo de Entrada (FE) y Salida (FS)		Flujo Total Horario	Relación con FT Máximo	Período
	FE	FS	FT		
0700	280	240			
0715	440	224			
0730	696	324			
0745	516	272	748	0.59	
0800	588	324	846	0.66	PMA
0815	676	268	916	0.72	PMA
0830	920	404	992	0.78	PMA
0845	812	296	1,072	0.84	PMA
0900	368	192	984	0.77	
0915	296	236	881	0.69	
0930	324	224	687	0.54	
0945	344	256	560	0.44	
1000	224	440	586	0.46	
1015	256	564	658	0.52	
1030	284	140	627	0.49	
1045	220	120	562	0.44	
1100	280	204	517	0.41	
1115	364	204	454	0.36	
1130	388	276	514	0.40	
1145	440	248	601	0.47	
1200	604	212	684	0.54	
1215	328	196	673	0.53	
1230	320	220	642	0.50	
1245	392	200	618	0.49	
1300	428	308	598	0.47	PMD
1315	408	400	669	0.53	PMD
1330	384	420	735	0.58	PMD
1345	368	412	782	0.61	PMD
1400	212	324	732	0.57	
1415	228	304	663	0.52	
1430	304	272	606	0.48	
1445	244	292	545	0.43	

Cuarto	Flujo de Entrada (FE) y Salida (FS)		Flujo Total Horario	Relación con FT Máximo	Período
	FE	FS	FT		
1500	288	288	555	0.44	
1515	280	272	560	0.44	
1530	296	292	563	0.44	
1545	308	272	574	0.45	
1600	276	248	561	0.44	
1615	272	260	556	0.44	
1630	284	248	542	0.43	
1645	308	288	546	0.43	
1700	312	348	580	0.46	
1715	320	308	604	0.47	
1730	432	580	724	0.57	
1745	524	492	829	0.65	
1800	516	420	898	0.70	
1815	656	724	1,086	0.85	PTA
1830	504	668	1,126	0.88	PTA
1845	620	716	1,206	0.95	PTA
1900	564	644	1,274	1.00	PTA
1915	408	644	1,192	0.94	
1930	364	488	1,112	0.87	
1945	344	408	966	0.76	
2000	260	364	820	0.64	
2015	276	372	719	0.56	
2030	256	316	649	0.51	
2045	252	308	601	0.47	
2100	204	360	586	0.46	
2115	172	256	531	0.42	
2130	116	228	474	0.37	
2145	156	172	416	0.33	
2200	168	124	348	0.27	
2215	144	116	306	0.24	
2230	116	80	269	0.21	
2245	68	80	224	0.18	

Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA Nº 2.3-29: FLUJO TOTAL CICLOS (FTI) LABORAL, HORA REPRESENTATIVA POR PERÍODO



Fuente: Elaboración Propia.

De las mediciones desarrolladas en octubre de 2021, se destacan los cuartos 08:45–09:00, 13:45-14:00 y 18:45–19:00 como los más cargados (mayor FTI de un día laboral), lo que permite definir la hora representativa de los períodos Punta Mañana, Punta Mediodía y Punta Tarde, que corresponde al cuarto más cargado y los tres anteriores.

Se realizó el análisis para día sábado buscando identificar períodos punta. Los cuadros y figuras asociados son presentados a continuación.

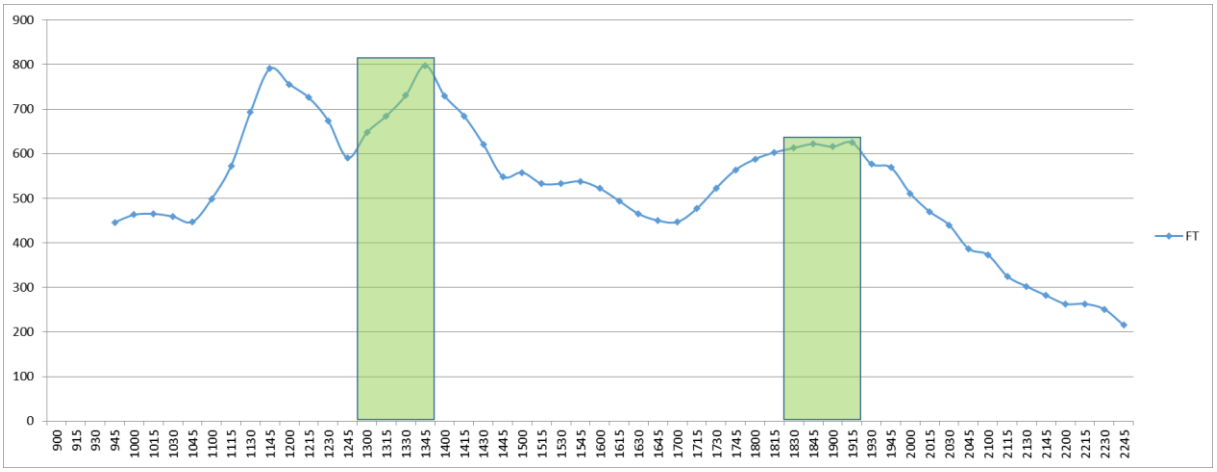
CUADRO Nº2.3-8: PERIODIZACIÓN DIA SÁBADO – CÁLCULO DE FTI PARA CICLOS (CICLOS/HR)

Cuarto	Flujo de Entrada (FE) y Salida (FS)		Flujo Total Horario	Relación con FT Máximo	Período
	FE	FS	FT		
0900	252	196			
0915	240	232			
0930	164	216			
0945	280	204	446	0.56	
1000	292	224	463	0.58	
1015	256	224	465	0.58	
1030	180	176	459	0.58	
1045	244	192	447	0.56	
1100	364	360	499	0.63	
1115	428	348	573	0.72	
1130	480	360	694	0.87	
1145	420	404	791	0.99	
1200	288	296	756	0.95	
1215	336	320	726	0.91	
1230	352	280	674	0.84	
1245	228	264	591	0.74	
1300	360	452	648	0.81	PMDS
1315	308	496	685	0.86	PMDS
1330	444	372	731	0.92	PMDS
1345	424	336	798	1.00	PMDS
1400	284	256	730	0.91	
1415	296	328	685	0.86	
1430	264	296	621	0.78	
1445	248	224	549	0.69	
1500	304	272	558	0.70	
1515	316	208	533	0.67	
1530	296	264	533	0.67	
1545	240	252	538	0.67	

Cuarto	Flujo de Entrada (FE) y Salida (FS)		Flujo Total Horario	Relación con FT Máximo	Período
	FE	FS	FT		
1600	220	292	522	0.65	
1615	176	236	494	0.62	
1630	200	244	465	0.58	
1645	220	212	450	0.56	
1700	248	252	447	0.56	
1715	316	216	477	0.60	
1730	316	312	523	0.66	
1745	272	324	564	0.71	
1800	312	284	588	0.74	
1815	248	344	603	0.76	
1830	384	284	613	0.77	FPS
1845	340	292	622	0.78	FPS
1900	288	284	616	0.77	FPS
1915	296	332	625	0.78	FPS
1930	268	208	577	0.72	
1945	384	216	569	0.71	
2000	152	188	511	0.64	
2015	220	244	470	0.59	
2030	168	188	440	0.55	
2045	180	208	387	0.48	
2100	96	188	373	0.47	
2115	128	144	325	0.41	
2130	108	156	302	0.38	
2145	164	144	282	0.35	
2200	56	152	263	0.33	
2215	140	132	263	0.33	
2230	88	128	251	0.31	
2245	100	64	215	0.27	

Fuente: Elaboración Propia.
Se excluyen ciclos para efectos del cálculo de vehículo equivalente (veq).

FIGURA Nº 2.3-30: FLUJO TOTAL PARA CICLOS (FTI) SÁBADO, HORA REPRESENTATIVA POR PERÍODO



Fuente: Elaboración Propia.

Se observa que el período comprendido entre 13:00 y 14:00 horas muestra los flujos más altos, siendo identificable como una punta de mediodía. Esta coincide en orden de magnitud de flujo con la punta mediodía reportada en día laboral.

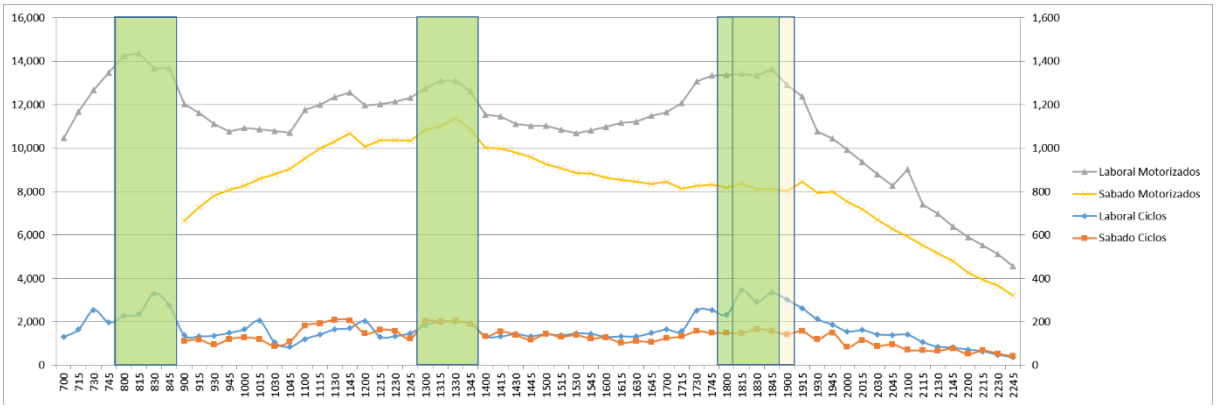
Finalmente se define un segundo período, fuera de punta sábado, que corresponde al flujo de mayor magnitud fuera de la punta identificada.

2.3.4.3.3 Conclusiones de la Periodización

Al comparar los resultados obtenidos periodizando distintos modos a partir de los resultados de mediciones continuas, es notable el hecho de observar coincidencias en las horas representativas de los períodos punta mañana y punta mediodía, además de observarse un desfase de 15 minutos en la hora representativa de la punta tarde. Esto ocurre pese a las notables diferencias de flujo registrado entre el total de mediciones realizadas.

La siguiente figura muestra las comparaciones de flujo entre modo motorizado y no motorizado, para efectos de visualización los histogramas de ambos modos poseen distinta escala. No obstante, es claro observar que las puntas en día laboral son coincidentes en los tres períodos analizados.

FIGURA Nº 2.3-31: COMPARACIÓN DE HISTOGRAMAS DE FLUJO Y PERIODIZACIÓN – DIA LABORAL



Fuente: Elaboración Propia.
Flujos de ciclos rotulados en eje secundario (derecha)

2.3.5 Tarea 3.5 Periodos de Análisis

2.3.5.1 Transporte Privado

Para el análisis táctico de la red vial de modos motorizados a calibrar, se propone trabajar con los 3 periodos punta identificados de la comuna en el día laboral.

Considerando las horas representativas determinadas durante la periodización, se define los siguientes periodos básicos y una propuesta de horarios de medición para el día laboral. Para estos últimos, se consideró 1:30 horas en cada uno de los 4 períodos representativos del área de estudio. En rigor se requiere de 1 hora de medición, pero se tomará una holgura de tiempo de medición de 30 minutos, para efectos de obtener finalmente los cuatro cuartos de hora más representativos. Así también, la extensión de la hora de medición cumple un objetivo logístico, toda vez que se asegura que al momento de inicio y fin de la hora requerida de medición, los conteos vehiculares se encuentran en pleno desarrollo.

CUADRO Nº2.3-9: HORA REPRESENTATIVA Y PERIODIZACIÓN DIA LABORAL MODOS MOTORIZADOS

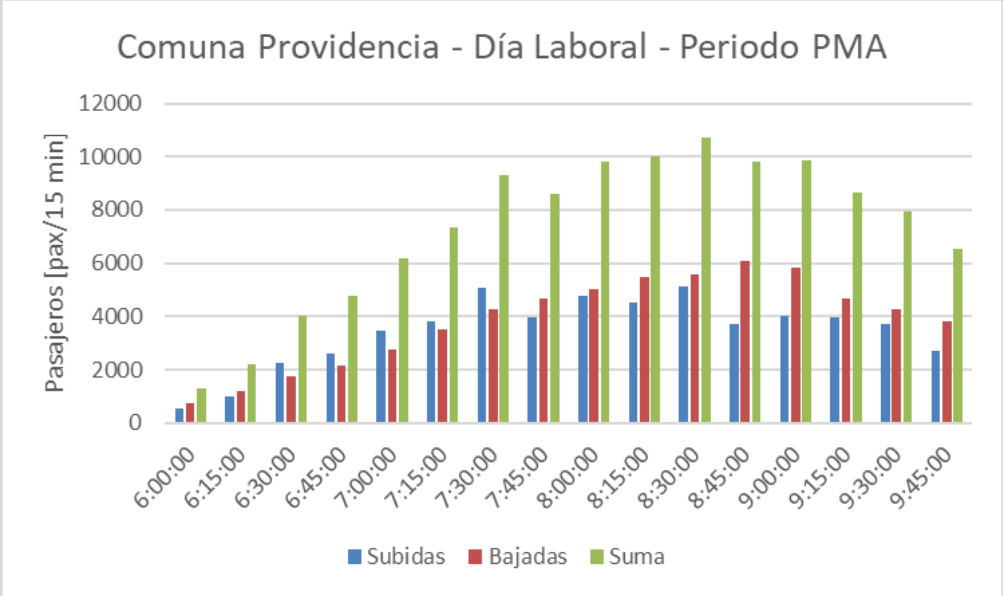
Denominación Período	Hora Representativa	Horarios de Medición
Punta Mañana (PMA)	08:00 - 09:00	07:45 - 09:15
Punta Mediodía (PMD)	13:00 – 14:00	12:45 – 14:15
Punta Tarde (PTA)	18:00 - 19:00	17:45 - 19:15

Fuente: Elaboración propia

2.3.5.2 Transporte Público

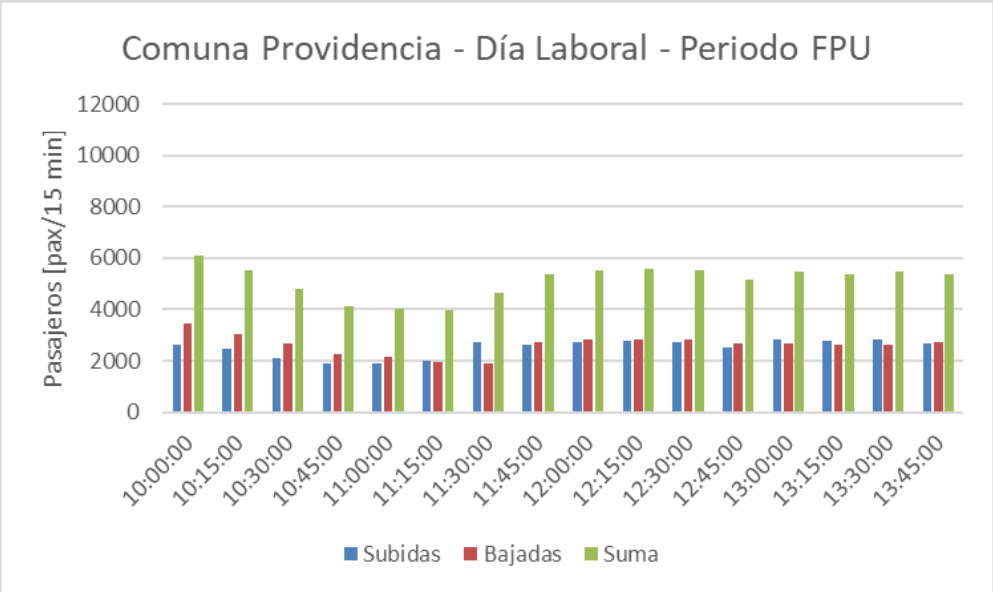
Para la periodización del transporte público, se usaron los datos de demanda de las tarjetas BIP corregidos por evasión. En los gráficos a continuación se presentan los flujos de pasajeros por cuarto de hora en los paraderos pertenecientes a la comuna de Providencia. Los gráficos muestran que la hora de mayor actividad para PMA es de 08:15 a 09:15 horas, para FPU de 11:45 a 12:45 horas y en PTA de 19:00 a 20:00 horas.

FIGURA Nº 2.3-32: FLUJO DE PASAJEROS COMUNA DE PROVIDENCIA DÍA LABORAL PUNTA MAÑANA



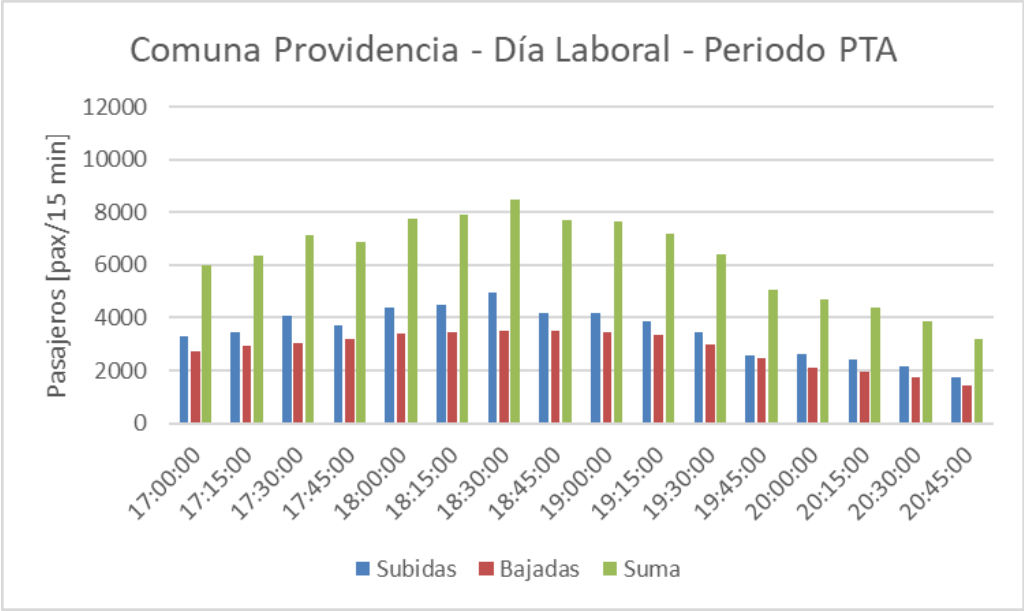
Fuente: Elaboración propia con datos del DTPM.

FIGURA Nº 2.3-33: FLUJO DE PASAJEROS COMUNA DE PROVIDENCIA DÍA LABORAL FUERA DE PUNTA



Fuente: Elaboración propia con datos del DTPM.

FIGURA Nº 2.3-34: FLUJO DE PASAJEROS COMUNA DE PROVIDENCIA DÍA LABORAL PUNTA TARDE



Fuente: Elaboración propia con datos del DTPM.

A continuación, se presenta la identificación y representación de las horas representativas para cada escenario.

CUADRO Nº2.3-10: HORAS REPRESENTATIVAS POR PERIODO

Periodo	Hora inicio	Hora fin	Subidas [pax/hora]	Bajadas [pax/hora]	Suma [pax/hora]
1	8:15	9:15	17.408	22.969	40.378
2	11:45	12:45	10.809	11.189	21.998
3	18:00	19:00	18.021	13.848	31.869

Fuente: Elaboración propia con datos del DTPM.

2.3.5.3 Ciclos

Para el análisis de modos no motorizados, se propone mantener los períodos considerados para el transporte privado. Si bien se observan sutiles diferencias entre ambas periodizaciones realizadas, estas no son suficientes para justificar el análisis de períodos independientes.

2.3.5.4 Resumen

Los periodos del estudio se resumen en el cuadro siguiente.

CUADRO Nº2.3-11: HORA REPRESENTATIVA DIA LABORAL POR MODO

Denominación Período	Transporte privado	Transporte público	Ciclos
Punta Mañana (PMA)	08:00 - 09:00	08:15 - 09:15	08:00 - 09:00
Punta Mediodía (PMD)	13:00 – 14:00	11:45 – 12:45	13:00 – 14:00
Punta Tarde (PTA)	18:00 - 19:00	18:00 - 19:00	18:00 - 19:00

Fuente: Elaboración propia

2.3.6 Tarea 3.6 Cortes Temporales

Según las bases de licitación para el estudio se deben considerar dos cortes temporales correspondientes al año base y a un corte temporal futuro.

Normalmente se utiliza que los años de corte sean consistentes con un análisis táctico, correspondiente a 5 y 10 años del año de calibración de la red, para medir el efecto de los proyectos de gestión propuestos. Dado que las mediciones fueron realizadas según calendario, se propone **2021** como año de calibración de la red. Por lo anterior los dos cortes temporales a priori corresponden a los años **2026** y **2031**. No obstante, este resultado puede verse afectado por los resultados de modelación, en particular ante el escenario de situación base saturada.

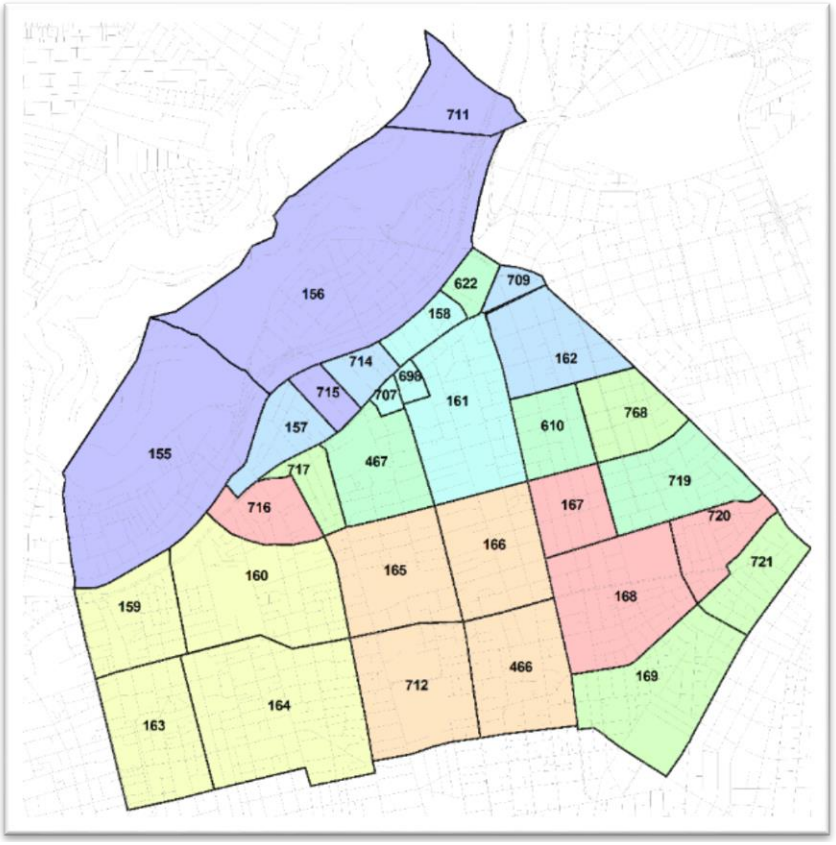
2.3.7 Tarea 3.7 Zonificación Preliminar

Se revisaron las zonas estratégicas disponibles del modelo ESTRAUS vigentes en el área de influencia, de manera que capten adecuadamente las zonas del PRC de Providencia que están destinadas al comercio, oficinas, parques y áreas verdes, áreas residenciales, educacionales, calles peatonales, o en general, cualquier área que genere y/o atraiga viajes de usuarios.

Se desagregarán las zonas ESTRAUS si es necesario para medir de mejor forma los impactos considerando la movilidad entre los distintos usos de suelo, a los cuales se incorporarán otras condiciones complementarias propias del área de influencia del proyecto como es la conectividad dada por el transporte público (Metro, Teleférico, Sistema Red y Taxis colectivos).

La siguiente figura muestra la zonificación de la versión vigente de ESTRAUS con 32 zonas en la comuna de Providencia.

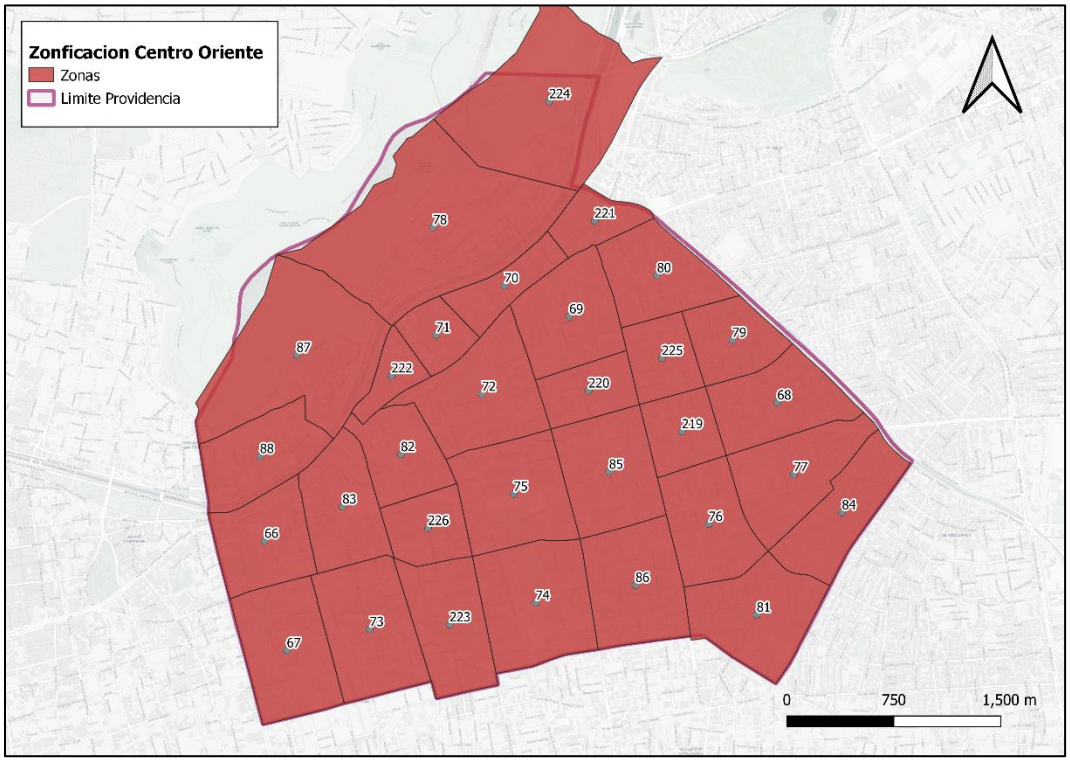
FIGURA Nº 2.3-35: ZONIFICACIÓN PRELIMINAR PROVIDENCIA.



Fuente: Elaboración propia en base a ESTRAUS 2020 (Sectra).

Como segunda referencia, se revisó la zonificación del estudio “Análisis Red Vial Sector Centro Oriente de Santiago” (SECTRA, 2021) donde se obtiene una zonificación asociada a la red táctica desarrollada. Esta mantiene la cantidad de zonas en la comuna, mas no coincide espacialmente con la zonificación estratégica vigente. Por lo anterior, se plantea realizar una consolidación de zonas a fin de mantener la compatibilidad en los resultados a reportar.

FIGURA Nº 2.3-36: ZONIFICACIÓN PRELIMINAR PROVIDENCIA.



Fuente: Elaboración propia a partir del estudio "Análisis Red Vial Sector Centro Oriente de Santiago" (SECTRA, 2021)

2.3.8 Tarea 3.8 Planificación de Mediciones

2.3.8.1 Metodología de Trabajo

Se desarrolló un programa del trabajo de terreno consistente con la periodización definida finalmente, buscando optimizar el levantamiento de información.

Una parte importante de las mediciones se desarrolló cámaras de video. Estas cámaras graban el estado de tráfico de una intersección, en particular los movimientos, para cada intervalo de tiempo que se necesite según los períodos definidos.

Para las mediciones que requerían una mejor visibilidad, o bien interacción con los viajeros (como las encuestas origen destino reportadas en la Tarea 3.10), se contrató bajo un sistema de honorarios a medidores y supervisores de terreno.

2.3.8.2 Cronograma de Mediciones

Como resultado de esta tarea se presenta el programa de mediciones llevadas a cabo.

CUADRO Nº2.3-12: PROGRAMA DE MEDICIONES REALIZADAS

Detalle de Mediciones a Realizadas	Octubre								Noviembre												Diciembre		
	sab	martes	mierc	juev	Sab	martes	mierc	juev	mier	juev	mar	mier	juev	mar	mier	juev	mar	mier	juev	mar	mier	juev	lun
	16-oct	19-oct	20-oct	21-oct	23-oct	26-oct	27-oct	28-oct	03-nov	04-nov	09-nov	10-nov	11-nov	16-nov	17-nov	18-nov	23-nov	24-nov	25-nov	30-nov	01-dic	02-dic	06-dic
Flujos de Vehículos Motorizados y No motorizados Continuas:15 Ptos, 2 dias (laboral y sáb)				x	x																		
Flujos de Vehículos Motorizados y No motorizados: Periódicas: 30 Ptos., 3 periodos, 1 dia						x	x	x															
Flujo de Ciclos : 30 calles o Ciclovias, 3 periodos , 1 dia									x	x													
Flujo de Peatones: 30 calles, en veredas, 3 periodos , 1 dia											x	x											
Medición de Colas Vehiculares y Demoras: 6 accesos semaforizados, 3 periodos, 1 día												x											
EOD Vehiculos Livianos (20 arcos-sentido)													x	x	x	x	x						
EOD Ciclos (20 arcos-sentido)																	x	x	x	x			
Mediciones de Velocidad (10 vias)																					x	x	x
Catastros Fisico y Operativo de la Red				x	x	x	x	x	x	x	x	x											
Catastro Transporte Publico				x	x	x	x	x	x	x	x	x											
Mediciones de Tiempo de Permanencia (20 arcos)																				x	x	x	
Flujos Equipamientos (15 Edificaciones Tipo)																		x	x	x	x	x	
Rotacion Estacionamientos (5 Puntos)																		x	x	x			

Fuente: Elaboración Propia

2.3.9 Tarea 3.9 Medición Periódica

2.3.9.1 Flujos de Vehículos Motorizados

Las mediciones de flujo vehicular periódicos se realizaron para los tres periodos tácticos en **30 puntos de control** al interior del área de estudio, con la finalidad de ajustar la red de modelación estratégica a utilizar en etapas posteriores. Las mediciones de flujos se realizaron durante un periodo de dos horas, considerando subperíodos de 15 minutos y desagregando por tipo de vehículo, manteniendo el formato utilizado en la etapa de mediciones continuas

El registro fue realizado mediante cámaras de video. De manera similar a lo realizado en las mediciones continuas, el procesamiento posterior de los datos se realiza en gabinete, entregándose las planillas tradicionales de mediciones por tipo de medición a nivel de movimientos por período, intersección y modos de viajes.

Los puntos de medición seleccionados para esta tarea, junto con la fecha en que se realizaron las mediciones, se detallan en el siguiente cuadro.

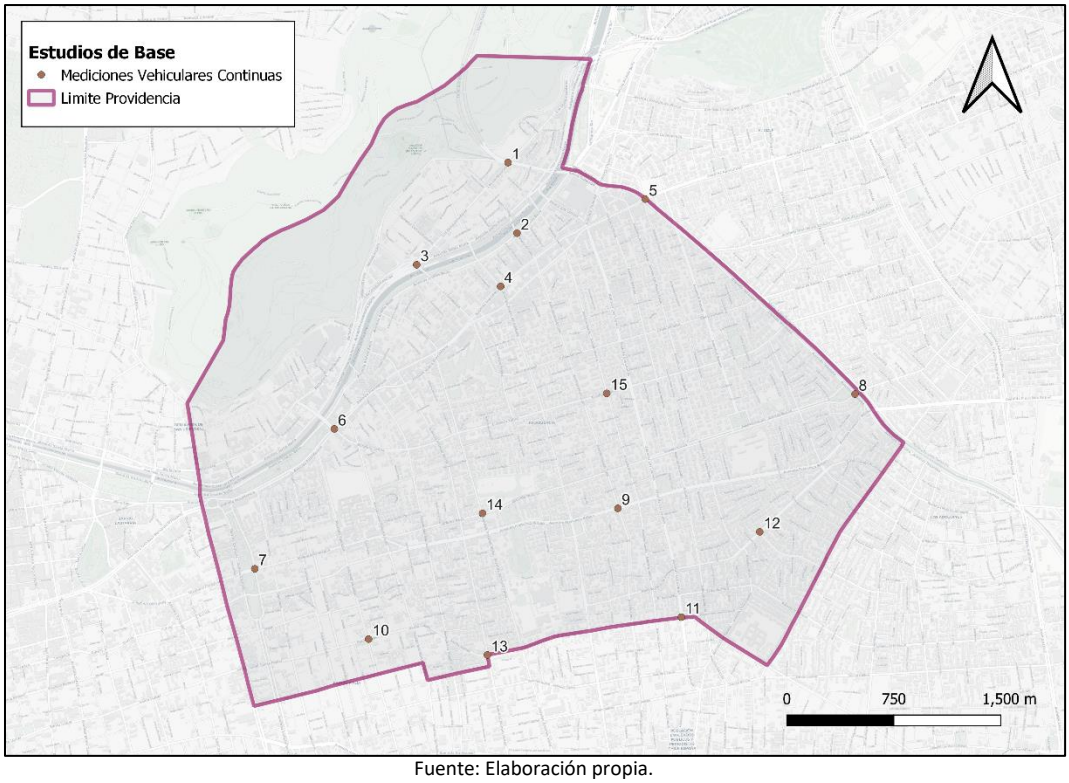
CUADRO Nº 2.3-13: PUNTOS DE CONTROL PARA MEDICIONES VEHICULARES PERIÓDICAS

PC	Ubicación
1	Eliodoro Yáñez con Marchant Pereira
2	Eliodoro Yáñez con Thayer Ojeda
3	Eliodoro Yáñez con Manuel Montt
4	Ricardo Lyon con Francisco Bilbao
5	Ricardo Lyon con Lautaro Ferrer
6	Francisco Bilbao con José Manuel Infante
7	Pedro de Valdivia con Pedro Lautaro Ferrer
8	Pedro de Valdivia con Mar del Plata
9	Tobalaba con Eliodoro Yáñez
10	Carlos Antúnez con Pedro de Valdivia
11	Carlos Antúnez con Holanda
12	Pocuro con Amapolas
13	Rancagua con Salvador
14	Providencia con Tobalaba
15	Providencia con Seminario
16	Bellavista con Calle del Arzobispo
17	Holanda con Carmen Sylva
18	Av. Andrés Bello con Almirante Pastene
19	Av. Providencia con Nuncio Sotero Sanz
20	El Bosque Sur con Lota
21	Suecia con Pocuro
22	Bilbao con Amapolas
23	Antonio Varas con Diagonal Oriente
24	Manuel Montt con Pocuro
25	Seminario con Bilbao
26	Santa Isabel con General Bustamante
27	Andrés Bello con La Concepción
28	Pedro de Valdivia con Los Conquistadores
29	Ricardo Lyon con Santa María
30	Los Leones con Providencia

Fuente: Elaboración propia.

La siguiente figura muestra la ubicación de los puntos de medición.

FIGURA Nº 2.3-37: UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN VEHICULAR PERIÓDICA



Fuente: Elaboración propia.

2.3.9.2 Flujos de Equipamientos

Se midieron flujos de entrada y salida de vehículos y peatones, durante 9 horas, en **15 edificaciones tipo** que sean generadores o atractores de viajes, como industrias, bodegas, oficinas, equipamientos de salud, educación, comercio y de servicios relevantes y de similares características.

Se busca cubrir los principales horarios de funcionamiento de cada actividad, utilizando como horario de referencia el período comprendido entre 10 y 19 horas. No obstante, actividades como educación o servicios fueron adelantados a las 7 horas puesto que se espera mayor demanda en dichos horarios, manteniendo la especificación de medir 9 horas continuas. Finalmente, se realizó una medición en día sábado, correspondiente al acceso del Parque Metropolitano, a fin de realizar un contraste con los horarios observados en otros parques en la comuna y analizar las diferencias que puedan observarse.

Los datos obtenidos serán utilizados para estimar los flujos vehiculares y peatonales en los equipamientos que se construirán en el área de estudio.

Los lugares de medición definidos se presentan a continuación:

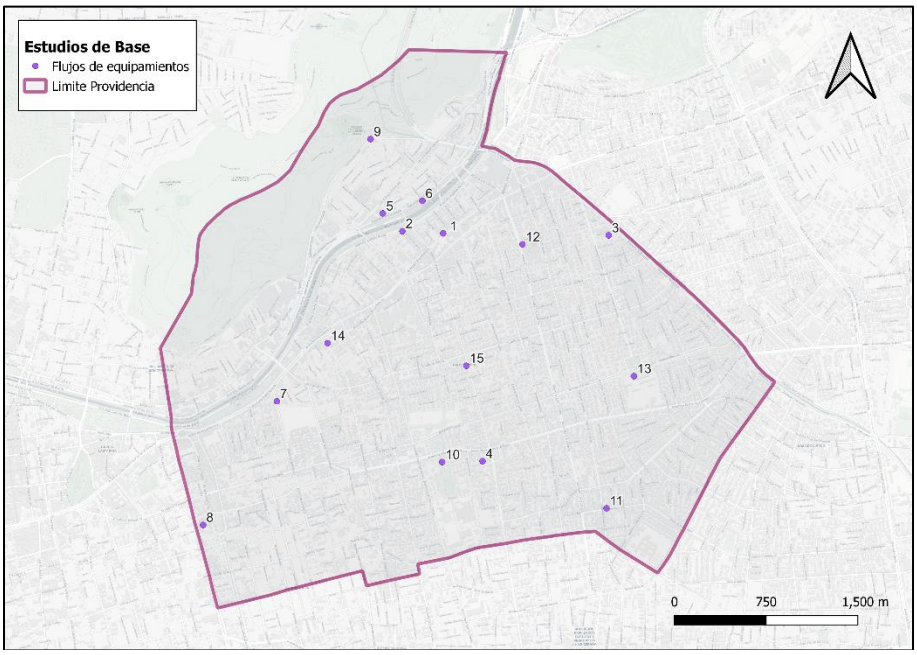
CUADRO Nº 2.3-14: UBICACIÓN DE MEDICIONES DE FLUJO DE EQUIPAMIENTOS

PC	Ubicación	Fecha	Peatones	Vehículos
1	Galería Drugstore	1-dic	X	
2	Registro Civil Providencia	1-dic	X	
3	Líder Express Tobalaba (Las Camelias 2875)	2-dic	X	X
4	Centro Comercial Madrid	1-dic	X	X
5	Clínica Indisa, Centro Médico Los Españoles	1-dic	X	X
6	Parque de las Esculturas	2-dic	X	
7	Clínica Avansalud	1-dic	X	X
8	Hospital del Trabajador	1-dic	X	X
9	Cerro San Cristóbal, Acceso Pedro de Valdivia Norte	4-dic	X	X
10	Parque Inés de Suarez	2-dic	X	
11	CESFAM El Aguilucho	30-nov	X	
12	Universidad San Sebastián	1-dic	X	X
13	Colegio San Ignacio El Bosque	1-dic	X	X
14	Liceo Lastarria	1-dic	X	
15	Municipalidad de Providencia	1-dic	X	X

Fuente: Elaboración propia.

La siguiente figura muestra la ubicación de los puntos de medición.

FIGURA Nº 2.3-38: UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN EQUIPAMIENTOS



Fuente: Elaboración propia.

2.3.9.3 Flujos de Ciclos

Las mediciones de flujos de Ciclos se desarrollaron durante 2,0 hrs. de cada uno de los periodos de modelación, considerando en todos ellos mediciones con cortes de 15 min. Se llevaron a cabo en **30 calles o ciclovias** ubicadas en distintos sectores de la comuna. Las mediciones de ciclos se realizaron a nivel de ciclovía, calzada o acera donde circulen estos vehículos.

El registro fue realizado mediante cámaras de video. De manera similar a lo realizado en las mediciones continuas, el procesamiento posterior de los datos se realiza en gabinete, entregándose las planillas tradicionales de mediciones. Esto incluye: Punto de medición, día, período, hora de medición (con corte de 15 min.), dirección, sentido y flujo de peatones.

Los puntos de medición seleccionados para esta tarea, se detallan en el siguiente cuadro.

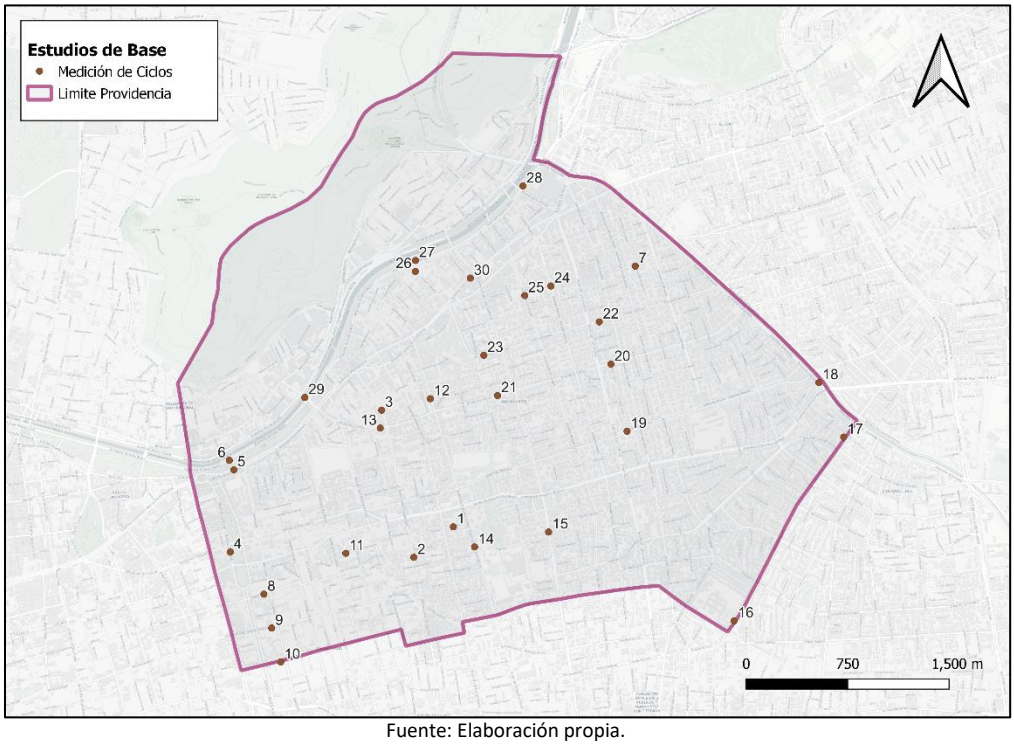
CUADRO Nº 2.3-15: PUNTOS DE CONTROL PARA MEDICIÓN DE CICLOS

PC	Calle	Tramo Medición
1	Puyehue	Manuel Montt y Antonio Varas
2	Miguel Claro	Clemente Fabres y M.A. Maira
3	Miguel Claro	Eliodoro Yáñez y Galvarino Gallardo
4	Ramón Carnicer	Rancagua y Bilbao
5	Providencia	Baquedano y Seminario
6	Andrés Bello	Baquedano y Seminario
7	Hernando de Aguirre	Lota y Traiguén
8	Marín	Baquedano y Seminario
9	Santa Isabel	Baquedano y Seminario
10	Malaquías Concha	Baquedano y Seminario
11	Pedro León Gallo	Salvador y J.M. Infante
12	Antonio Varas	Eliodoro Yáñez y Galvarino Gallardo
13	Eliodoro Yáñez	Miguel Claro y Román Díaz
14	Antonio Varas	Vasconia y Puyehue
15	Pedro de Valdivia	Vasconia y Bustos
16	Eliecer Parada	Jaime Guzmán y Echeñique
17	Eliecer Parada	Diego de Almagro y Tobalaba
18	Tobalaba	Pocuro y Bilbao
19	Pocuro	Los Leones y Holanda
20	Eliodoro Yáñez	Los Leones y Holanda
21	Eliodoro Yáñez	M. Pereira y P. Valdivia
22	Carlos Antúnez	Los Leones y Holanda
23	Carlos Antúnez	M. Pereira y P. Valdivia
24	Suecia	Lota y Traiguén
25	Lyon	Lota y Traiguén
26	La Concepción	A. Bello y Providencia
27	Andrés Bello	La Concepción y P. Valdivia
28	Andrés Bello	Los Leones y Tobalaba
29	Puente del Arzobispo	
30	Providencia	P. de Valdivia y Francisco Noguera

Fuente: Elaboración propia.

La siguiente figura muestra la ubicación de los puntos de medición.

FIGURA Nº 2.3-39: UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN DE CICLOS



Fuente: Elaboración propia.

2.3.9.4 Flujos de Peatones

Las mediciones de flujos peatonales de desarrollaron durante 2,0 hrs. de cada uno de los periodos de modelación, considerando en todos ellos mediciones con cortes de 15 min. Se llevaron a cabo en **30 calles** ubicadas en distintos sectores de la comuna, acordados con la contraparte técnica. Para cada uno de los puntos, las mediciones involucrarán a la totalidad de los movimientos de peatones que se generen en la intersección. Las mediciones de peatones se realizaran a nivel de veredas.

Para reportar este trabajo, se confeccionó una ficha o instrumento de medición que incluye: Punto de medición, día, período, hora de medición (con corte de 15 min.), dirección, sentido y flujo de peatones.

Los puntos de medición seleccionados para esta tarea se detallan en el siguiente cuadro.

CUADRO Nº 2.3-16: PUNTOS DE CONTROL PARA MEDICIÓN DE PEATONES

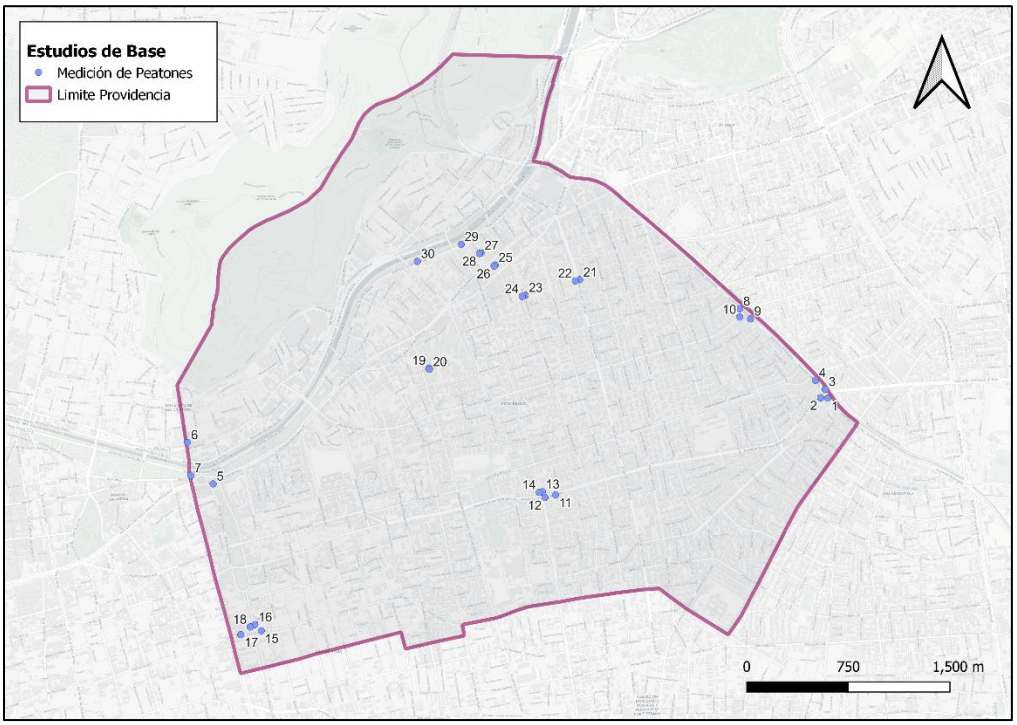
PC	Calle	Tramo Medición	Vereda
1	Tobalaba	F. Bilbao y Mayflower	Sur
2	Francisco Bilbao	Tobalaba y San Juan de la Luz	Oriente
3	Tobalaba	F. Bilbao y Las Achiras, oriente de estación Bilbao L4	Norte
4	Tobalaba	F. Bilbao y Las Achiras, poniente de estación Bilbao L4	Norte
5	Providencia	Ramón Carnicer y Gral. Bustamante	Sur
6	Pío Nono	Bellavista y Dardignac	Oriente
7	Vicuña Mackenna	Merced y Andrés Bello	Oriente
8	Tobalaba	E. Yáñez y Ramón Sotomayor Valdés	Sur
9	Tobalaba	E. Yáñez y Marcel Duhaut	Sur
10	Eliodoro Yáñez	Tobalaba y Amapolas	Sur
11	Francisco Bilbao	Pasaje P. de Valdivia y Rodó	Sur
12	Francisco Bilbao	Pasaje P. de Valdivia y P. de Valdivia	Sur

PC	Calle	Tramo Medición	Vereda
13	Pedro de Valdivia	F. Bilbao y California	Oriente
14	Pedro de Valdivia	F. Bilbao y California	Poniente
15	Santa Isabel	Gral. Bustamante y Seminario	Norte
16	Gral. Bustamante	Santa Isabel y Santa Victoria	Oriente
17	Santa Isabel	V. Mackenna y Arq. Tomás Reyes Prieto	Norte
18	Gral. Bustamante	Santa Isabel y Santa Victoria	Poniente
19	Dr. Solís de Ovando	Antonio Varas y Hospital	Norte
20	Dr. Solís de Ovando	Antonio Varas y Hospital	Sur
21	Los Leones	Carmen Sylva y Lota	Oriente
22	Los Leones	Carmen Sylva y Lota	Poniente
23	Ricardo Lyon	Carmen Sylva y Lota	Oriente
24	Ricardo Lyon	Carmen Sylva y Lota	Poniente
25	Guardia Vieja	Providencia y Nueva Providencia	Oriente
26	Guardia Vieja	Providencia y Nueva Providencia	Poniente
27	Las Urbinas	Providencia y Andrés Bello	Oriente
28	Las Urbinas	Providencia y Andrés Bello	Poniente
29	Andrés Bello	P. de Valdivia y Orrego Luco	Norte
30	Andrés Bello	La Concepción y Mons. Sanz	Norte

Fuente: Elaboración propia.

La siguiente figura muestra la ubicación de los puntos de medición.

FIGURA Nº 2.3-40: UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN DE PEATONES



Fuente: Elaboración propia.

2.3.9.5 Rotación de Estacionamientos

A partir de los catastros se identificaron los puntos generadores y atractores más importantes de la comuna y que congregan la mayor cantidad de estacionamientos. En 5 puntos tipo de los identificados, se realizaron mediciones de flujos de vehículos de entrada y salida.

Los puntos de medición seleccionados para esta tarea se detallan en el siguiente cuadro.

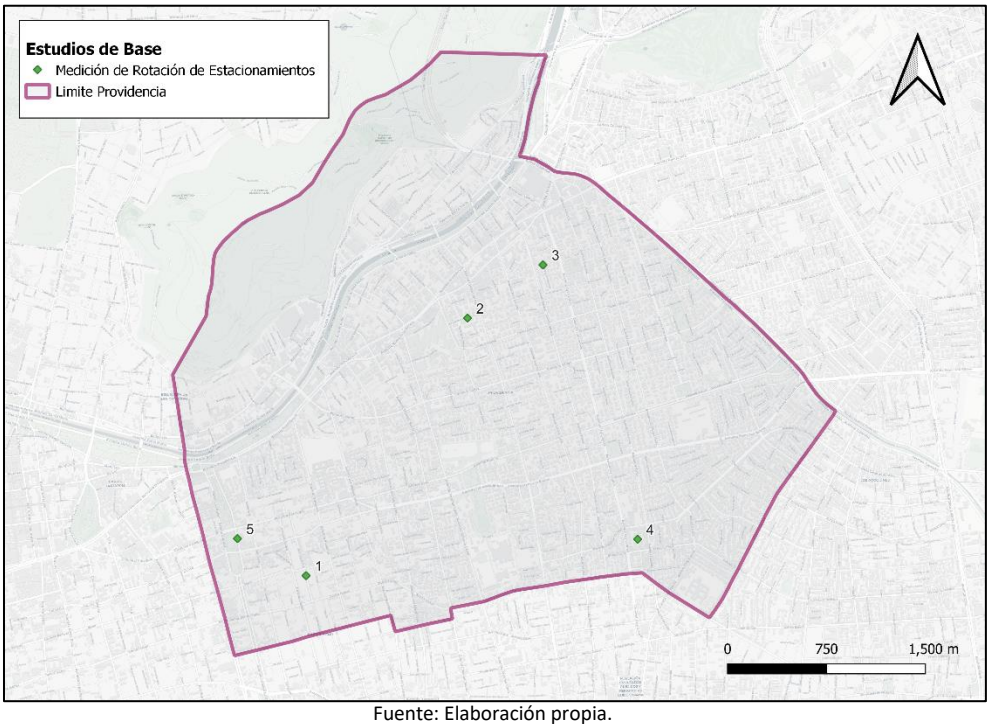
CUADRO Nº 2.3-17: PUNTOS DE CONTROL PARA MEDICIÓN DE ROTACIÓN DE ESTACIONAMIENTOS

PC	Calle	Tramo Medición	Fecha
1	Av. Italia	Marín y Santa Isabel	29-nov
2	Lota	Suecia y Los Leones	29-nov
3	Alfredo Barros Errazuriz	Marchant Pereira y Pedro de Valdivia	1-dic
4	Arzobispo Fuenzalida	Diego de Almagro y El Aguilucho	30-nov
5	General Bustamante	Francisco Bilbao y Rancagua	30-nov

Fuente: Elaboración propia.

La siguiente figura muestra la ubicación de los puntos de medición.

FIGURA Nº 2.3-41: UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN DE ROTACIÓN DE ESTACIONAMIENTOS



Fuente: Elaboración propia.

2.3.9.6 Medición de Colas Vehiculares y Demoras

Se midió longitudes de cola excedente y máximas, en los periodos de modelación, con el objeto de calibrar la situación actual modelada con los modelos TRANSYT y AIMSUN. Para cada periodo las mediciones se llevaron a cabo para un intervalo de 2,0 hrs.

Las mediciones se realizaron en **6 accesos semaforizados tipo**, según lo especificado en la sección 5.2.8 del MESPIVU.

Para la medición de colas en intersecciones semaforizadas, se determinó la cola excedente (número de vehículos por pista al inicio del rojo efectivo) y la cola máxima (número de vehículos por pista al comienzo del verde efectivo), considerando dos o tres medidores por pista. El número de medidores permitirá reducir el error sistemático de la inspección, considerando un valor promedio.

Junto con la medición de longitudes de cola, se determina la longitud de cola promedio, y para el vehículo ubicado en ese punto se medirá el tiempo que tarda en abandonar la intersección, valor que se asigna a la demora media de la intersección.

Los puntos de medición seleccionados para esta tarea se detallan en el siguiente cuadro.

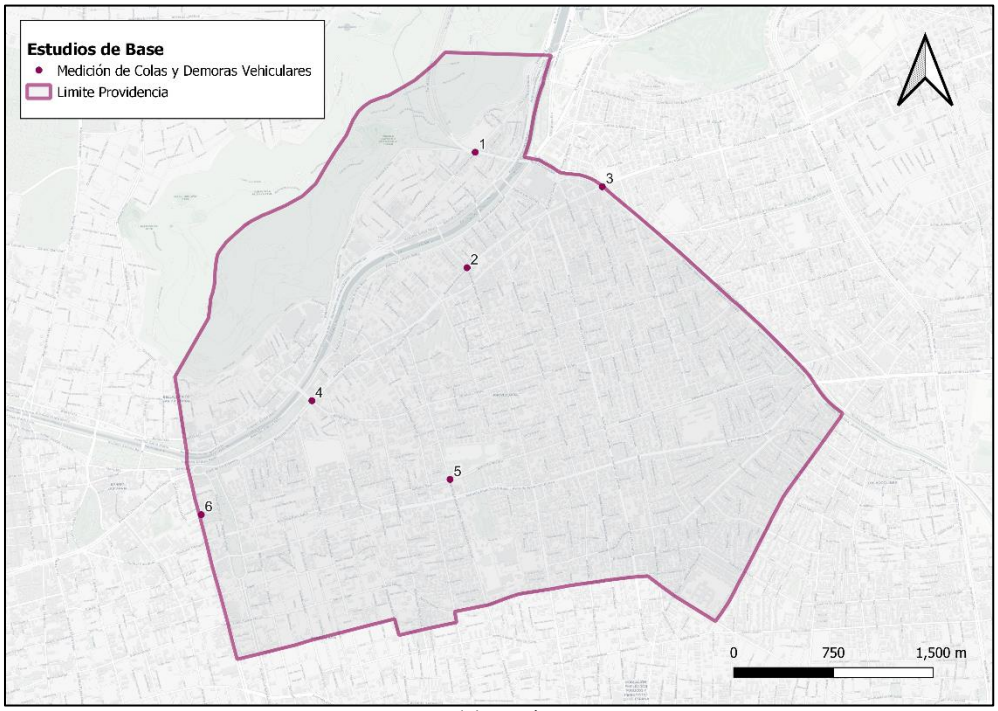
CUADRO Nº 2.3-18: PUNTOS DE CONTROL PARA MEDICIÓN DE COLAS Y DEMORAS

PC	Intersección
1	Los Conquistadores con El Cerro
2	Pedro de Valdivia con Providencia
3	Tobalaba con Providencia
4	Eleodoro Yáñez con Providencia
5	Antonio Varas con Pocuro
6	Eulogia Sánchez con Vicuña Mackenna

Fuente: Elaboración propia.

La siguiente figura muestra la ubicación de los puntos de medición.

FIGURA Nº 2.3-42: UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN DE COLAS Y DEMORAS



Fuente: Elaboración propia.

2.3.10 Tarea 3.10 Encuestas Origen – Destino

2.3.10.1 Especificaciones de la Medición

En esta tarea, se realizó una encuesta de interceptación a vehículos livianos (automóviles, camionetas y similares) y bicicletas, con el propósito de obtener información para la definición de las matrices de viajes a utilizar en el análisis táctico del estudio y los análisis de vehículos no motorizados.

La encuesta de Interceptación fue realizada en día laboral normal, comprendiendo **20 intersecciones** al interior del Área de Estudio, esto para los 3 periodos de día laboral normal.

- **Tamaños de Muestras**

  Se validan los tamaños de muestra a partir de los antecedentes existentes; planteando el tamaño de muestra según el flujo observado.

CUADRO Nº2.3-19: TAMAÑOS MUESTRALES PARA ENCUESTAS O/D VEHICULOS LIVIANOS

Flujo Observado (Veh/hr)	Tamaño Muestral (%)
900 o más	10.0%
700 a 899	12.5%
500 a 699	16.6%
300 a 499	25.0%
200 a 299	33.3%
0 a 199	50.0%

Fuente: MESPIVU

- **Instrumentos de Medición.**

  Se elaboró un formulario que permita recopilar la información de mayor interés en una ventana de tiempo acotada. Dentro de las preguntas de mayor relevancia, además del origen y destino, se encuentra si es residente de la comuna, propósito de viaje y ocupación del vehículo. Esto último a fin de estimar variables de servicio.

FIGURA Nº 2.3-43: FORMULARIO DE MEDICIÓN EOD VEHICULOS LIVIANOS

soyprovidencia

CIS Asociados Consultores en Transporte S.A.

ENCUESTAS DE ORIGEN - DESTINO VEHICULOS LIVIANOS

Propósito de Viaje
1 = al/desde Trabajo
2 = por Trabajo
3 = Estudios
4 = Turismo/Recreación
5 = Salud
6 = Tramites/Compras
7 = Delivery
8 = Otro

Tipo de vehículo
1 = Sedan
2 = Camioneta
3 = SUV
4 = Jeep / 4x4

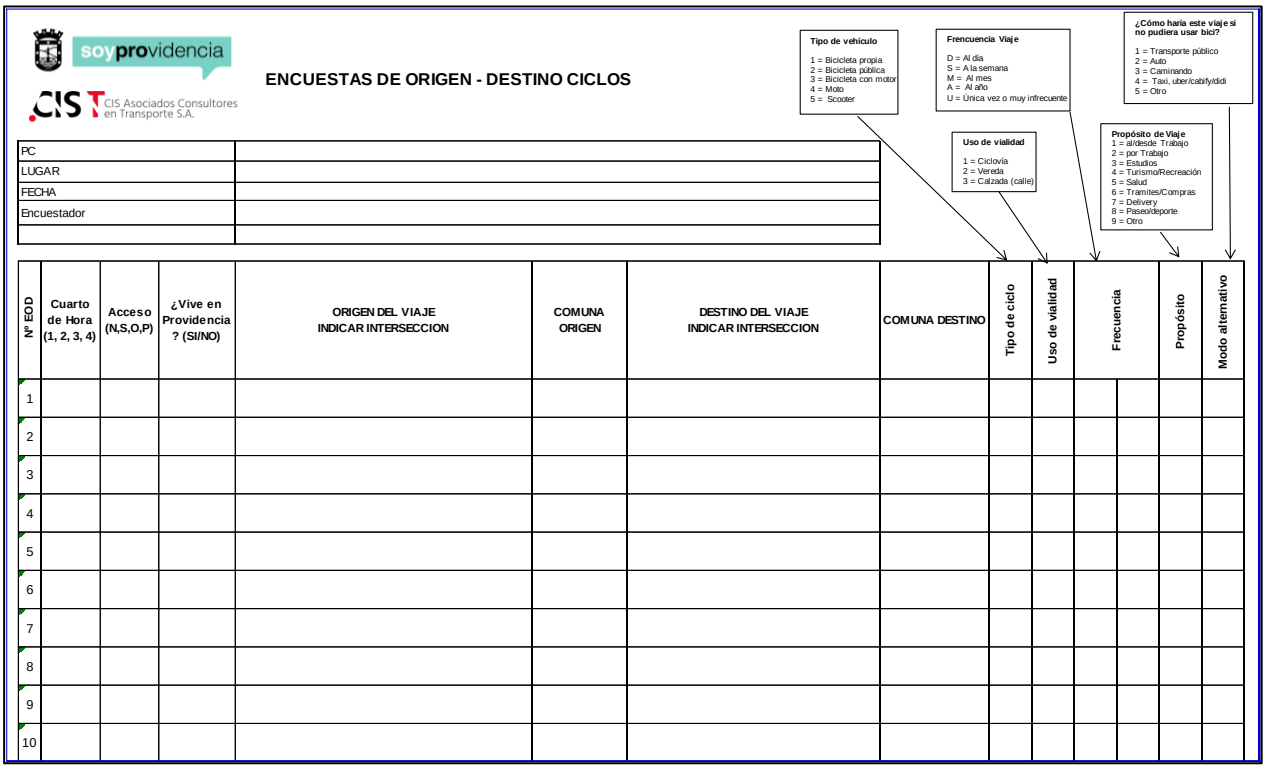
PC	
LUGAR	
FECHA	
Encuestador	
SENTIDO : NS OP SN PO	

Nº EOD	Hora	Minuto	¿Vive en Providencia? (SI/NO)	ORIGEN DEL VIAJE INDICAR INTERSECCION	COMUNA ORIGEN	DESTINO DEL VIAJE INDICAR INTERSECCION	COMUNA DESTINO	TOC	Tipo de vehículo	PV
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Fuente: Elaboración Propia

Para los ciclos, se preguntó por la frecuencia del viaje y la posibilidad de realizar dicho viaje en algún otro modo. Además de ello se registró el tipo de vehículo y el uso de vialidad, es decir, si fue encuestado en calzada, vereda o ciclovía.

FIGURA Nº 2.3-44: FORMULARIO DE MEDICIÓN EOD CICLOS


soyprovidencia

CIS Asociados Consultores en Transporte S.A.

ENCUESTAS DE ORIGEN - DESTINO CICLOS

Tipo de vehículo
1 = Bicicleta propia
2 = Bicicleta pública
3 = Bicicleta con motor
4 = Moto
5 = Scooter

Frecuencia Viaje
D = Al día
S = A la semana
M = Al mes
A = Al año
U = Única vez o muy infrecuente

¿Cómo haría este viaje si no pudiera usar bici?
1 = Transporte público
2 = Auto
3 = Caminando
4 = Taxi, uber/cabify/didi
5 = Otro

Uso de vialidad
1 = Ciclovía
2 = Vereda
3 = Calzada (calle)

Propósito de Viaje
1 = al/desde Trabajo
2 = por Trabajo
3 = Estudios
4 = Turismo/Recreación
5 = Salud
6 = Tramites/Compras
7 = Delivery
8 = Paseo/deporte
9 = Otro

PC	
LUGAR	
FECHA	
Encuestador	

Nº EOD	Cuarto de Hora (1, 2, 3, 4)	Acceso (N,S,O,P)	¿Vive en Providencia ? (SI/NO)	ORIGEN DEL VIAJE INDICAR INTERSECCION	COMUNA ORIGEN	DESTINO DEL VIAJE INDICAR INTERSECCION	COMUNA DESTINO	Tipo de ciclo	Uso de vialidad	Frecuencia		Propósito	Modo alternativo
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													

Fuente: Elaboración Propia

- **Toma de Datos para Expansión**

  Conjuntamente con el levantamiento de las encuestas origen-destino de viajes, se realizarán mediciones de flujos vehiculares en los mismos horarios y lugares de la encuesta, esto con el fin de expandir sus resultados. En aquellos lugares cuya ubicación coincide con mediciones de flujo continuas o periódicas, se utilizarán dichos datos para realizar la respectiva expansión de viajes.

2.3.10.2 Encuesta de Vehículos Livianos

Las encuestas para vehículos livianos fueron realizadas entre los días 11 y 25 de noviembre, siendo realizadas únicamente en día martes, miércoles y jueves de una semana laboral completa. Los puntos de control y accesos definidos para la encuesta se presentan en el siguiente cuadro.

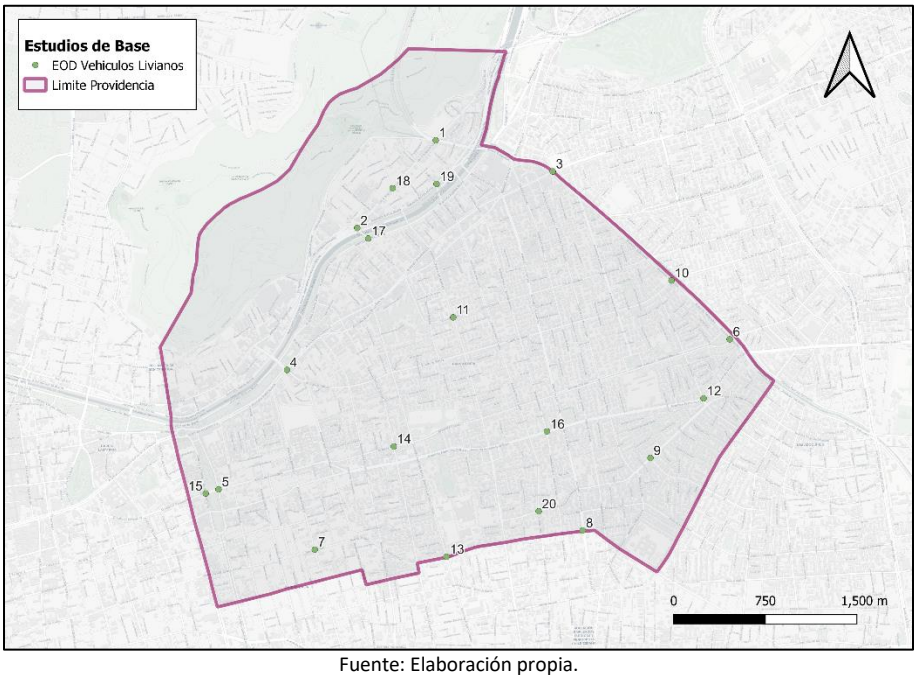
CUADRO Nº 2.3-20: PUNTOS DE CONTROL PARA ENCUESTA DE VEHICULOS LIVIANOS

PC	Ubicación	Accesos Encuestados	Fecha
1	Los Conquistadores con El Cerro	Norte, Oriente	martes 16 nov
2	Los Conquistadores con Santa María	Oriente	martes 16 nov
3	Tobalaba con Providencia	Oriente, Sur	miércoles 17 nov
4	Eliodoro Yáñez con Providencia	Sur	jueves 18 nov
5	Rancagua con Gral. Bustamante	Sur, Poniente	miércoles 17 nov
6	Pocuro Tobalaba	Poniente	jueves 25 nov
7	Sta. Isabel con Salvador	Norte, Sur	miércoles 17 nov
8	Pedro Lautaro Ferrer con Los Leones	Sur, Poniente, Oriente	jueves 11 nov
9	Diego de Almagro con Hernando de Aguirre	Norte, Oriente, Poniente	jueves 11 nov
10	Tobalaba con Eliodoro Yáñez	Oriente, Norte	miércoles 17 nov
11	Carlos Antúnez con P de Valdivia	Norte, Sur, Poniente	jueves 11 nov
12	Bilbao con Amapolas	Sur, Oriente	jueves 18 nov
13	Antonio Varas con Diagonal Oriente	Sur	jueves 18 nov
14	Manuel Montt con Alférez Real	Norte	jueves 18 nov
15	Rancagua con Ramón Carnicer	Norte	miércoles 17 nov
16	Suecia con Bilbao	Norte, Poniente	jueves 18 nov
17	Andrés Bello con La Concepción	Norte	martes 16 nov
18	Pedro de Valdivia con Los Conquistadores	Norte, Sur	martes 16 nov
19	Nueva de Lyon con Sta. María	Sur, Poniente	martes 16 nov
20	Diego de Almagro con Ricardo Lyon	Sur, Oriente, Poniente	jueves 11 nov

Fuente: Elaboración propia.

La siguiente figura muestra la ubicación de los puntos de encuesta.

FIGURA Nº 2.3-45: UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE EOD VEHICULOS LIVIANOS



Fuente: Elaboración propia.

Como primer resultado se obtienen 14.172 encuestas totales. De estas 4.997 corresponden a la punta mañana, 4.783 a la punta del mediodía y 4.392 a la punta tarde. El detalle de estos resultados se presenta como Anexo Digital 3.5.

2.3.10.3 Encuesta de Ciclos

La encuesta de ciclos fue realizada entre los días 23 y 30 de noviembre de 2021, siendo realizadas en día martes, miércoles y jueves para asegurar que los viajes representen una semana laboral típica.

Los puntos de control fueron escogidos buscando cubrir la red de ciclovías existente en la comuna e identificando accesos donde se observa un flujo de ciclos relevantes. Estos son presentados a continuación.

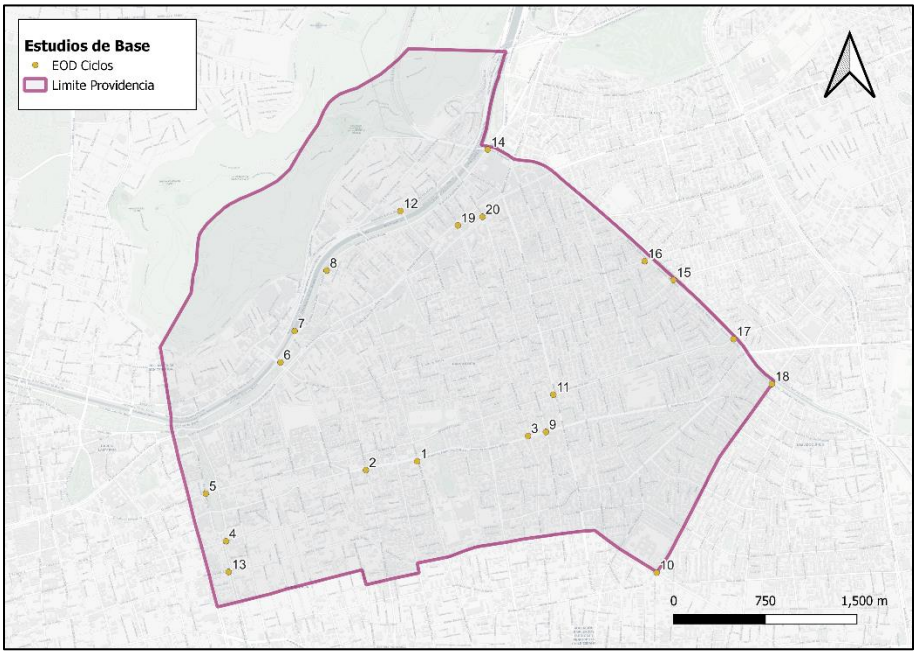
CUADRO Nº 2.3-21: PUNTOS DE CONTROL PARA ENCUESTA DE CICLOS

PC	Ubicación	Accesos Encuestados	Fecha
1	Antonio Varas con F. Bilbao	Norte, Sur	30-nov
2	Miguel Claro con F. Bilbao	Norte, Sur	30-nov
3	Ricardo Lyon con F. Bilbao	Sur	30-nov
4	Marín con Gral. Bustamante	Oriente, Poniente	23-nov
5	Rancagua con Ramón Carnicer	Norte, Sur	23-nov
6	Andrés Bello con Calle del Arzobispo	Sur, Poniente	23-nov
7	Acceso a Mapocho Pedaleable	Oriente, Poniente	23-nov
8	Andrés Bello con General Calderón	Sur	24-nov
9	Suecia con F. Bilbao	Norte	30-nov
10	Eliecer Parada con Jaime Guzmán	Oriente, Poniente	25-nov
11	Pocuro con Los Leones	Oriente, Poniente	30-nov
12	Sta. María con Pedro de Valdivia	Norte, Sur, Oriente, Poniente	24-nov
13	Sta. Isabel con Gral. Bustamante	Oriente, Poniente	23-nov
14	Andrés Bello con Nueva Tobalaba	Norte, Sur, Oriente, Poniente	24-nov
15	Eliodoro Yáñez con Tobalaba	Oriente	25-nov
16	Carlos Antúnez con Tobalaba	Poniente	25-nov
17	Pocuro con Tobalaba	Oriente, Poniente	25-nov
18	Tobalaba con Eliecer Parada	Norte, Sur, Oriente, Poniente	25-nov
19	Nueva de Lyon con Providencia	Sur	24-nov
20	Suecia con Nueva Providencia	Norte	24-nov

Fuente: Elaboración propia.

La siguiente figura muestra la ubicación de los puntos de medición.

FIGURA Nº 2.3-46: UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE EOD CICLOS



Fuente: Elaboración propia.

Como resultado inicial de este trabajo se levantaron 6.013 encuestas. En la punta mañana se obtienen 2.247 encuestas, 1.675 en la punta del mediodía y 2.090 en punta de la tarde. El detalle de estos resultados se presenta en el Anexo Digital 3.5.

2.3.10.4 Tiempo de Permanencia para Vehículos de Carga

Como parte de las bases de licitación, se solicitó la realización de encuestas origen destino (EOD) de interceptación al transporte de carga. Consistentemente, estas encuestas fueron ofrecidas por el consultor en su propuesta técnica.

Sin embargo, en vista de los antecedentes recopilados, se ha determinado que la realización de las encuestas no aportará significativamente al cumplimiento de los objetivos, como se detalla a continuación:

- Las encuestas EOD permitirán generar matrices de viajes para el transporte de carga. No obstante, estas matrices ya están disponibles de un estudio reciente de SECTRA (Análisis Red Vial Sector Centro Oriente, 2021)

  Mediante los conteos vehiculares a realizar durante octubre y noviembre (periódicos y continuos) se pueden actualizar las matrices del estudio anterior. Así, las encuestas no son necesarias para la generación de matrices.

- De acuerdo a conversaciones con la contraparte técnica de la Municipalidad, el principal problema del transporte de carga no proviene de los camiones de más de dos ejes o de dos ejes, sino que de los vehículos de carga menores (furgones, camionetas, delivery), que suelen estar subrepresentados en las EOD.

  Los camiones de más de dos ejes o de dos ejes se rigen por las ordenanzas municipales, por lo que existen horarios y vías definidas para su circulación. En cambio, los vehículos de carga menores no presentan tales restricciones y su operación podría caracterizarse como “desordenada”.

- Específicamente, representantes de la Municipalidad han observado que estos vehículos se detienen en la vía pública, generando congestión vehicular, ciclista y peatonal, pero no cuentan con datos para validar dicho diagnóstico.

  El equipo consultor junto con representantes de la Municipalidad se reunió con especialistas en transporte de carga del Centro de logística de la Universidad Andrés Bello (UNAB), quienes confirmaron que las encuestas EOD no aportan valor agregado para efectos de diagnóstico logístico, siendo necesario un análisis enfocado y desagregado al respecto.

En vista de lo anterior, el consultor realiza la propuesta de mejora metodológica que se detalla a continuación.

2.3.10.4.1 Metodología Diagnóstico de Transporte de Carga

La propuesta metodológica consiste en reemplazar las encuestas EOD a vehículos de carga por mediciones de tiempo de permanencia de los vehículos de carga en el espacio público.

Esta medición consiste en registrar la hora de llegada y salida de un vehículo de carga al espacio público, contemplando identificar:

- Hora Llegada (hh:mm)
- Hora Salida (hh:mm)
- Tipo Vehículo:
  - Bicicleta
  - Bicicleta con motor
  - Triciclo / Bicicleta de carga
  - Moto / Scooter
  - Furgón / Camioneta
  - Camión 2 ejes
  - Camión 2 o más ejes
- Tipo Carga: el medidor observa qué se está transportando (no pregunta directamente a los repartidores o conductores)
  - Comida (Delivery)
  - Encomienda
  - Productos perecibles
  - Productos no perecibles
  - Combustible y similares
  - Materiales construcción
  - Mudanzas
  - Otro
- Lugar detención:
  - Calzada (calle)
  - Acera
  - Vereda
  - Ciclovía
  - Dedicado
  - Otro

- Genera Congestión: se identifica a qué viajeros se está obstruyendo el tráfico (puede ser más de uno):
  - Peatonal
  - Ciclista
  - Vehicular
- Nivel Congestión: busca medir, cualitativamente, el grado de congestión que genera el vehículo de carga dado el lugar donde se detuvo:
  - Bajo
  - Medio
  - Alto

2.3.10.4.2 Lugares de Medición

Si bien los problemas de bloqueos a la circulación ocurren en múltiples sectores de la comuna, se propone medir en aquellos lugares donde estos problemas suceden de manera frecuente, es decir, en los cluster de retail minorista, donde se concentran pequeñas tiendas y restaurantes, principalmente: Providencia, Barrio Italia y Bellavista.

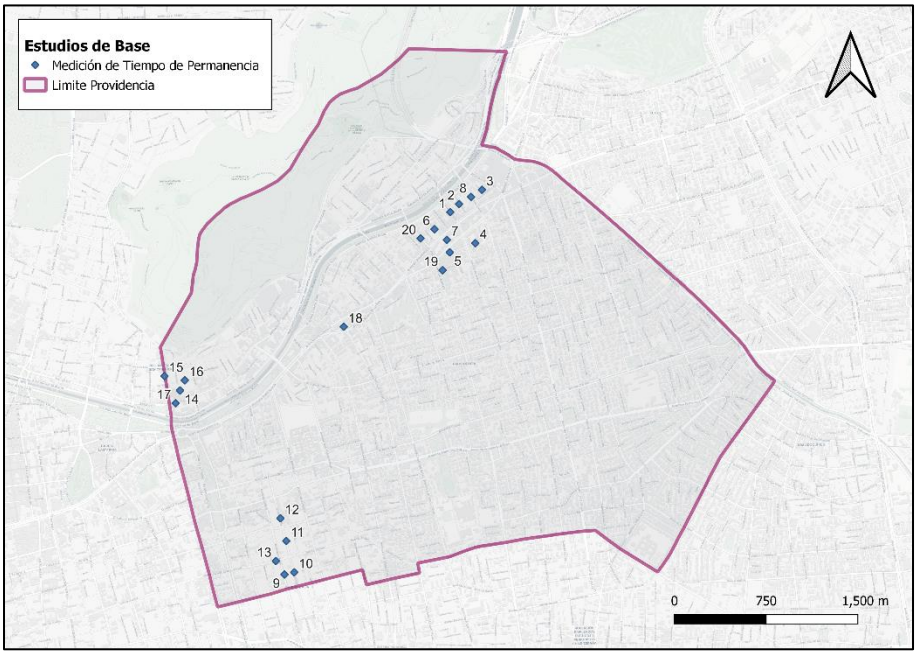
Los lugares seleccionados se presentan en el listado siguiente, además de una figura con su localización en el mapa.

CUADRO Nº 2.3-22: PUNTOS DE CONTROL PARA MEDICIONES VEHICULARES PERIÓDICAS

Identificación	Barrio	Calle	Tramo a Medir
TP1	Providencia	Nueva de Lyon	Providencia / Andrés Bello
TP2		Santa Magdalena	Providencia / Andrés Bello
TP3		Bucarest	Providencia / Andrés Bello
TP4		Coyancura	Ricardo Lyon / Las Bellotas
TP5		Diego de Velásquez	Guardia Vieja / Nva. Providencia
TP6		Las Urbinas	Providencia / Andrés Bello
TP7		Guardia Vieja	Providencia / Nva. Providencia
TP8		Suecia	Providencia / Andrés Bello
TP9	Barrio Italia	Condell	Santa Isabel / Caupolicán
TP10		Italia	Santa Isabel / Caupolicán
TP11		Italia	Marín / Santa Isabel
TP12		Italia	Bilbao / Marín
TP13		Santa Isabel	Emilio Vaisse / Condell
TP14	Bellavista	Constitución	Bellavista / Dardignac
TP15		Pio Nono	Dardignac / Antonia Lopez de Bello
TP16		Dardignac	Constitución / Mallinkrodt
TP17		Bellavista	Constitución / Pio Nono
TP18	Providencia	Manuel Montt	Providencia / Nva. Providencia
TP19		Barcelona	Pedro de Valdivia / Guardia Vieja
TP20		Pedro de Valdivia	Providencia / Andrés Bello

Fuente: Elaboración propia

FIGURA Nº 2.3-47: LOCALIZACIÓN DE PUNTOS PARA MEDICIÓN DE TIEMPO DE PERMANENCIA



Fuente: Elaboración Propia.

2.3.11 Tarea 3.11 Variables de Servicio

2.3.11.1 Especificaciones de la Medición

Se midieron tasas de ocupación de vehículos livianos en los mismos puntos donde fueron realizadas las EOD descritas en la tarea anterior. Las tasas de ocupación deberán aplicarse a una muestra del flujo que circula en las vías seleccionadas para realizar encuestas, dependiendo esta muestra de la cantidad de flujo que circula en ellas, siguiendo para ello las indicaciones que entrega manual MESPIVU al respecto.

Para estimar la tasa de ocupación de buses, los medidores abordarán los vehículos y contarán, para distintos tramos viales y servicios de buses, el número de pasajeros a bordo de estos.

La descripción y ubicación de los puntos de medición de tasas de ocupación se presentan a continuación

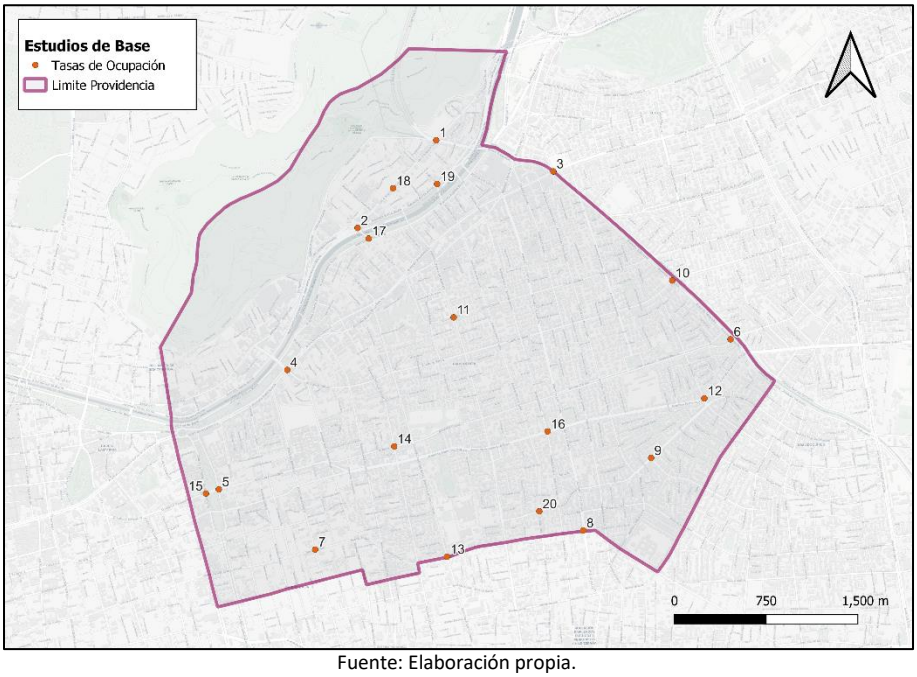
CUADRO Nº 2.3-23: PUNTOS DE CONTROL PARA MEDICIÓN DE TASAS DE OCUPACIÓN VEHICULAR

PC	Ubicación
1	Los Conquistadores con El Cerro
2	Los Conquistadores con Santa María
3	Tobalaba con Providencia
4	Eliodoro Yáñez con Providencia
5	Rancagua con Gral. Bustamante
6	Pocuro Tobalaba
7	Sta. Isabel con Salvador
8	Pedro Lautaro Ferrer con Los Leones
9	Diego de Almagro con Hernando de Aguirre
10	Tobalaba con Eliodoro Yáñez
11	Carlos Antúnez con P de Valdivia
12	Bilbao con Amapolas
13	Antonio Varas con Diagonal Oriente
14	Manuel Montt con Alférez Real
15	Rancagua con Ramón Carnicer
16	Suecia con Bilbao
17	Andrés Bello con La Concepción
18	Pedro de Valdivia con Los Conquistadores
19	Nueva de Lyon con Sta. María
20	Diego de Almagro con Ricardo Lyon

Fuente: Elaboración propia.

La siguiente figura muestra la ubicación de los puntos de medición.

FIGURA Nº 2.3-48: UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN DE TASA DE OCUPACIÓN



Fuente: Elaboración propia.

2.3.11.2 Resultados de la Medición

En el siguiente cuadro se presentan las tasas de ocupación (TOC) de vehículos livianos estimadas para cada punto de control.

CUADRO Nº2.3-24: RESULTADOS DE MEDICIÓN DE TASAS DE OCUPACIÓN DE VEHÍCULOS LIVIANOS

Punto de control	Ubicación	PM	FP	PT
1	Los Conquistadores con El Cerro	1,40	1,55	1,52
2	Los Conquistadores con Santa María	1,51	1,57	-
3	Tobalaba con Providencia	1,36	1,55	1,58
4	Eliodoro Yáñez con Providencia	1,29	1,56	1,55
5	Rancagua con Gral. Bustamante	1,49	1,49	1,42
6	Pocuro Tobalaba	1,46	1,39	1,71
7	Sta. Isabel con Salvador	1,86	1,85	1,63
8	Pedro Lautaro Ferrer con Los Leones	1,52	1,52	1,56
9	Diego de Almagro con Hernando de Aguirre	1,39	1,40	1,56
10	Tobalaba con Eliodoro Yáñez	1,45	1,51	1,62
11	Carlos Antúnez con P de Valdivia	1,35	1,50	1,55
12	Bilbao con Amapolas	1,52	1,65	1,45
13	Antonio Varas con Diagonal Oriente	1,50	1,55	1,48
14	Manuel Montt con Alférez Real	1,30	1,51	1,46
15	Rancagua con Ramón Carnicer	1,79	1,73	1,51
16	Suecia con Bilbao	1,45	1,48	1,49
17	Andrés Bello con La Concepción	1,57	1,53	1,42
18	Pedro de Valdivia con Los Conquistadores	1,46	1,81	1,84
19	Nueva de Lyon con Sta. María	1,58	1,76	1,60
20	Diego de Almagro con Ricardo Lyon	1,51	1,53	1,56
	Promedio	**1.48**	**1,57**	**1,57**

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que la ocupación en la mañana es levemente menos que en los otros periodos y que no existe mucha variabilidad entre los puntos de control. Solo destaca el PC 7, Sta. Isabel con Salvador, donde la TOC es cercana a 1,9 en PM y FP.

2.3.12 Tarea 3.12 Velocidad y Tiempos de Viaje

Se realizó la medición de velocidad y tiempo de viaje para **10 ejes de la comuna** en los tres periodos representativos considerados, realizándose al menos 3 mediciones de tiempos de viaje para cada periodo.

La medición fue realizada a través de **instrumentos GPS**, que según la experiencia del consultor su uso conlleva una serie de ventajas, entre ellas la precisión que logra en la medición del registro de la hora, respecto al posicionamiento espacial. En efecto, dichos instrumentos pueden ser programados para que almacenen automáticamente el posicionamiento (en términos de coordenadas espaciales X, Y, Z), cada cierto intervalo de tiempo (por ejemplo cada 1 segundo).

Los ejes considerados para la medición de velocidad y tiempos de viaje se presentan a continuación. La elección se fundamenta en la necesidad de actualizar la información de ejes vehiculares sin mediciones recientes. Como complemento a esta tarea se utilizará la información del estudio “Análisis Red Vial Sector Centro Oriente de Santiago” (SECTRA, 2021), donde se presentan mediciones de otros ejes de la comuna.

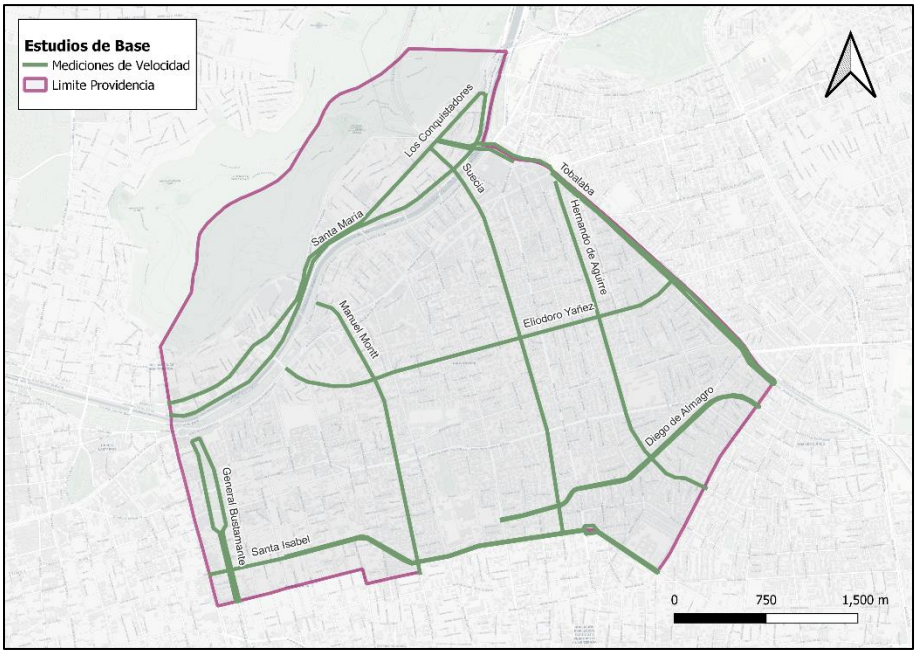
CUADRO Nº 2.3-25: EJES PARA MEDICIÓN DE VELOCIDAD Y TIEMPOS DE VIAJE

PC	Eje	Longitud (metros)	Fecha
1	Santa Isabel – Diagonal Oriente	7.226	2-dic / 3-dic / 6-dic
2	Santa María	3.669	3-dic
3	Diego de Almagro	4.948	2-dic
4	Hernando de Aguirre	2.922	3-dic
5	General Bustamante	2.837	2-dic / 3-dic
6	Los Conquistadores – Bellavista	3.721	3-dic
7	Tobalaba – Nva. Tobalaba – El Cerro	6.736	2-dic
8	Suecia	3.397	3-dic / 6-dic
9	Manuel Montt	2.433	2-dic / 3-dic
10	Eliodoro Yáñez	3.340	3-dic
11	Santa Isabel – Diagonal Oriente	7.226	2-dic / 3-dic / 6-dic

Fuente: Elaboración propia.

La siguiente figura muestra la ubicación de los ejes de medición considerados.

FIGURA Nº 2.3-49: UBICACIÓN EJES DE MEDICION DE VELOCIDAD Y TIEMPOS DE VIAJE



Fuente: Elaboración propia.

2.3.13 Tarea 3.13 Información de Transporte Público

2.3.13.1 Caracterización Comunal

Providencia es una comuna privilegiada en términos de transporte público: en total circulan en la comuna 60 servicios de buses, con una frecuencia media de 8,5 buses/hora en periodo punta mañana, y existe una amplia red de Metro, con presencia de las líneas 1, 4, 5 y 6. Esta oferta de transporte público mejorará significativamente con la puesta en operación en 2026 de la Línea 7 del Metro.

Para analizar en mayor detalle el transporte público comunal, a continuación se analizan los datos de las tarjetas BIP! para estimar la demanda comunal. El catastro con las líneas de buses urbanas (RED) del Directorio de Transporte Público Metropolitano (DTPM) se encuentra en la Tarea 3.3.

Para efectos del análisis, se ha tomado como referencia la demanda del 3er trimestres del 2019, dado que la de los años 2020 y 2021 está afectada por la pandemia COVID y puede estar ampliamente subrepresentada.

Para estimar la demanda de transporte público, primero se realiza una corrección por evasión. La evasión en el sistema de transporte público de buses se aplica a los viajes a nivel de Unidad de Negocio acorde a la semana de datos BIP. En este caso, corresponde a la evasión del 3er trimestre de 2019 como se muestra en la siguiente tabla (Programa Nacional de Fiscalización, 2019).

CUADRO Nº2.3-26: ÍNDICE DE EVASIÓN DE RED 3ER TRIMETRE 2019

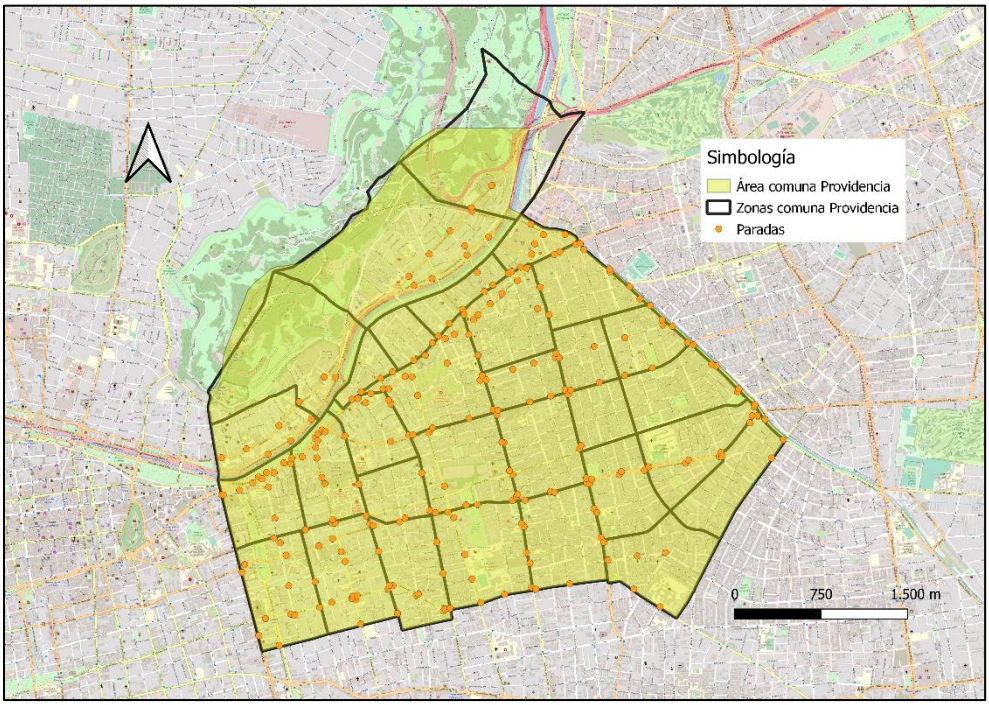
Unidad de Negocio	Operador	Evasión
UN 2	Subus Chile S.A.	43,5%
UN 3	Buses Vule S.A.	16,2%
UN 4	Express S.A.	33,4%
UN 5	Buses Metropolitana S.A.	17,2%
UN 6	Red Bus Urbano S.A.	17,7%
UN 7	STP Santiago S.A	24,1%
Total	Evasión sistema	26,6%

Fuente: Programa Nacional de Fiscalización, 2019.

Así, la demanda de usuarios de Red se ha analizado en base a la información sobre la cantidad de subidas y bajadas de pasajeros a nivel de paradero de la matriz de viajes BIP del mes de agosto del año 2019 (previo a pandemia), siendo ésta corregida por evasión de acuerdo a la información de viajes publicada en la página web del DTPM. Detalles se presentan en el Anexo Digital 3.9.

A continuación, se presenta la ubicación geográfica de los paraderos de la comuna sobre la zonificación de este estudio.

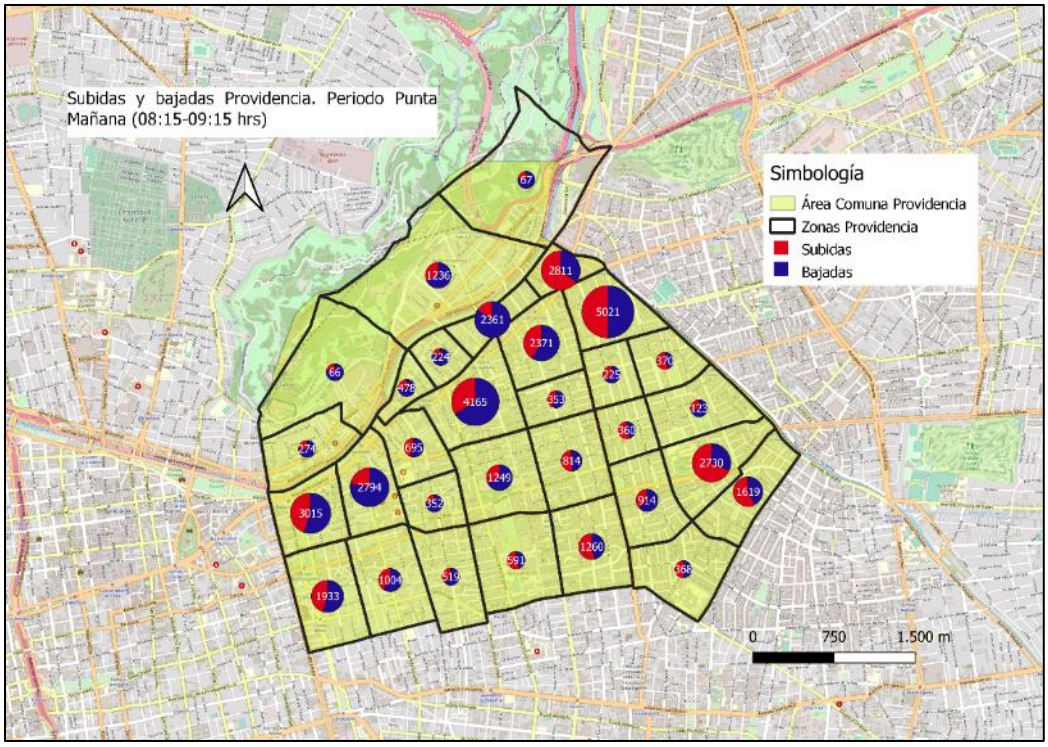
FIGURA Nº 2.3-50: COBERTURA DE SERVICIOS RED EN PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia con datos del DTPM.

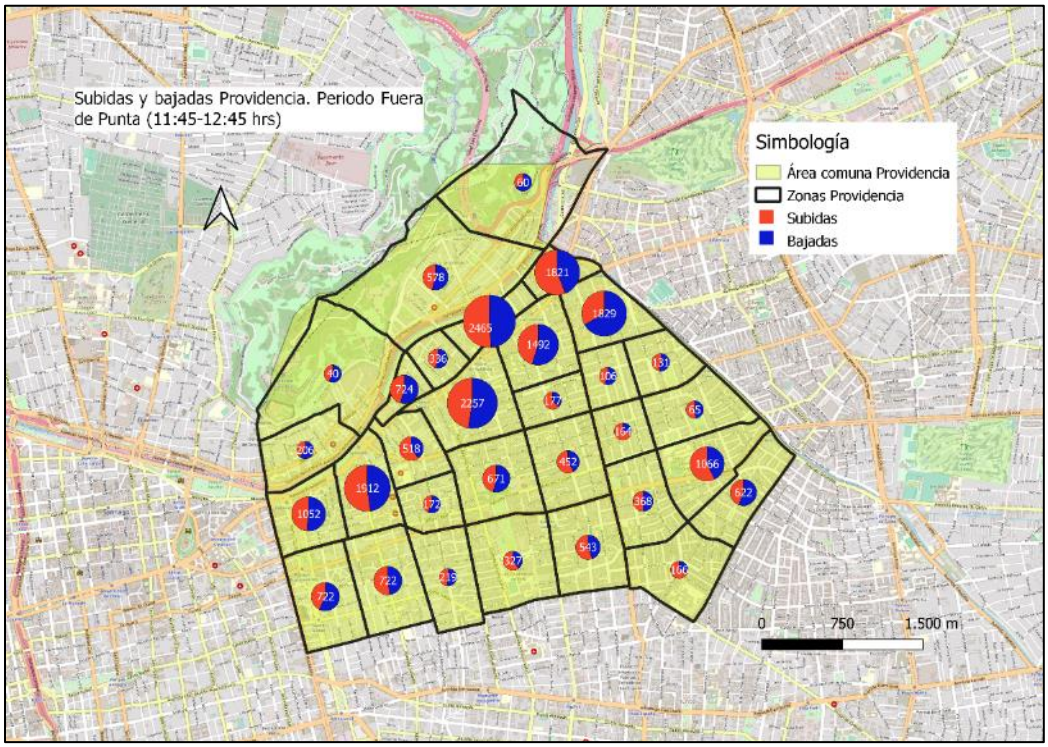
A continuación, se presenta la demanda durante la hora representativa de cada periodo en todos los paraderos pertenecientes a la comuna, los paraderos fueron agregados a nivel de zona para visualizar de forma eficaz toda la comuna.

FIGURA Nº 2.3-51: AFLUENCIA DE PASAJEROS EN PARADEROS RED, COMUNA DE PROVIDENCIA, PUNTA MAÑANA (SUBIDAS/HORA Y BAJADAS/HORA)



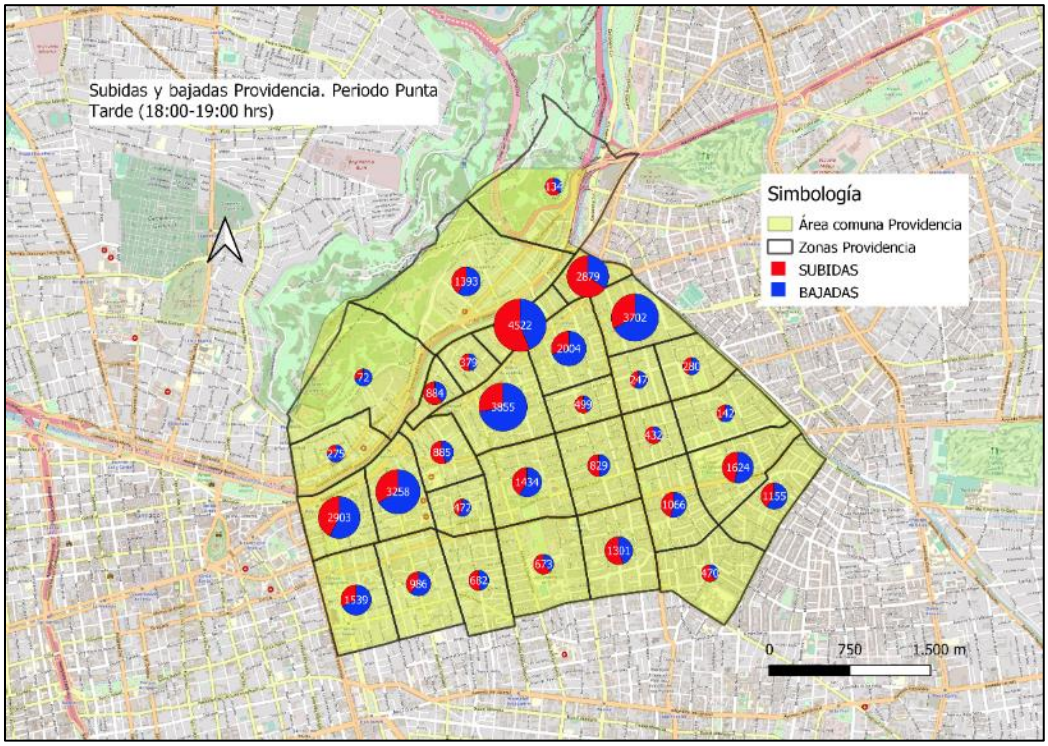
Fuente: Elaboración propia con datos del DTPM.

FIGURA Nº 2.3-52: AFLUENCIA DE PASAJEROS EN PARADEROS RED, COMUNA DE PROVIDENCIA, FUERA DE PUNTA (SUBIDAS/HORA Y BAJADAS/HORA)



Fuente: Elaboración propia con datos del DTPM.

FIGURA Nº 2.3-53: AFLUENCIA DE PASAJEROS EN PARADEROS RED, COMUNA DE PROVIDENCIA, PUNTA TARDE (SUBIDAS/HORA Y BAJADAS/HORA)



Fuente: Elaboración propia con datos del DTPM.

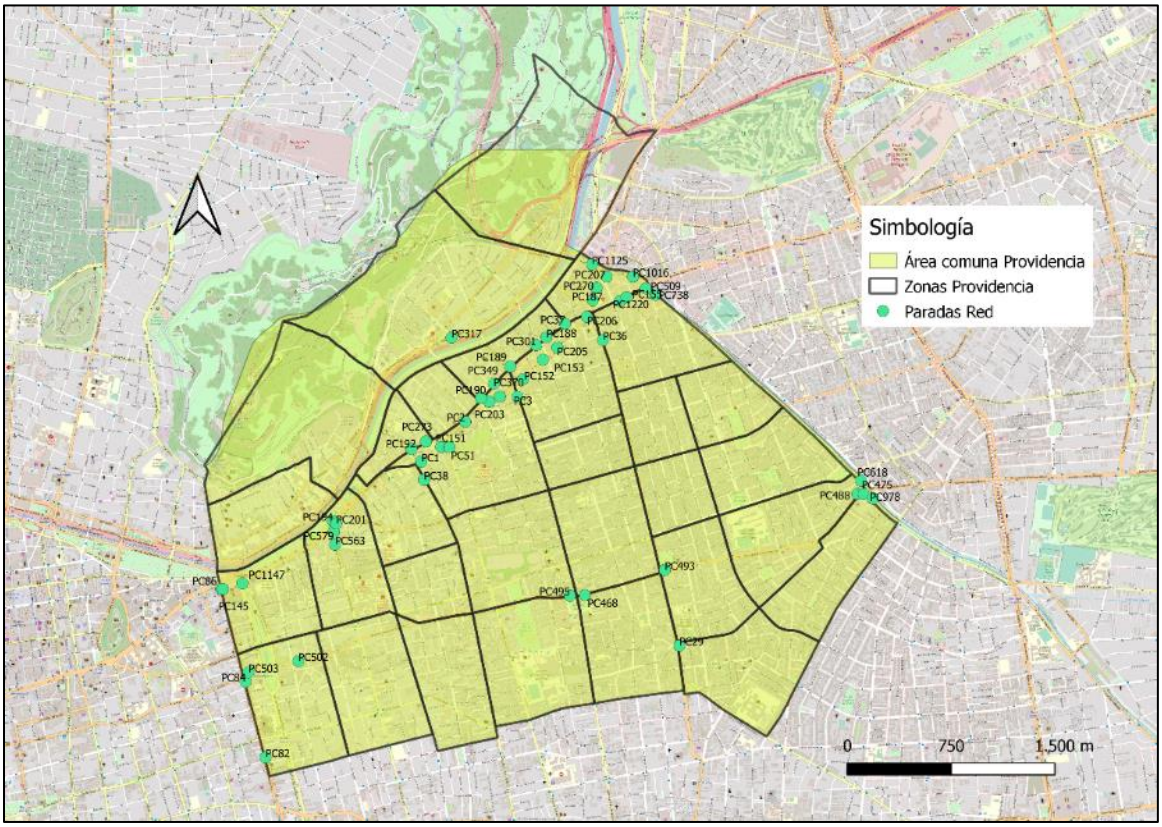
Los 50 paraderos con mayor afluencia de pasajeros se presentan en la siguiente tabla. Para visualizar el resto de los paraderos revisar el Anexo Digital 3.9.

CUADRO Nº2.3-27: AFLUENCIA DE PASAJEROS EN 50 PARADEROS RED DE MAYOR DEMANDA EN COMUNA DE PROVIDENCIA (PASAJEROS/HORA)

Parada	PMA			FPU			PTA		
	Subidas	Bajadas	Suma	Subidas	Bajadas	Suma	Subidas	Bajadas	Suma
PC155	1271	691	1962	336	385	720	585	234	819
PC475	837	357	1194	218	178	396	396	747	1143
PC488	717	355	1072	200	121	320	231	720	951
PC618	887	155	1041	261	181	442	103	644	747
PC349	52	932	985	144	223	367	764	3	767
PC36	21	899	920	1	373	373	1	740	741
PC207	1375	192	1567	129	78	206	162	48	210
PC86	77	1124	1200	47	222	268	125	299	424
PC1016	67	349	416	160	324	483	320	345	665
PC468	416	263	679	162	111	273	291	233	524
PC188	80	143	223	322	246	569	453	209	661
PC1220	772	114	886	1	0	1	108	457	565
PC370	183	458	641	117	221	338	139	315	454
PC190	51	227	278	274	177	451	535	163	699
PC145	149	180	329	169	75	244	808	39	847
PC187	154	46	199	368	137	505	625	63	688
PC579	28	1009	1037	34	262	296	1	1	2
PC37	52	500	552	97	278	375	159	168	327
PC495	200	315	515	104	112	217	194	316	510
PC189	95	78	172	281	170	450	414	126	540
PC203	482	78	559	193	104	297	121	173	294
PC2	73	537	611	95	275	369	65	90	155
PC1147	781	45	827	49	18	68	17	209	226
PC205	307	267	574	144	132	276	111	104	215
PC192	49	214	263	137	218	355	247	189	435
PC502	16	297	313	11	137	148	10	545	555
PC201	212	438	649	129	87	216	80	61	141
PC3	312	111	423	259	35	294	229	49	279
PC1	102	398	501	154	124	278	143	59	201
PC153	93	319	412	94	175	269	110	124	235
PC84	161	318	480	99	104	203	134	95	229
PC563	62	115	177	202	45	247	442	45	487
PC509	106	260							

Fuente: Elaboración propia con datos del DTPM.

FIGURA Nº 2.3-54: 50 PARADEROS RED DE MAYOR DEMANDA EN COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia con datos del DTPM.

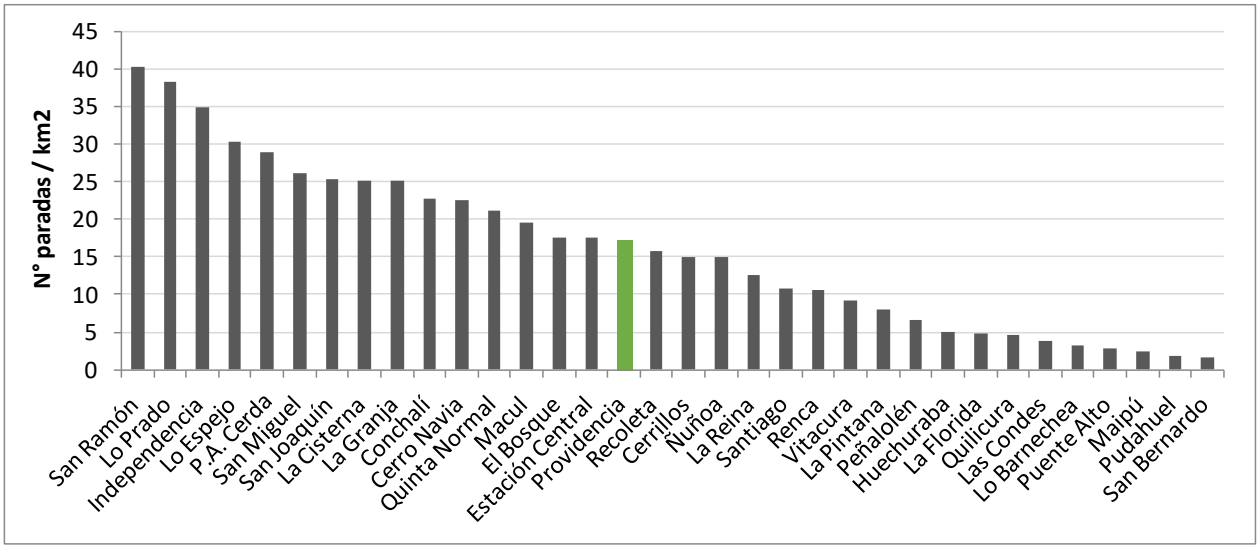
Como era esperable, los paraderos de mayor demanda se conentran en Av. Providencia, Nueva Providencia y Vicuña Mackena; todas estas vías tienen infraestructura especializada para el transporte público. También se observa una alta demanda en paraderos cercanos a estaciones de Metro (Francisco Bilbao de L4, Inés de Suárez de L6 y Parque Bustamante de L5).

2.3.13.2 Providencia en el Contexto Metropolitano

En esta sección se compara la comuna de Providencia con el resto del Gran Santiago, donde está operatido Red.

En relación con el número de paradas por unidad de superficie, la comuna de Providencia posee 17,21 paradas por km^2, lo que la ubica como la 16° comuna de la ciudad con mayor razón de paradas por superficie.

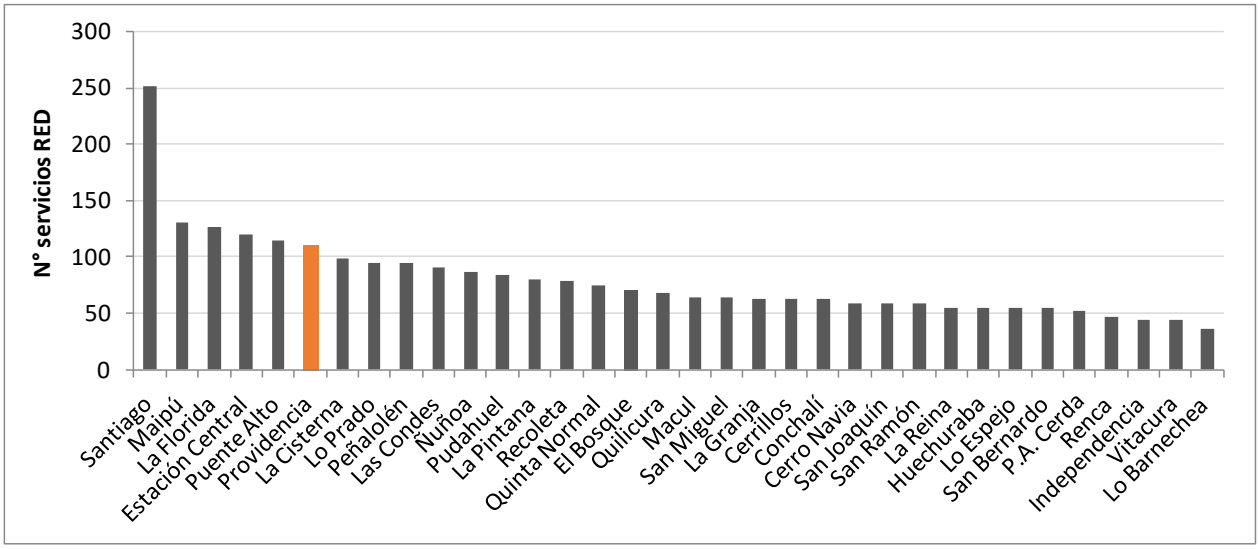
FIGURA Nº 2.3-55: DENSIDAD DE PARADAS DE RED POR COMUNA EN EL GRAN SANTIAGO



Fuente: Elaboración propia con datos del DTPM.

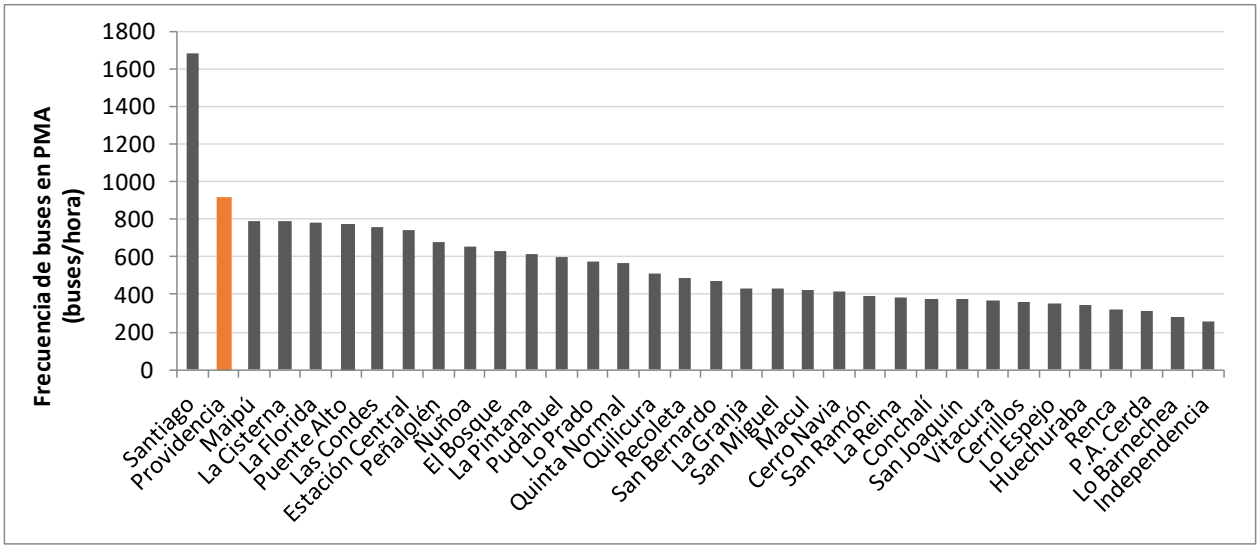
Con respecto al número de servicios, la comuna de Providencia se ubica en la sexta posición como la comuna donde circulan más servicios de transporte público, registrando 111 servicio-sentido distintos. La suma de las frecuencias de estos servicios ubica en la comuna en la segunda posición, solo superado por la comuna de Santiago.

FIGURA Nº 2.3-56: N° DE SERVICIOS RED POR COMUNA EN EL GRAN SANTIAGO



Fuente: Elaboración propia con datos del DTPM.

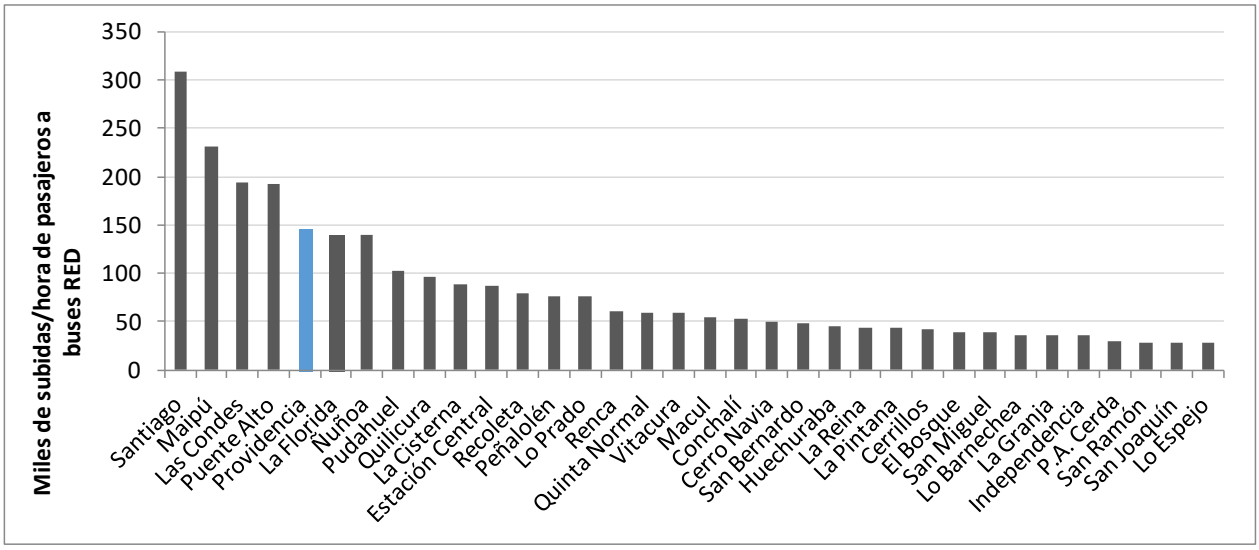
FIGURA Nº 2.3-57: SUMA DE FRECUENCIA DE SERVICIOS RED POR COMUNA EN EL GRAN SANTIAGO



Fuente: Elaboración propia con datos del DTPM.

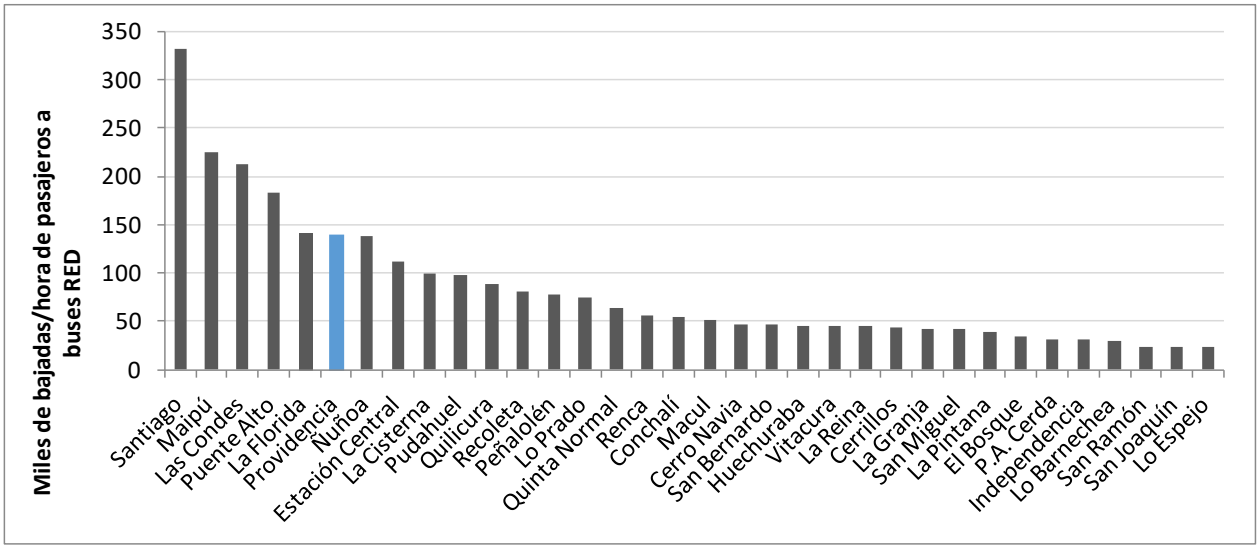
Con respecto a la demanda de transporte público en modo bus en día laboral, Providencia es la quinta comuna con mayor número de subidas y la sexta con mayor número de bajadas de pasajeros.

FIGURA Nº 2.3-58: SUBIDAS DE PASAJEROS A BUSES RED POR COMUNA EN EL GRAN SANTIAGO



Fuente: Elaboración propia con datos del DTPM.

FIGURA Nº 2.3-59: BAJADAS DE PASAJEROS DESDE BUSES RED POR COMUNA EN EL GRAN SANTIAGO



Fuente: Elaboración propia con datos del DTPM.

De esta manera, Providencia es una comuna con una amplia oferta de servicios (dado el número de líneas que circulan en la comuna y su alta frecuencia) y una alta demanda (dado el alto número de subidas y bajadas a buses). Sin embargo, la densidad y número de paraderos de transporte público es comparativamente menor que en el resto del Gran Santiago.

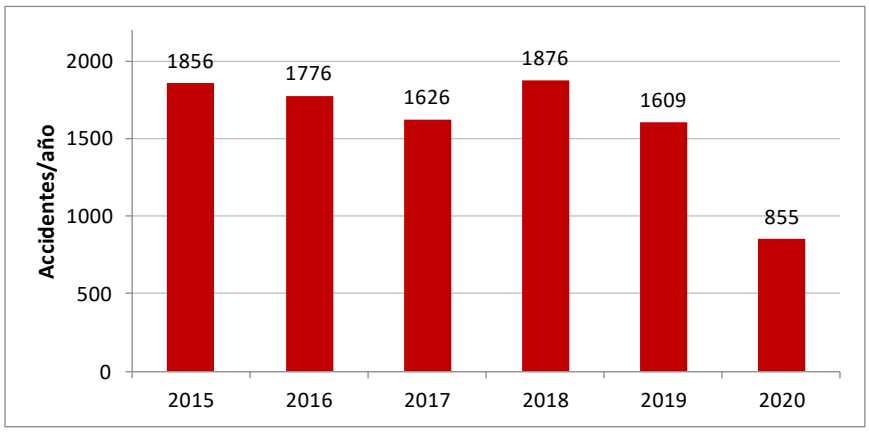
2.3.14 Tarea 3.14 Análisis de Accidentabilidad

2.3.14.1 Estadísticas Generales

La información de accidentes y siniestros de tránsito para el área de estudio fue entregada a través del Portal de Información Pública de Carabineros de Chile. La información obtenida corresponde a la cantidad de eventos según tipo y consecuencias por tipología. Además se encuentra la ubicación del accidente o siniestro (comuna, calle y numeración). Los antecedentes se encuentran procesados para los últimos 6 años (2015 – 2020), existiendo por tanto una fuente actualizada de información para un periodo de mediana extensión. Los datos del presente año están solo disponibles hasta enero, por lo que se excluyen del análisis. La información recopilada se encuentra en el Anexo Digital 3.10.

En la siguiente figura se presenta un resumen de la cantidad de accidentes por año en la comuna. Se observa que estos se han mantenido estables en el tiempo, a excepción del año 2020 donde se observa una importante baja, que se atribuye a las medidas de confinamientos producto del COVID. Dado este fenómeno, el año 2020 se excluye del análisis.

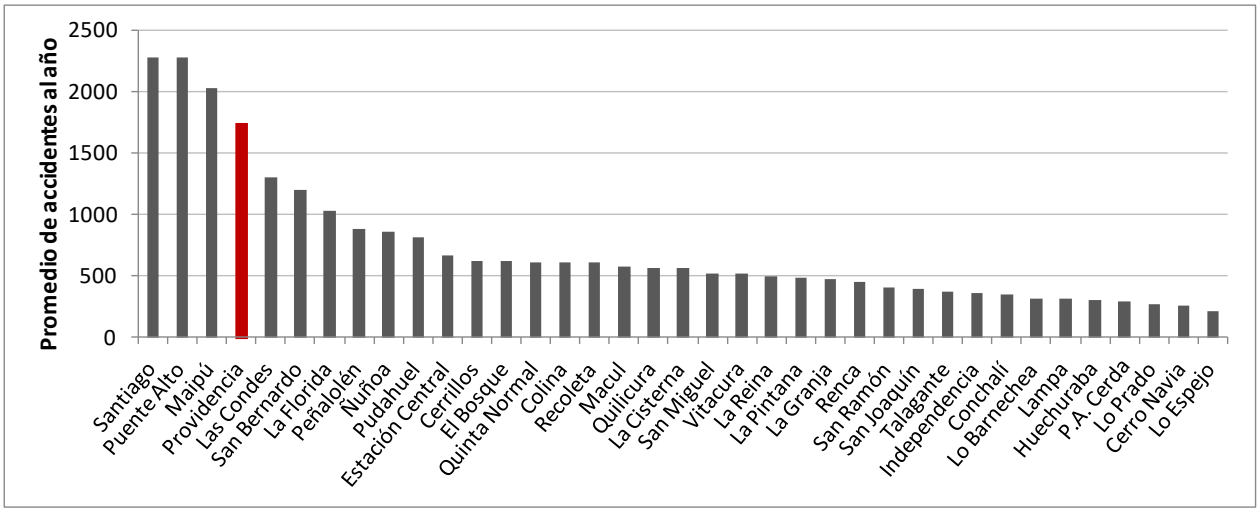
FIGURA Nº 2.3-60: ACCIDENTES ANUALES EN PROVIDENCIA, PERIODO 2015 – 2020



Fuente: Elaboración propia a partir de la información provista por Carabineros de Chile

Con esto, en Providencia ocurren 1749 accidentes en promedio al año, lo que representa un promedio de 4,8 accidentes al día. Estas cifras, al compararlas con el resto de las comunas del Gran Santiago, posicionan a Providencia como la cuarta comuna del país con mayor número de accidentes.

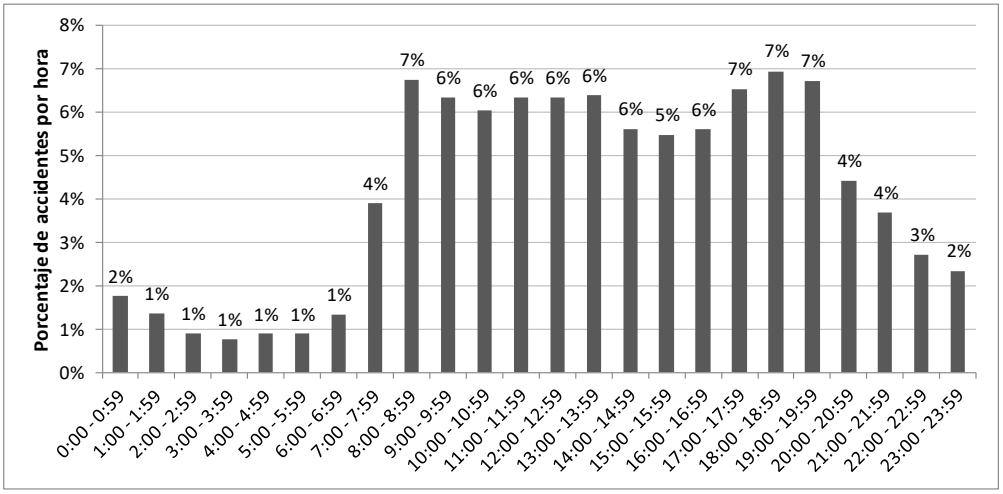
FIGURA Nº 2.3-61: ACCIDENTES ANUALES POR COMUNA EN EL GRAN SANTIAGO, PERIODO 2015 – 2019



Fuente: Elaboración propia a partir de la información provista por Carabineros de Chile.

Con respecto a la hora en que se producen los accidentes y siniestros, en la siguiente figura se muestra que la gran mayoría ocurren entre 8:00 y 19:59 horas, manteniéndose constantes durante el día.

FIGURA Nº 2.3-62: ACCIDENTES POR HORA DEL DÍA EN PROVIDENCIA, PERIODO 2015 - 2019



Fuente: Elaboración propia a partir de la información provista por Carabineros de Chile

De acuerdo a la información presentada en el siguiente cuadro, la gran mayoría de los accidentes y siniestros son colisiones (64%), seguido por choques y atropellos que representan el 21% y 8% del total de accidentes, respectivamente.

CUADRO Nº2.3-28: PROMEDIO DE ACCIDENTES ANUALES EN PROVIDENCIA POR TIPO, PERIODO 2015 - 2019

Tipo accidente	Promedio de accidentes al año
Colisión	1121
Choque	370
Atropello	142
Volcadura	54
Caída	46
Otros	16
Total	**1749**

Fuente: Elaboración propia a partir de la información provista por Carabineros de Chile

Con respecto a las causas de los accidentes, estas son muy variadas. La base de datos identifica 43 distintas causas, de las cuales se presentan en el cuadro siguiente las más relevantes en la comuna. Las dos primeras causas de accidentes son que el conductor maneja de forma descuidada, y las siguientes se asocian a no respetar las señales pare o semáforos. Se destaca que es mayor el porcentaje de conductores que está atento a las condiciones de tránsito, seguido por causas no determinadas.

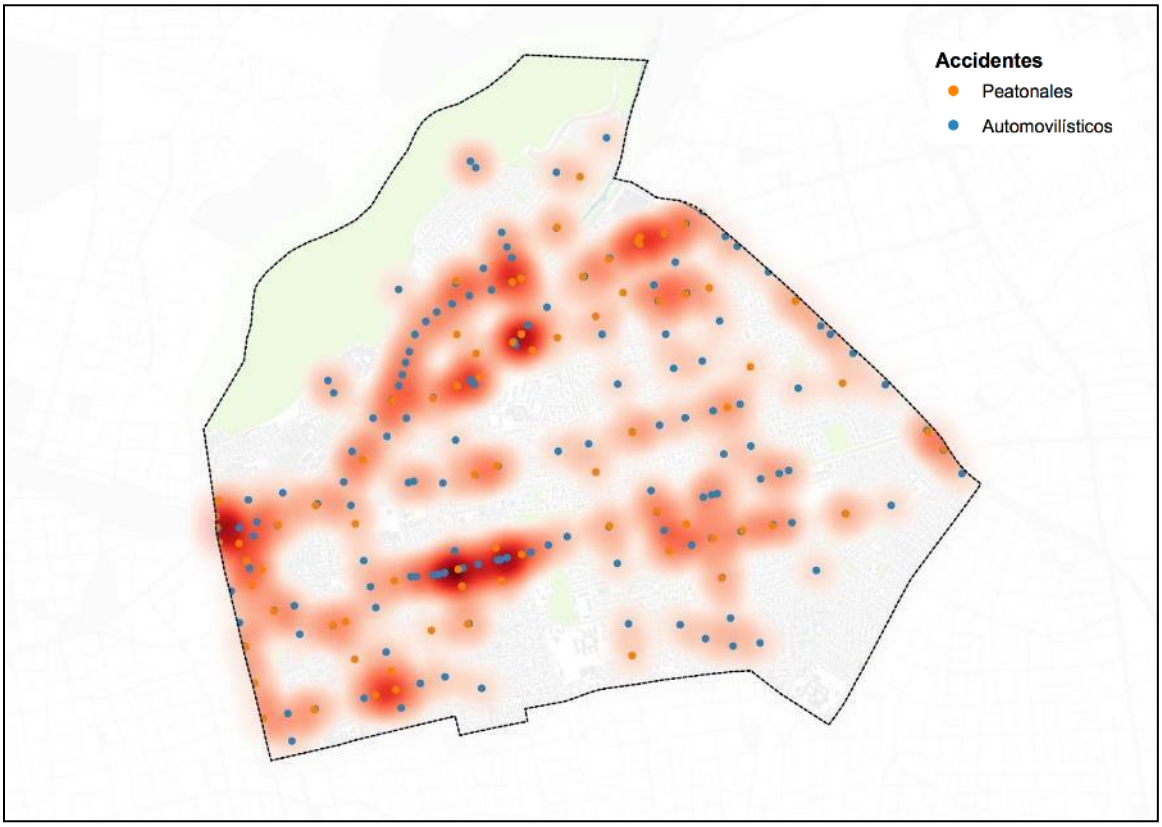
CUADRO Nº2.3-29: PRINCIPALES CAUSAS DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN PROVIDENCIA, PERIODO 2015 - 2019

Causa	Porcentaje
Conducción no atento condiciones transito momento	33%
Causas no determinadas	20%
Conducción, cambiar sorpresivamente pista circulación	10%
Otras causas	9%
Señalización, desobedecer luz roja de semáforo	6%
Perdida control vehículo	4%
Adelantamiento sin el espacio y tiempo suficiente	3%
Virajes indebidos	3%
Conducción sin mantener distancia razonable ni prudente	2%
Señalización, desobedecer señal pare	2%

Fuente: Elaboración propia a partir de la información provista por Carabineros de Chile

Graficado como mapa de calor, se observa que los accidentes se concentran más severamente en tres focos: en el sector de Baquedano, Francisco Bilbao entre Salvador y Marchant Pereira y Providencia entre Carlos Antúnez y Pedro de Valdivia. Además, los principales ejes que concentran la mayor cantidad de accidentes son General Bustamante, Salvador, Providencia-Nueva Providencia, Eliodoro Yáñez y Francisco Bilbao.

FIGURA Nº 2.3-63: MAPA DE CALOR DE ACCIDENTABILIDAD



Fuente: Elaboración propia a partir de la información provista por Carabineros de Chile

Las vías con mayor número de accidentes se listan a continuación (top 10):

FIGURA Nº 2.3-64: VÍAS CON MAYOR CONCENTRACIÓN DE ACCIDENTES, PERIODO 2015 - 2019

Vía	Porcentaje
Providencia	10%
Andrés Bello	4%
Francisco Bilbao	4%
Eliodoro Yáñez	3%
Tobalaba	3%
Pedro de Valdivia	3%
Los Leones	3%
Vicuña Mackenna	2%
Santa María	2%
Salvador	2%

Fuente: Elaboración propia a partir de la información provista por Carabineros de Chile.

2.3.14.2 Estadísticas por Tipo de Lesión y Viajero

A continuación se presentan los accidentes de la comuna desagregados por año y tipo de lesión resultante del accidente.

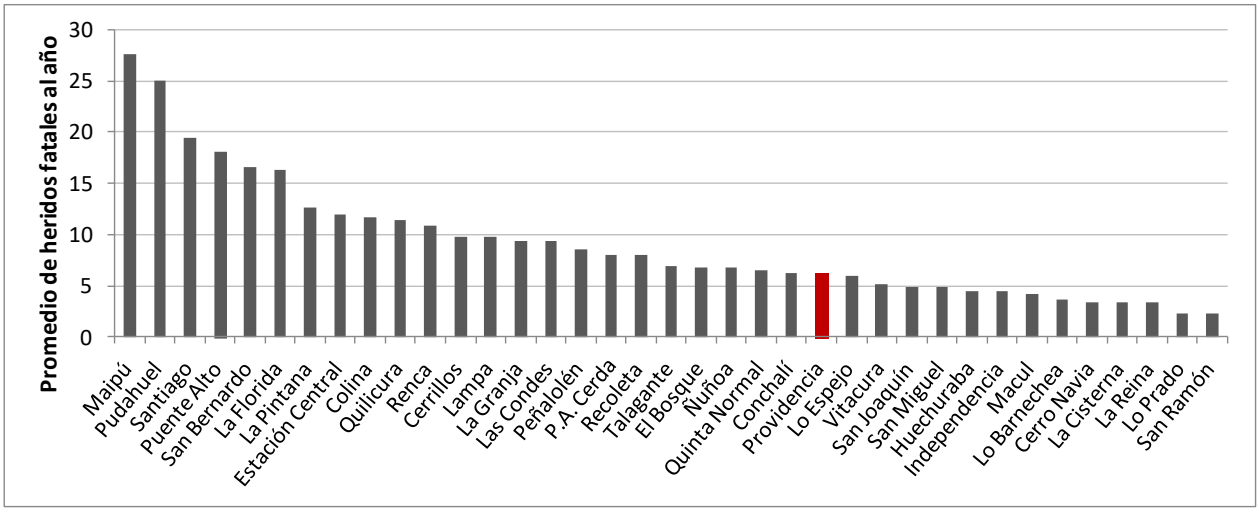
CUADRO Nº2.3-30: LESIONADOS EN ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN PROVIDENCIA, PERIODO 2015 - 2019

Año	Fatal	Grave	Med. Grave	Leve	Total
2015	3	142	36	630	**811**
2016	3	155	40	500	**698**
2017	11	134	37	416	**598**
2018	4	195	39	585	**823**
2019	10	164	22	460	**656**
Promedio	**6,2**	**158,0**	**34,8**	**518,2**	**717,2**

Fuente: Elaboración propia a partir de la información provista por Carabineros de Chile

De acuerdo a los datos, anualmente mueren 6 personas en Providencia producto de accidentes y siniestros de tránsito, mientras que 158 personas resultan gravemente heridas. Para comparar estas cifras en el contexto metropolitano, a continuación se presenta el promedio de heridas fatales por comuna, donde se observa que Providencia está bajo el promedio del Gran Santiago, que es 9 muertos por comuna.

FIGURA Nº 2.3-65: MUERTES ANUALES POR COMUNA EN EL GRAN SANTIAGO, PERIODO 2015 – 2019



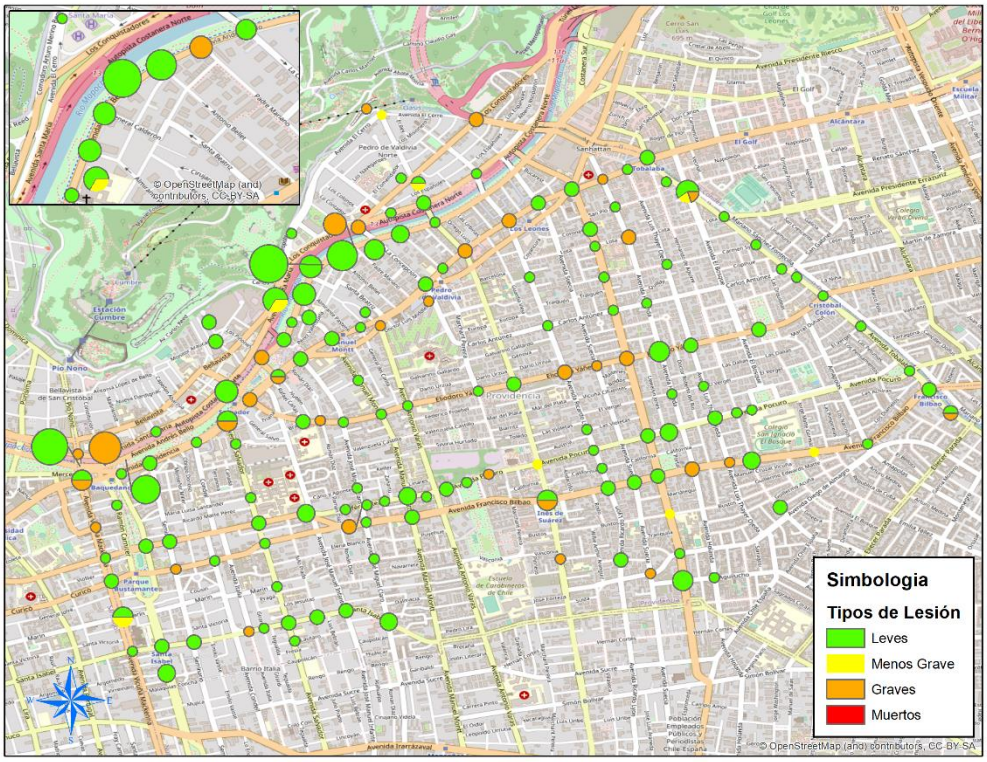
Fuente: Elaboración propia a partir de la información provista por Carabineros de Chile

En la figura siguiente se presenta la ubicación de los accidentes por tipo de lesión; dado que el volumen de accidentes fatales es bajo, este se presenta de forma independiente en la figura subsiguiente.

En la primera figura es posible identificar algunos ejes con una alta predominancia de lesiones graves: Eliodoro Yáñez, Francisco Bilbao y Providencia. Además, se observa una concentración de accidentes graves en las cercanías de Plaza Baquedano.

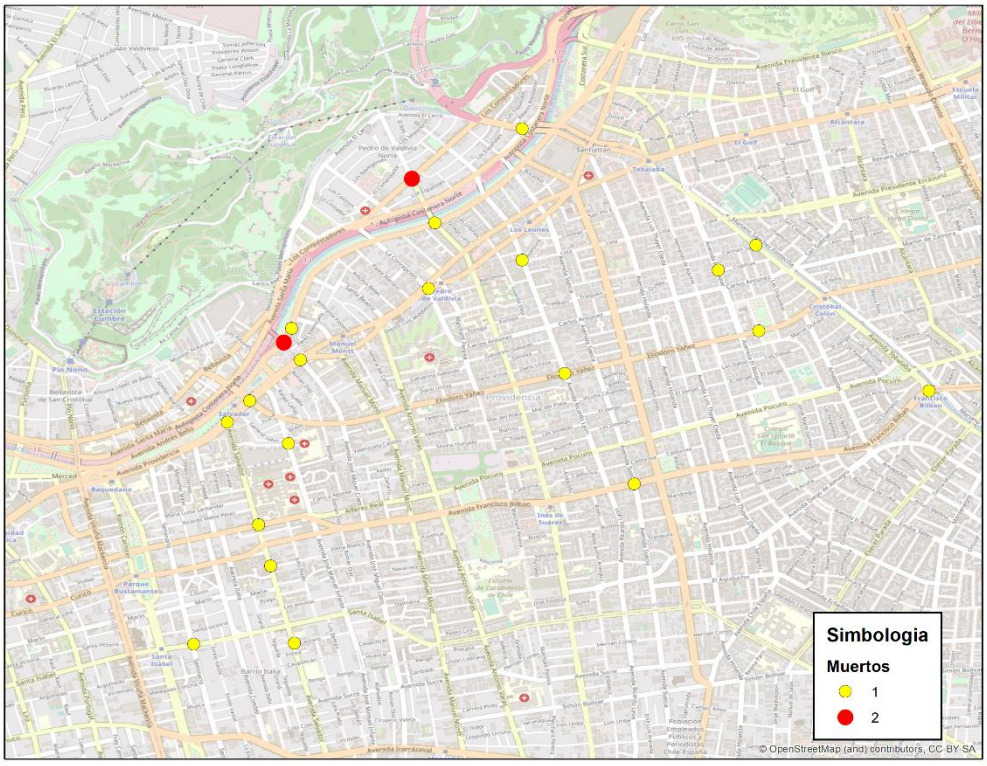
En cuanto a accidentes fatales, se observan dos intersecciones críticas: Andrés Bello con Pérez Valenzuela y Los Conquistadores con Pedro de Valdivia Norte. Asimismo, en el eje Salvador se aprecian 4 accidentes fatales en el periodo analizado.

FIGURA Nº 2.3-66: UBICACIÓN DE ACCIDENTES POR TIPO DE LESIÓN, PERIODO 2015 - 2019



Fuente: Elaboración propia a partir de la información provista por Carabineros de Chile

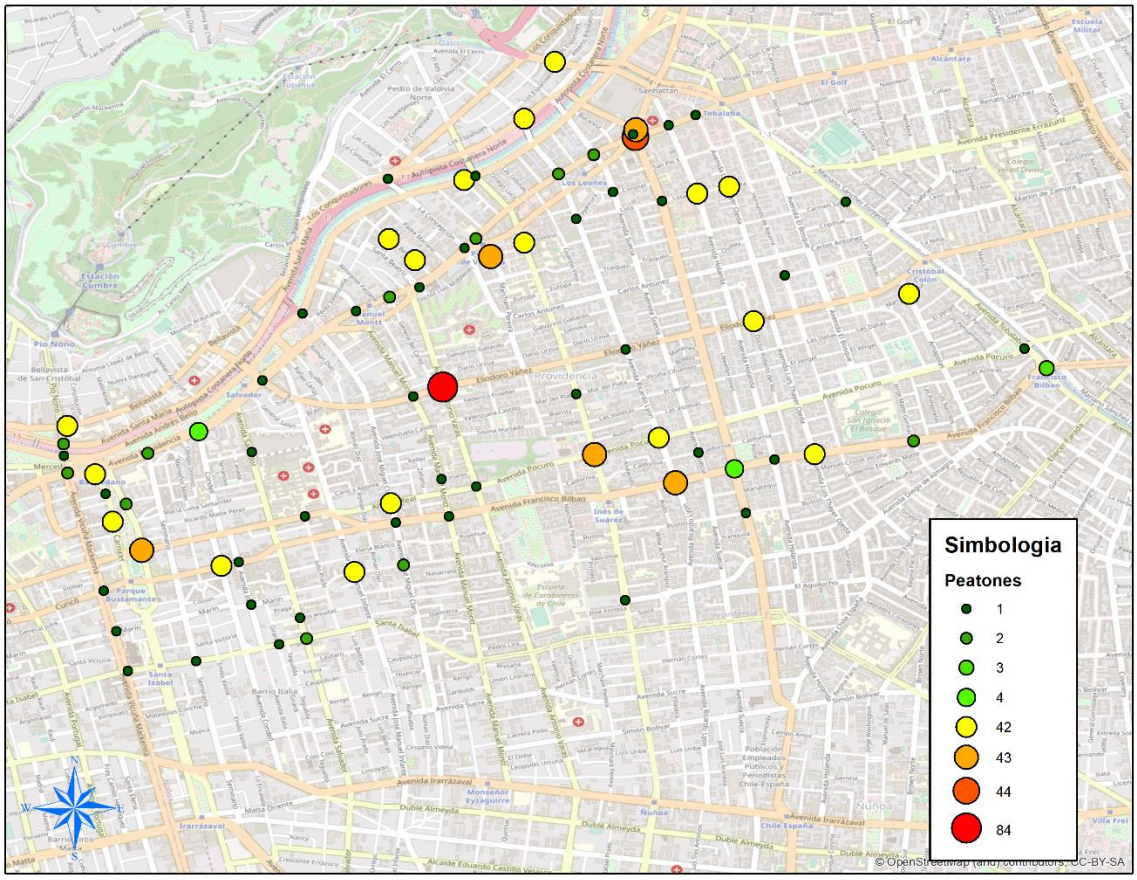
FIGURA Nº 2.3-67: UBICACIÓN DE ACCIDENTES FATALES, PERIODO 2015 - 2019



Fuente: Elaboración propia a partir de la información provista por Carabineros de Chile

En la figura siguiente se identifican los lugares con mayor concentración de accidentes que involucran peatones. Se observan dos puntos críticos: Eliodoro Yáñez con Antonio Varas y Los Leones con Providencia.

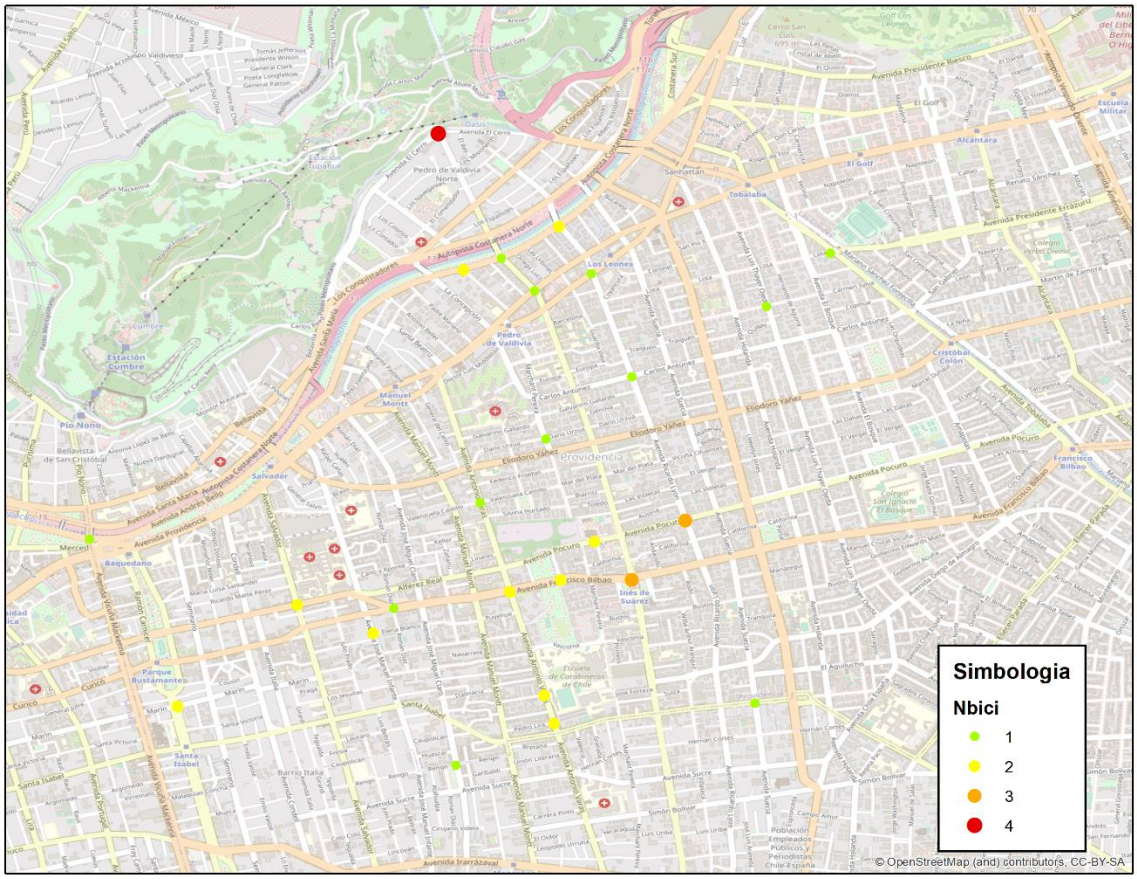
FIGURA Nº 2.3-68: ACCIDENTES DE PEATONES



Fuente: Elaboración propia a partir de la información provista por Carabineros de Chile.

Por último, en cuanto a los ciclistas, en el mapa siguiente se identifican los puntos donde ha habido accidentes que los involucran. El acceso al Parque Metropolitano por Pedro de Valdivia es el punto donde hay mayor frecuencia de accidentes de ciclistas, mientra que se observan concentraciones de accidentes en Bilbao y el barrio comercial de Providencia.

FIGURA Nº 2.3-69: ACCIDENTES DE CICLISTAS



Fuente: Elaboración propia a partir de la información provista por Carabineros de Chile.

2.4 Tarea 4. Relación entre Variables

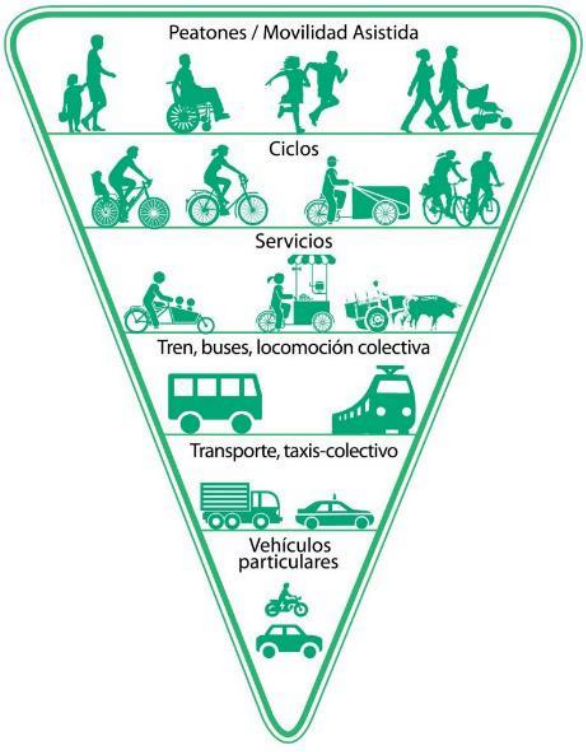
2.4.1 Enfoque Conceptual

Como se indica en las bases de licitación, el enfoque integrado entre las variables de movilidad, cambio climático, ámbito urbano y riesgo es fundamental para lograr los objetivos del estudio, que busca conformar una mirada sistémica que alimente un plan de inversiones en el espacio público y para elaborar las modificaciones pertinentes al Plan Regulador Comunal vigente.

Dado lo anterior, en esta tarea se identifican la interacción de los datos existentes y obtenidos de las distintas tareas del estudio para las siguientes áreas de análisis: **movilidad, cambio climático, espacio público y riesgo**.

Del punto de vista de la movilidad, el enfoque tiene como "**paragua conceptual**" en la definición de las variables a analizar, la pirámide invertida que se maneja en la actualidad, que propone nuevas prioridades para los modos de transporte sustentables, la cual se presenta en la figura siguiente. Este enfoque, es muy distinto a la mirada conceptual de los estudios de transporte tradicionales que predominaron en el país hasta hace muy poco, con un enfoque que orientaban el análisis a la capacidad e infraestructuras de las vías para que los vehículos motorizados particulares mejoraran su nivel de servicio, olvidando muchas veces a los demás usuarios como peatones, ciclistas y también la debida priorización al transporte público.

FIGURA Nº 2.4-1: PIRAMIDE INVERTIDA VIGENTE DE MODOS DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE



Fuente: Laboratorio de Cambio Social.

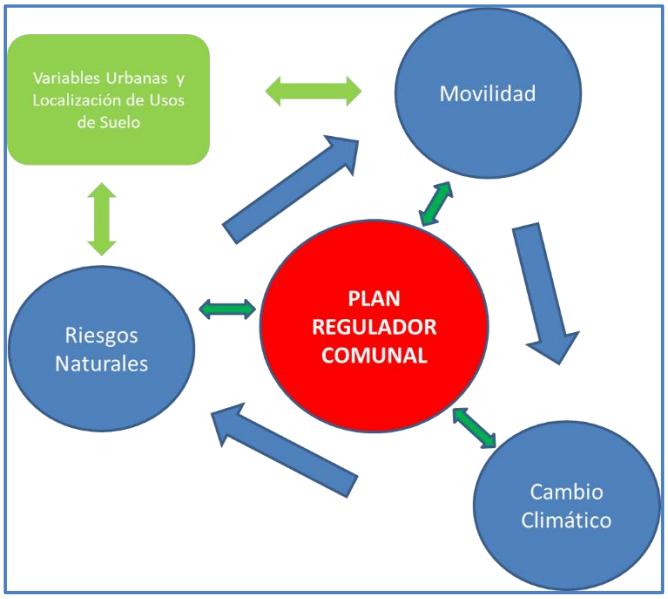
Es conocido que las variables del ámbito urbano como la localización de usos de suelo, tanto residenciales como de actividades productivas, como consecuencia del crecimiento demográfico y económico, respectivamente, afectan fuertemente las variables de movilidad. De igual forma, también es reconocido

que las variables de movilidad impactan fuertemente en la emisión de gases de invernadero, riesgo de accidentes, entre otros, lo que afecta el cambio climático.

Para acercarse al enfoque buscado, se pueden inducir cambios de modos por la vía de mejorar "la oferta" física de entornos/espacios de movilidad diversos, que cumplan con estándares deseables de accesibilidad, seguridad, confort y atractivo. Por otro lado, el riesgo de desastres naturales impacta en la movilidad, en la planificación urbana, el desarrollo económico, entre otras variables, puesto que eventos como sequía, olas de calor, inundaciones, etc., se hacen más frecuentes e intensos e inciden sobre la ciudad y las personas, alterando los patrones de movimiento y las redes de infraestructura.

Considerando lo anterior, como parte de esta tarea se analizan los círculos viciosos o virtuosos según corresponda, con una mirada crítica e integral de las distintas áreas de análisis que componen la figura siguiente.

FIGURA Nº 2.4-2: RELACIONES DE AREAS DE ANALISIS DEL ESTUDIO



Fuente: Elaboración propia.

2.4.2 Definición de Variables

Teniendo el enfoque conceptual de fondo, para la definición de las variables de cada área de análisis, se consideran los siguientes criterios:

- Se privilegian las variables de modos sustentables, basadas en el paradigma actual de la pirámide invertida
- Las variables usadas como referencia para la situación actual *(año 0)*, se analizan por zona del modelo para la comuna de Providencia, usando datos de las mediciones de terreno realizadas como parte del estudio e información vigente de distintas fuentes oficiales.
- Las variables de los modos motorizados para la situación proyectada (*año t*), se obtienen de acuerdo a los escenarios de uso de suelo de demanda y oferta definidos en el estudio, usando el modelo ESTRAUS estratégico de Transporte de Sectra-MTT, para modos de transporte público; de las simulaciones del modelo transporte SATURN Inner calibrado como parte del estudio para la

comuna para el modo transporte privado y para las variables de gestión de tránsito; y de modelos predictivos para variables climáticas (ruido, contaminación), basados en datos de flujos de transporte y usos de suelo.

- Las variables de los modos no motorizados para la situación proyectada (*año t*), se obtienen de acuerdo a los escenarios de uso de suelo de demanda y oferta definidos en el estudio, usando metodologías vigentes en Sectra-MTT (ciclovías y peatones) y de las relaciones de las áreas de análisis con el espacio público definidas por el consultor.

Dado lo anterior, los cuadros siguientes presentan los tipos de variables definidas con sus respectivas unidades o índices para su representación, para cada una de las áreas de análisis del estudio.

CUADRO Nº2.4-1: VARIABLES DE MOVILIDAD Y TRANSPORTE

ID	Variable	Unidad o Índice
MT 1	Saturación Vial vehicular	% Saturación Media
MT 2	Flujo Medio Transporte Público (Buses+Txc)	veq/hr
MT 3	km de ciclovías	km
MT 4	Facilidades Transporte Público (Corredores, Vías Exclusivas, Pistas Solo bus, km ruta de Buses Eléctricos)	km
MT 5	Flujo Medio Modos No motorizados (Peatonal+ciclos)	viajes/hr
MT 6	Acceso al Transporte Público (paradas Buses, paraderos de Txc, Estaciones de Metro, Estaciones Intermodales)	cantidad/km
MT 7	Densidad de semáforos	Señales/km
MT 8	Flujo Medio de Transporte de Carga	veq/hr
MT 9	Velocidad Media de la red	Km/hr

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO Nº2.4-2: VARIABLES DE ESPACIO PUBLICO NORMATIVA URBANA E INFRAESTRUCTURA

ID	Variable	Unidad o Índice
EP1	Longitud de calzada	km
EP2	Longitud de veredas	km
EP3	Densidad Residencial	Hab/Ha
EP4	Accesibilidad a Comercio	Isocrona distancia
EP5	Accesibilidad a Uso Equipamiento y Servicios (Salud + Educación + Cultura)	Isocrona distancia
EP6	Accesibilidad a Áreas verdes – Plaza Vecinal	Isocrona distancia
EP7	Accesibilidad a Áreas Verdes - Parques	Isocrona distancia
EP8	Ejes estructurantes o de flujos de paso	km

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO Nº2.4-3: VARIABLES DE ESPACIO PÚBLICO CONTRAFACTUAL

ID	Variable	Unidad o Índice
VC1	Cantidad de Permisos de Edificación	Nº / ha zona
VC2	Superficie de Permisos de Edificación	M2 /ha zona
VC3	Zonificación Densidad Permitida	Hab /ha zona

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO Nº2.4-4: VARIABLES DE CAMBIO CLIMATICO Y RIESGOS NATURALES

ID	Variable	Unidad o Índice
CC1	Ruido	decibeles
CC2	Salud vegetal (NDVI)	índice
CC3	Concentración de Partículas	MP/microns
CC4	Concentración de NO2	partes por billón
CC5	Inundación	índice
CC6	Temperatura atmosférica	°C
CC7	Confort térmico (Temperatura aire más Humedad)	índice
CC8	Temperatura superficial	°C
CC9	Vulnerabilidad de las personas	índice

Fuente: Elaboración Propia

2.4.3 Relaciones Principales entre Variables

Para efectos de establecer las relaciones entre las variables y entender como ellas actúan simultáneamente, se construyó una matriz del tipo causa-efecto[29], de manera de identificar las principales relaciones entre las variables.

El cuadro siguiente muestra un ejemplo de las principales relaciones identificadas entre las variables del área de movilidad y transporte con el área de espacio público e infraestructura y con el área de cambio climático y riesgo.

En el Anexo Digital 4.1 se reporta la matriz con todas las relaciones identificadas entre variables de las distintas áreas de análisis.

29 https://www.ingenioempresa.com/matriz-de-Vester/ ; https://ingenieriaambiental.net/matriz-de-leopold/

CUADRO Nº2.4-5: MATRIZ CAUSA EFECTO PARA IDENTIFICAR PRINCIPALES RELACIONES

			MOVILIDAD Y TRANSPORTE SUSTENTABLE	ESPACIO PUBLICO E INFRAESTRUCTURA	CAMBIO CLIMATICO Y RIESGOS
MOVILODAD Y TRANSPORTE	MT1	Saturación Vial vehicular	Impacta los tiempos totales de viajes y demoras en intersecciones.	Impacta en requerimientos de mayor capacidad vial vehicular	Impacta negativamente al Ruido , la contaminación atmosférica y la Temperatura
	MT2	Flujo Transporte Público (Buses+Taxicolectivos)	Impacta en la Capacidad Vial de una vía	Impacta en requerimientos de mayores facilidades para el transporte público	Impacta negativamente al Ruido , la contaminación atmosférica y la Temperatura
	MT3	Longitud de ciclo vías	Propicia el uso de modos sustentables, disminuye el flujo vehicular	Disminuye capacidad vial de vehículos motorizados	Impacto Positivo al Ruido , la contaminación atmosférica y la Temperatura
	MT4	Facilidades Tpte Público(Corredores, Vías Exclusivas, Pistas Solo bus, Buses Eléctricos)	Mejora los niveles de servicio (tiempos de viajes y espera), de usuarios de transporte público	Disminuye capacidad vial de vehículos de transporte privado	Impacta negativamente al Ruido, mejora la contaminación
	MT5	Flujo No motorizado (Peatonal+ciclos)	Mejora uso modos Sustentables, disminuye flujo vehicular	Aumenta requerimientos de veredas y ciclo vías	Impacto Positivo al Ruido , la contaminación atmosférica y la Temperatura
	MT6	Acceso al Transporte Publico (paradas Buses, paraderos de Taxicolectivos, Estaciones de Metro, Estaciones Intermodales)	Mejoran los transbordos entre modos, ordenan la operación vial, mejoran la seguridad vial y la accesibilidad a modos de transporte público masivo.	Aumenta necesidad de obras de intermodalidad en espacio público entre modos como: Peatones, Metro, buses, txc , autos , bicicletas entorno a Estaciones de metro	Impacto Positivo al Ruido , la contaminación atmosférica y la Temperatura
	MT7	Densidad de Semáforos	Mejora la Seguridad Vial y Peatonal y también la operación vehicular	Aumenta contaminación visual, disminuye espacio público de veredas.	Impacto Negativo a la contaminación atmosférica y a la Temperatura (mayor ralentí de motores), evita riesgos de accidentes.
	MT8	Flujo de Transporte de Carga	Aumenta la saturación Vial, mejora el traslado de bienes y productos	Se apropia de espacio público y zonas no permitida para carga y descarga de productos	Impacta negativamente al Ruido , la contaminación atmosférica y la Temperatura
	MT9	Velocidad Media por Modo	Alerta sobre medidas y requerimientos de medidas de seguridad vial	Requiere espacio público con otros destinos para medidas de seguridad vial	Mayor velocidad de circulación mejora contaminación atmosférica, pero aumenta el ruido

NOTA TIPO DE RELACION: **LOGRA OBJETIVOS DEL ESTUDIO** **CON PRO Y CONTRAS** **NO LOGRA OBJETIVOS**

Fuente: Elaboración Propia

El cuadro siguiente presenta de acuerdo a los objetivos que persigue el estudio (celdas en color verde de la figura anterior), las principales relaciones entre variables identificadas por grupo.

CUADRO Nº2.4-6: RELACIONES PRINCIPALES E VARIABLES IDENTIFICADAS

GRUPOS INDICADORES	OBJETIVOS	RELACIONES PRINCIPALES DE VARIABLES IDENTIFICADAS
CLIMA Y CONTAMINACION	Impacto ambiental en la comuna de cambios en la elección de modos de viajes y localización de distintos usos de suelo	Temperatura con Vialidad estructurante
		Contaminación con facilidades Transporte Público
		Contaminación con superficie de veredas
		Ruido con Vialidad Estructurante
		Contaminación con Densidad Residencial
ACCESIBILIDAD Y CONECTIVIDAD	Impacto en la accesibilidad y movilidad de las distintas zonas y sectores de la comuna producto del mejoramiento de facilidades a los modos de transporte público y modos no motorizados	Velocidad con facilidades Transporte Publico
		Flujo No motorizado con Acceso al Transporte Publico
		Saturación Vial con Densidad Residencial
		Saturación Vial con Superficie Otros Usos
		Velocidad con km de ciclovías
LOCALIZACION DE USOS DE SUELO	Impacto en la distribución de los distintos usos de suelo producto de cambios en la accesibilidad y conectividad y variables climáticas de la comuna.	Densidad residencial con Acceso a Transporte Público
		Densidad residencial con Acceso a espacios recreativos
		Densidad residencial con Acceso a áreas verdes
		Oferta espacio peatonal con Saturación Vial

Fuente: Elaboración Propia

El análisis de variables por año de corte y escenario en las siguientes tareas del estudio se realizará usando la siguiente formulación:

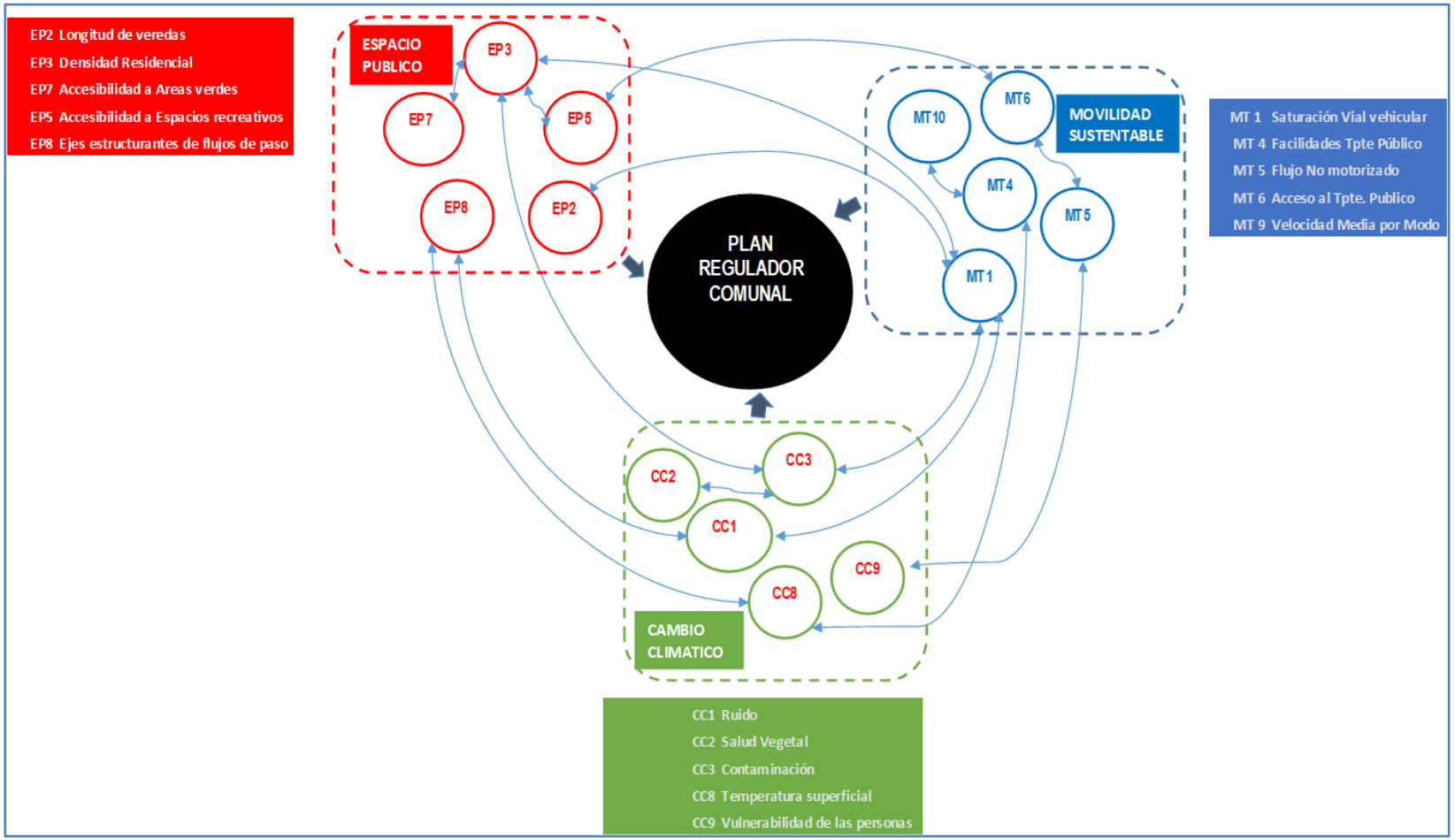
$$IXi^{t,E} = \frac{(Xi^{t,E} - Xi^{0})}{Xi^{0}}$$

donde:

IXi = Indicador variable *X* de la zona
Xi^{0} = Valor de variable *X* año *0*
Xi^{t} = Valor de variable *X* año *t*

La figura siguiente presenta las relaciones principales de variables identificadas.

FIGURA Nº 2.4-3: RELACIONES PRINCIPALES DE VARIABLES IDENTIFICADAS



Fuente: Elaboración propia.

2.5 Tarea 5. Preparación de Base Cartográfica y SIG del estudio

La información levantada georrefenciable, es presentada en una base cartográfica apta para una plataforma de Sistema de Información Geográfica (SIG), de fácil comprensión y acceso para todos los usuarios. Dentro de estas coberturas se localizan los archivos de la información catastrada, debidamente identificada, para el fácil acceso y análisis de las relaciones.

Esta tarea se complementó como parte del desarrollo del estudio, a medida que se produjeron los procesamientos de la información medida en terreno y los indicadores de análisis.

La información corresponde en general a datos en formato shapefile, pero también en formato raster. Los datos son comunales a escala de pixel (raster), manzanas, ejes y zonas del estudio.

Toda la información generada en formato SIG se presenta en el anexo digital 5. A continuación se describe como se estructura el SIG resultante del estudio en este anexo

2.5.1 SIG Urbanismo

Dentro del anexo digital 5.1 se ha organizado toda aquella información geográfica generada dentro del equipo de trabajo de variables urbanas de este estudio. Tal como se acordó con el equipo municipal se han estructurado temáticamente y se han excluido las bases ordinarias provenientes de fuentes públicas, centrando este anexo en las nuevas capas de información construida en el marco de este estudio.

Este anexo se ha estructurado en 4 partes:

a. **Bases SIG:** donde se generaron analíticas a nivel de corredores que representan su comportamiento frente a diversas variables urbanas para luego construir indicadores compuestos.

b. **Isócronas:** dentro de este apartado se encuentra el análisis temático que muestra en términos objetivos los índices de accesibilidad a bienes y servicios urbanos por zona, acorde a isócronas que se fijaron en base a estándares SIEDU ó internacionales en su defecto.

c. **Estudio ESTRAUS:** en este componente se presentan análisis de tendencias asociadas al escenario base ESTRAUS a nivel de zona (en este caso de variables urbanas), como paso previo al armado de los escenarios 1 al 3, que son los propuestos.

d. **Escenarios 1 al 3:** en este compendio temático se agruparon todas las actualizaciones de variables urbanas, que reflejan los cambios que se generan de escenario a escenario. En otras palabras, se actualizaron los mapas de accesibilidad e isócronas de las variables afectadas.

A continuación, una tabla sumario de la información que se encuentra en el Anexo 5.1 Urbanismo, donde además de los archivos shp se puede encontrar una tabla extendida del contenido.

CUADRO Nº2.5-1: INFORMACION SIG URBANISMO

Carpeta	Nombre
202212_BASE GIS	Corredores análisis accidentalidad
	Corredores análisis cobertura arbórea
	Corredores análisis comercio
	Corredores análisis de trama urbana
	Corredores análisis densidad habitacional
	Corredores análisis ruido
	Corredores análisis tº
	Corredores análisis vereda continua
	Corredores base análisis total (Confort)
	Corredores base análisis total (Seguridad)
	Corredores base análisis total (Atractivo)
202212_Estudio ESTRAUS	Grado de consolidación
	20220526_zonas ESTRAUS m2 agregar
202212_Isocronas	Plazas
	Plazas puntos
	Plazas_Isocrona 400 m
	Plazas_Isocrona 400 m_Por zona
	Permiso Ed_Consolidado vivienda
	Permiso Ed_Consolidado no vivienda
	Parques
	Parques puntos
	Parques_Isocrona 800 m por zona
	Parques_Isocrona 800 m
	Area Verde Isocrona por zona
	Metro puntos
	Metro_Isocrona 600 m
	Metro_Isocrona 600 m_Por zona
	Comercio mayor
	Comercio mayor_Isocrona 1000 m
	Comercio mayor_Isocrona 1000 m_Por zona
	EA7-PA_EDIF_AISLADA_MAX_7_PISOS_PERMITE_ADOSAMIENTO
	EA5-PA_EDIF_AISLADA_MAX_5_PISOS_PERMITE_ADOSAMIENTO
	ciclovia
	ciclovia ciclovias_u_oa
	Ciclovia_Isocrona 600 m_Por zona
	Ciclovia_Isocrona 600 m_Por zona
	Equipamiento_Educacion
	Eq Educacion_Isocrona 1000 m
	Eq Educacion_Isocrona 1000 m_Por zona
	Equipamiento_Salud
	Eq Salud_Isocrona 1000 m
	Eq Salud_Isocrona 1000 m_Por zona
	Equipamiento_Cultura y deporte
	Eq Cult y Dep_Isocrona 1000 m
	Eq Cult y Dep_Isocrona 1000 m_Por zona
	Paraderos puntos
	Paraderos_Isocrona 600 m
	Paraderos_Isocrona 600 m_Por zona
	Zonas tácticas
	Acceso zonas ESTRAUS
	Densidad hab por zona tactica
	Hogares por zona tactica (hog por ha)
	Dependiente y SIEDU
202212_Escenarios 1-3	ciclovia Esc base
	Ciclovia_Esc 2
	Ciclovia_Esc 3
	20220905_Zonas estraus accesibilidad
	20220905_accesibilidad ciclo 1
	Ciclovia_Isocrona 600 m
	Ciclovia_Isocrona 600 m_Por zona
	20220905_isocrona e2
	Ciclovia E2_Isocrona 600m
	Ciclovia E2_Isocrona por zona
	20221024_Isocrona e3
	points e3

Fuente: Elaboración Propia

2.5.2 SIG Clima y Riesgo

El SIG del área de Clima y Riesgo está reportado en los Anexos 5.2 y contiene los datos espaciales utilizados en esta dimensión del estudio, tanto en formato shapefiles como raster, contemplando un total de 38 capas entre fuentes públicas y datos generados por el equipo. El anexo contiene un glosario con las capas utilizadas y la descripción de sus atributos, estructurándose en dos partes:

a**. Clima:** contiene las coberturas vectoriales de datos sobre contaminación del aire, estaciones metereológicas y sus reportes de olas y heladas, la localización de los Ibutton que registraron humedad y temperatura del aire, ruido y las zonas climáticas Locales. Esta sección contiene también datos en formato raster como el NDVI, la temperatura superficial en verano, las tendencias de temperatura decadales en invierno y verano, y las diferencias de temperatura en verano.

b. Riesgos: contiene los datos según su dimensión del riesgo, sea amenaza, vulnerabilidad y riesgo integrado. En las amenazas se encuentran los datos espaciales referidos a dinámicas naturales como inundaciones, comportamiento sísmico del suelo, ruido ambiente, entre otras variables detalladas en el glosario y que permitieron construir un Índice de Multiamenaza Integrado. La carpeta de vulnerabilidad contiene datos de condicionantes sociales y urbanas, como población flotante, densidad, hacinamiento, calidad de la vivienda, distancias a infraestructura de movilidad, entre otros, lo que derivó en construir los Índices de Vulnerabilidad de las Personas, de las Viviendas y de las Infraestructuras. El riesgo integrado corresponde al Índice de Riesgo generado por el equipo y que relaciona las variables de amenaza y vulnerabilidad. Finalmente, se encuentra la carpeta con el Índice de Vulnerabilidad de las Personas proyectado hacia el 2030.

El cuadro siguiente presenta un catálogo con la información analizada desde el punto de vista del área de Clima y Riesgos.

CUADRO Nº2.5-2: CATALOGO DE INFORMACION DE CLIMA Y RIESGO

N° Figura	Nombre	Tipo	Fuente	Método	Proyección
2.3.1	Zonas climáticas locales de Providencia	Shapefile/Kmz	Elaboración propia	Fotointerpretación imágen google earth (año 2021)	SIRGAS Chile
2.3.4	Promedio temperatura superficial, veranos 2013-14 a 2020-21	Raster	Elaboración propia a partir de imágenes satelitales Landsat	Procesamiento de imágenes satelitales Landsat de verano (dic-ene-feb) en software Google earth engine	SIRGAS Chile
2.3.6	Diferencia tem superatura superficial verano 2013-14 y verano 2020-21	Raster	Elaboración propia a partir de imágenes promedio temperatura superficial, veranos 2013-14 a 2020-21	Cálculo diferencia entre ambas imágenes en software ArcGis Pro	SIRGAS Chile
2.3.8	Localización Ibutton	Shapefile/Kmz	Elaboración propia	Geocodificación de instrumentos a partir de la dirección en la que fueron localizados	SIRGAS Chile
2.3.12	Distribución espacial heladas y olas de calor promedio.	Shapefile	Elaboración propia a partir de valores mínimos y máximos de temperatura (2004 - 2021) registrados por estaciones de la Red SINCA y MeteoChile	Cálculo número de heladas (jun-jul-ago) y olas de calor (nov-dic-ene-feb-mar) en cada estación	SIRGAS Chile
2.3.18	Distribución espacial de NO2 en invierno	Raster	Elaboración propia	Contaminación de NO2 para invierno	SIRGAS Chile
2.3.19	Distribución espacial O3 en Verano	Raster	Elaboración propia	Contaminación de O3 para verano	SIRGAS Chile
2.3.20	Distribución espacial Material Particulado Fino.	Raster	Elaboración propia	Contaminación de partículas finas para invierno	SIRGAS Chile
2.3.21	NO2 y MP 2.5 en Providencia	Shapefile	Elaboración propia	Mapa a escala de manzanas con ambas variables en leyenda bivariada	SIRGAS Chile
2.3.22	NO2 y O3 en Providencia	Shapefile	Elaboración propia	Mapa a escala de manzanas con ambas variables en leyenda bivariada	SIRGAS Chile
2.3.25	Emisiones en Providencia de CO2 (toneladas por año) año 2016.	Shapefile	Elaboración propia	Fuentes de emisión	SIRGAS Chile
2.3.26	Grilla ARCLIM v/s superficie comuna de Providencia.	Raster	Grilla utilizada en Atlas de Riesgo Climático (ARCLIM, 2020)	visualización en ArcGis Pro	SIRGAS Chile
2.4.2	Niveles de inundación en la comuna de Providencia.	Raster	Curvas de nivel y altura de las edificaciones en Providencia	Elaboración de un Modelo de Elevación Digital en base a datos topográficos, al cual se incorporó datos de altura de los edificios. Con ello, se elaboró un Índice de Humedad Topográfica.	SIRGAS Chile

N° Figura	Nombre	Tipo	Fuente	Método	Proyección
2.4.3	Composición de las unidades de suelo en la comuna de Providencia de acuerdo con su respuesta sísmica	Raster	Valenzuela (1979)	Georreferenciación de cartografía de composición de las unidades de suelo en estudio de Valenzuela (1979) para el caso de la comuna de Providencia. Intersección de la capa georreferenciada con manzanas censales 2017.	SIRGAS Chile
2.4.4	NDVI verano promedio entre 2016-2017 y 2020-21	Raster	Elaboración propia a partir de imágenes satelitales Sentinel	Procesamiento de imágenes satelitales Sentinel de verano (dic-ene-feb) en software Google earth engine	SIRGAS Chile
2.4.5	Diferencia NDVI verano últimos cinco años (2020/2021 - 2016/2017).	Raster	Elaboración propia a partir de imágenes NDVI promedio, veranos 2016-17 y 2020-21	Cálculo diferencia entre ambas imágenes en software ArcGis Pro	SIRGAS Chile
2.4.6	Niveles de ruido asociado a ejes viales en la comuna de Providencia.	Raster	Elaboración propia en base a Instituto de Acústica de la Universidad Austral de Chile. (2016). Actualización del Mapa de Ruido del Gran Santiago. Santiago: Subsecretaría del Medio Ambiente, Ministerio del Medio Ambiente	Mapa asociado al ruido diurno en dB para la región metropolitana	SIRGAS Chile
2.4.7	Niveles de ruido asociado a manzanas en la comuna de Providencia.	Shapefile	Instituto de Acústica de la Universidad Austral de Chile. (2016). Actualización del Mapa de Ruido del Gran Santiago. Santiago: Subsecretaría del Medio Ambiente, Ministerio del Medio Ambiente	Mapa asociado al ruido diurno en dB para la comuna a nivel de manzana	SIRGAS Chile
2.4.8	Porcentaje de Mujeres Jefas de Hogar según zona Censal	Shapefile	Instituto Nacional de Estadísticas - Censo de Población y Vivienda (2017)	Procesamiento en Redatam7 para extracción de variable de mujeres jefas de monoparentales según el total a nivel de zona censal para la comuna de Providencia. Espacialización de los datos mediante Arcgis Pro.	SIRGAS Chile
2.4.9	Porcentaje de Hogares Monoparentales según zonas censales	Shapefile	Instituto Nacional de Estadísticas - Censo de Población y Vivienda (2017)	Procesamiento en Redatam7 para extracción de variable de proporción de hogares monoparentales según el total a nivel de zona censal para la comuna de Providencia. Espacialización de los datos mediante Arcgis Pro.	SIRGAS Chile
2.4.10	Porcentaje de población entre 0 y 5 años por manzana	Shapefile	Instituto Nacional de Estadísticas - Censo de Población y Vivienda (2017)	Mediante Arcgis Pro se identificó la proporción de población en este rango etario de acuerdo con el total en cada manzana de la comuna de Providencia.	SIRGAS Chile

N° Figura	Nombre	Tipo	Fuente	Método	Proyección
2.4.11	Porcentaje de población entre 6 y 15 años por manzan	Shapefile	Instituto Nacional de Estadísticas - Censo de Población y Vivienda (2017)	Mediante Arcgis Pro se identificó la proporción de población en este rango etario de acuerdo con el total en cada manzana de la comuna de Providencia.	SIRGAS Chile
2.4.12	Porcentaje de población sobre 65 años por manzana	Shapefile	Instituto Nacional de Estadísticas - Censo de Población y Vivienda (2017)	Mediante Arcgis Pro se identificó la proporción de población en este rango etario de acuerdo con el total en cada manzana de la comuna de Providencia.	SIRGAS Chile
2.4.13	Niveles de concurrencia de población flotante por zonas ESTRAUS	Shapefile	Encuesta Origen Destino (SECTRA, 2012)	Los datos de la EOD (2012) para la Región Metropolitana fueron espacializados mediante Arcgis Pro, identificando a los usuarios con destino Providencia pero con un origen distinto. Los datos fueron intersectados con las Zonas ESTRAUS de SECTRA para concoer el nivel de concurrencia en cada zona.	SIRGAS Chile
2.4.14	Manzanas que cumplen con distancia máxima a Parques Urbanos según CNDU.	Shapefile	Sistema de Indicadores y estándares urbanos (SIEDU), CNDU 2019	Cálculo de manzanas que cumplen con estándar mínimo de distanciamiento (3000 metros). Se utiliza base de datos ya espacializada SIEDU	SIRGAS Chile
2.4.15	Manzanas que cumplen con distancia máxima a Parques Urbanos según CNDU.	Shapefile	Sistema de Indicadores y estándares urbanos (SIEDU), CNDU 2019	Cálculo de manzanas que cumplen con estándar mínimo de distanciamiento (400 metros). Se utiliza base de datos ya espacializada SIEDU	SIRGAS Chile
2.4.16	Manzanas que cumplen con distancia máxima a paraderos.	Shapefile	Sistema de Indicadores y estándares urbanos (SIEDU), CNDU 2019	Cálculo de manzanas que cumplen con estándar mínimo de distanciamiento (3000 metros). Se utiliza base de datos ya espacializada SIEDU	SIRGAS Chile
2.4.17	Manzanas que cumplen con distancia máxima a ciclovías.	Shapefile	Sistema de Indicadores y estándares urbanos (SIEDU), CNDU 2019	Cálculo de manzanas que cumplen con estándar mínimo de distanciamiento (3000 metros). Se utiliza base de datos ya espacializada SIEDU	SIRGAS Chile
2.4.18	Radiación solar en Providencia.	Raster	Índice de Humedad Topográfico	Mediante Arcgis Pro se determinó la radiación solar en áreas en unidades de vatios hora por metro cuadrado en un intervalo de 150 días.	SIRGAS Chile
2.4.19	Puntos críticos del sistema de evacuación de aguas lluvia según ONEM	Shapefile	ONEMI (2021)	Fotointerpretación de los puntos críticos identificados en la comuna de Providencia de acuerdo con el vistor cartográfico web de gestión de riesgo de desastres de la ONEMI.	SIRGAS Chile
2.4.20	Densidad de las viviendas por manzana en la comuna de Providencia	Shapefile	Instituto Nacional de Estadísticas - Censo de Población y Vivienda (2017)	Mediante Arcgis Pro se calculó la densidad habitacional de acuerdo con la cantidad de viviendas según la superficie de las manzanas por hectárea.	SIRGAS Chile
2.4.21	Porcentaje de viviendas con hacinamiento medio y alto según	Shapefile	Instituto Nacional de Estadísticas - Censo de Población y Vivienda (2017)	Procesamiento en Redatam7 para cálculo de hacinamiento medio y alto a nivel de zona censal para la comuna de Providencia. El	SIRGAS Chile

N° Figura	Nombre	Tipo	Fuente	Método	Proyección
	zonas censales en la comuna de Providencia			porcentaje final suma ambos tipos de hacinamiento. Espacialización de los datos mediante Arcgis Pro.	
2.4.22	Cantidad de viviendas construidas con materiales precarios según manzanas en la comuna de Providencia	Shapefile	Instituto Nacional de Estadísticas - Censo de Población y Vivienda (2017)	Definición mediante Arcgis Pro de número del viviendas construidas con materiales precarios en la comuna de Providencia.	SIRGAS Chile
2.4.23	Grupos Socioeconómicos en la comuna de Providencia	Shapefile	Elaborado a partir del Índice Sociomaterial Territorial del Observatorio de Ciudades de la PUC (2017)	Mediante Arcgis Pro se espacializó a nivel de zona censal el Grupo Socioeconómico promedio definido por el ISMT.	SIRGAS Chile
2.4.25	Índice de Vulnerabilidad de las Personas para la comuna de Providencia.	Shapefile	Elaboración propia en base a cruce de variables de vulnerabilidad de las personas	Integración de las variables consideradas en la dimensión de vulnerabilidad de las pesonas, sumando los campos clasificados en Arcgis Pro según niveles de vulnerabilidad a escala likert (de 1 a 3)	SIRGAS Chile
2.4.27	Índice de Vulnerabilidad de la Infraestructura para la comuna de Providencia.	Shapefile	Elaboración propia en base a cruce de variables de vulnerabilidad de la infraestructura	Integración de las variables consideradas en la dimensión de vulnerabilidad de la infraestructura, sumando los campos clasificados en Arcgis Pro según niveles de vulnerabilidad a escala likert (de 1 a 3)	SIRGAS Chile
2.4.29	Índice de Vulnerabilidad de las Viviendas para la comuna de Providencia.	Shapefile	Elaboración propia en base a cruce de variables de vulnerabilidad de las viviendas	Integración de las variables consideradas en la dimensión de vulnerabilidad de las viviendas, sumando los campos clasificados en Arcgis Pro según niveles de vulnerabilidad a escala likert (de 1 a 3)	SIRGAS Chile
2.4.31	Índice de Vulnerabilidad Integral para la comuna de Providencia.	Shapefile	Elaboración propia en base a cruce de variables de vulnerabilidad de las personas, infraestructura y viviendas.	Integración de los tres índices de vulnerabilidad, sumando los campos clasificados en Arcgis Pro.	SIRGAS Chile
2.4.33	Índice Multiamenaza para la comuna de Providencia.	Shapefile	Elaboración propia en base a cruce de variables asociadas a multiamenazas en la comuna	Integración de las amenazas previamente clasificadas en niveles, sumando los campos mediante Arcgis Pro para obtener un índice de multiamenaza integrado.	SIRGAS Chile
2.4.35	Índice de Riesgo Integral a escala de manzana para la comuna de Providencia.	Shapefile	Elaboración propia en base a cruce de variables asociadas a multiamenazas y vulnerabilidad en la comuna	El riesgo integral se calculó como el producto entre el índice de vulnerabilidad integral y el índice de multiamenaza, multiplicando ambos campos mediante Arcgis Pro.	SIRGAS Chile

Fuente: Elaboración Propia

2.5.3 SIG Transporte

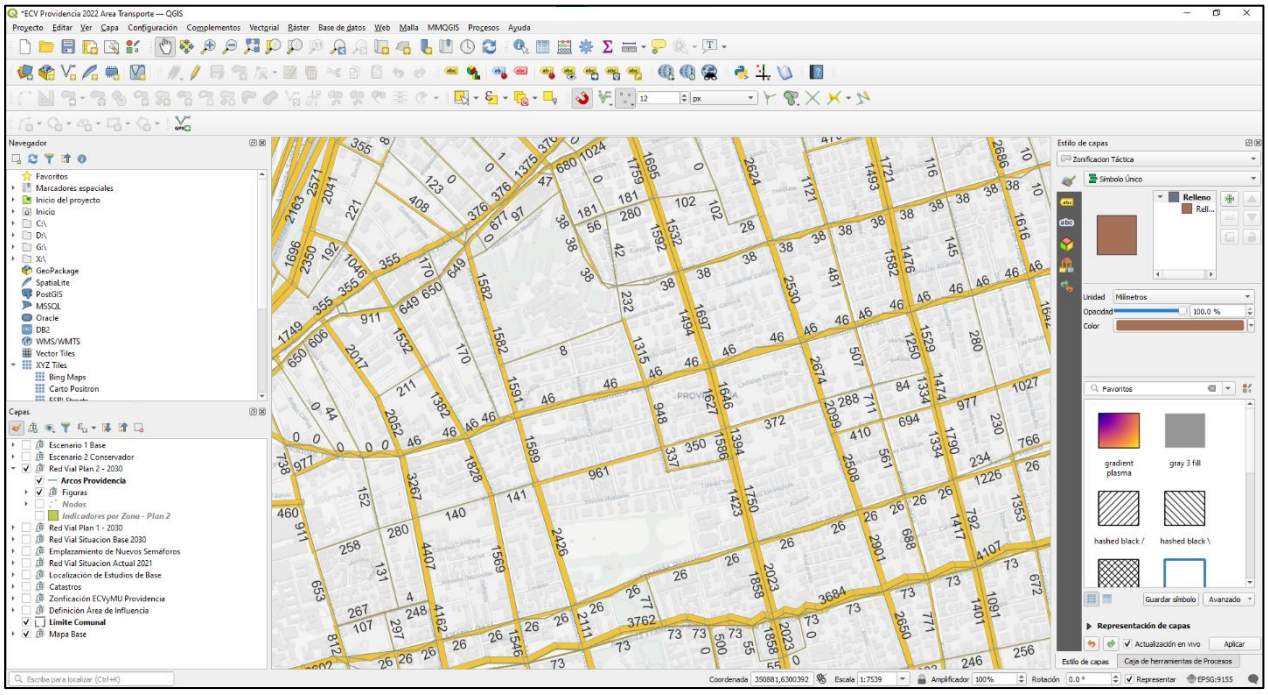
El SIG del área de transporte se reporta en el anexo digital 5.3 y resume la información de tránsito, de catastros físicos y operativos de la red vial comunal, las variables de transporte agregadas y las relaciones entre variables de las áreas del estudio, que fueron desarrolladas en las distintas tareas.

La información del anexo 5.1 se encuentra agrupada bajo las siguientes carpetas digitales:

- **Catastros:** Corresponde a información recopilada por el consultor para efectos de este estudio. Se incluye información sobre semáforos y taxis colectivos, entre otros.
- **Definiciones:** Se incluyen elementos de definición, como límites comunales, área de análisis, zonificación de carácter estratégico y táctico.
- **Escenarios de Demanda**: Corresponde a la información de orígenes y destinos entregada en cada Escenario de Demanda desarrollado en la Etapa 4.
- **Estudios de Base:** Localización y Resultado de las mediciones efectuadas en terreno por el consultor.
- **Redes Viales**: Incluye codificación y resultados de modelación de todas las redes simuladas por el consultor e indicadores asociados.
- **Relaciones entre variables**: Corresponde al análisis de información a partir de lo reportado en las redes viales.

Para la visualización de información se entrega un archivo compatible con el software QGIS, que permite visualizar las figuras generadas con el formato de este informe.

FIGURA Nº 2.5-1: VISUALIZACIÓN DEL SIG DE TRANSPORTE



Fuente: Elaboración propia

2.6 Tarea 6. Entrega Informe de Avance Etapa 2

Al terminar la Etapa 2 se entregó el informe de avance correspondiente y se realizó una reunión para resumir los principales resultados del trabajo.

3 Etapa 3: Diagnóstico de la Situación Actual

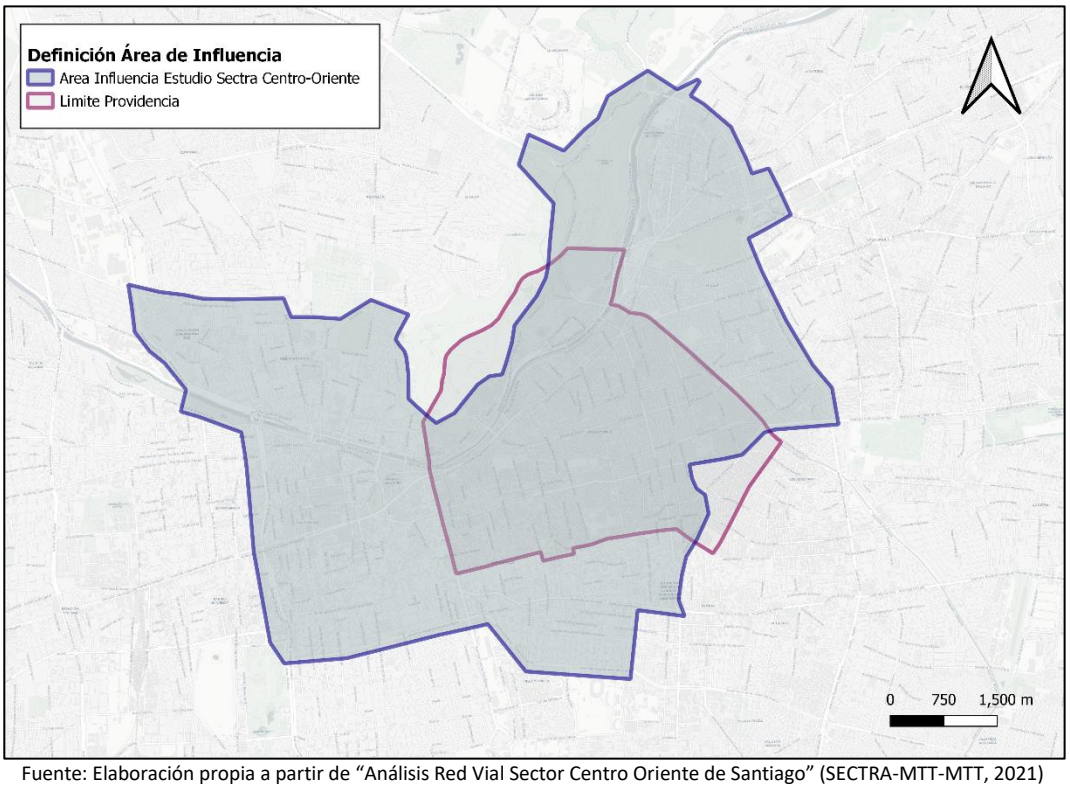
3.1 Tarea 7. Vehículos Motorizados

La caracterización de la operación de los vehículos motorizados se realiza en base al modelo táctico SATURN, en conjunto con el modelo de optimización de semáforos TRANSYT. La calibración de este modelo se presenta en la Tarea 11, para lo cual se requiere información referencial, que se presenta en la presente tarea.

3.1.1 Estudio Referencial

Como referencia, se utilizó la información obtenida del estudio "Análisis Red Vial Sector Centro Oriente de Santiago" (SECTRA-MTT-MTT, 2021). En este se modeló un área de influencia ampliada, incluyendo sectores emplazados en las comunas de Santiago, Recoleta, Independencia, Vitacura, Las Condes y Ñuñoa.

FIGURA Nº 3.1-1: AREA DE INFLUENCIA ESTUDIO SECTRA-MTT-MTT CENTRO-ORIENTE



Fuente: Elaboración propia a partir de "Análisis Red Vial Sector Centro Oriente de Santiago" (SECTRA-MTT-MTT, 2021)

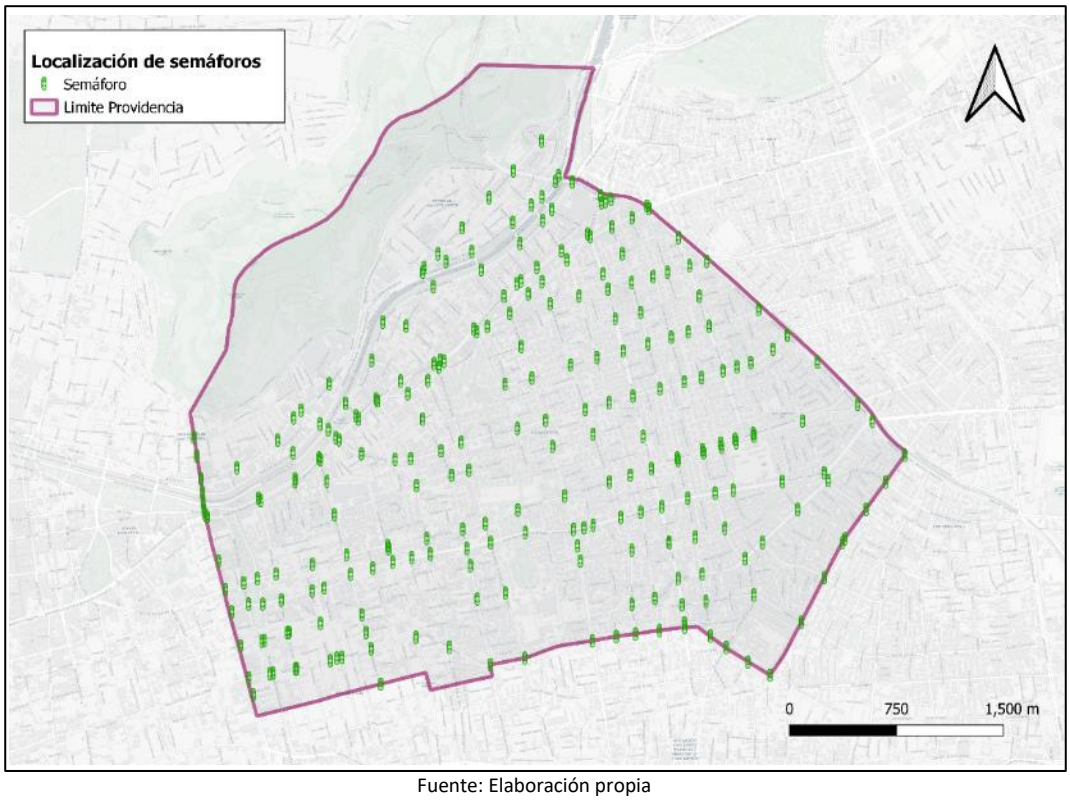
El estudio en cuestión es utilizado como referencia, tanto para diagnóstico previo como para establecer una base en las definiciones de la red de modelación de vehículos livianos.

3.1.2 Información de Semáforos

De la información recopilada por el consultor a partir de la información del estudio de referencia y consultas a la municipalidad, se identificó un total de **250 semáforos en la comuna**, incluyendo aquellos que limitan con otras comunas como Santiago, Ñuñoa, Las Condes y Recoleta.

Se presenta a continuación la ubicación de los semáforos identificados.

FIGURA Nº 3.1-2: LOCALIZACIÓN DE SEMÁFOROS EN COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia

Un reporte parcial de las programaciones de semáforos de la comuna de Providencia fue entregado por la municipalidad. La Municipalidad de Providencia levantó una solicitud a la Unidad Operativa de Control de Tránsito (UOCT) para obtener las programaciones restantes, estando en espera de respuesta al cierre de esta entrega.

3.1.3 Flujo Vehicular

Los flujos vehiculares, considerando vehículos livianos, de carga y transporte público, proviene de los antecedentes levantados en terreno, que se reportan a continuación.

3.1.3.1 Reporte de Mediciones de Flujos en Puntos de Control

Se presenta un resumen de resultados de las mediciones de flujo que serán utilizadas para calibrar. Se dispone de **45 puntos de control; 15 continuas (detalles en Tarea 3.4) y 30 periódicas (detalles en Tarea 3.9)**, que se presentan a continuación.

CUADRO Nº3.1-1: PUNTOS DE MEDICIÓN

CONTINUAS

PC	Ubicación
C01	Los Conquistadores con El Cerro
C02	Nueva de Lyon con Andrés Bello
C03	Santa María con La Concepción
C04	Pedro de Valdivia con Providencia
C05	Tobalaba con Providencia
C06	Eliodoro Yáñez con Providencia
C07	Rancagua con General Bustamante
C08	Pocuro con Tobalaba
C09	Francisco Bilbao con Ricardo Lyon
C10	Santa Isabel con Salvador
C11	Pedro Lautaro Ferrer con Los Leones
C12	Diego de Almagro con Hernando de Aguirre
C13	Manuel Montt con Diagonal Oriente
C14	Antonio Varas con Pocuro
C15	Suecia con Eliodoro Yáñez

PERIÓDICAS

PC	Ubicación
P01	Eliodoro Yáñez con Marchant Pereira
P02	Eliodoro Yáñez con Thayer Ojeda
P03	Eliodoro Yáñez con Manuel Montt
P04	Ricardo Lyon con Francisco Bilbao
P05	Ricardo Lyon con Lautaro Ferrer
P06	Francisco Bilbao con José Manuel Infante
P07	Pedro de Valdivia con Pedro Lautaro Ferrer
P08	Pedro de Valdivia con Mar del Plata
P09	Tobalaba con Eliodoro Yáñez
P10	Carlos Antúnez con Pedro de Valdivia
P11	Carlos Antúnez con Holanda
P12	Pocuro con Amapolas
P13	Rancagua con Salvador
P14	Providencia con Tobalaba
P15	Providencia con Seminario
P16	Bellavista con Calle del Arzobispo
P17	Holanda con Carmen Sylva
P18	Av. Andrés Bello con Almirante Pastene
P19	Av. Providencia con Nuncio Sotero Sanz
P20	El Bosque Sur con Lota
P21	Suecia con Pocuro
P22	Bilbao con Amapolas
P23	Antonio Varas con Diagonal Oriente
P24	Manuel Montt con Pocuro
P25	Seminario con Bilbao
P26	Santa Isabel con General Bustamante
P27	Andrés Bello con La Concepción
P28	Pedro de Valdivia con Los Conquistadores
P29	Ricardo Lyon con Santa María
P30	Los Leones con Providencia

Fuente: Elaboración Propia

Se determinó el flujo para la hora representativa de cada período, siguiendo la periodización obtenida durante la Etapa 2 del estudio.

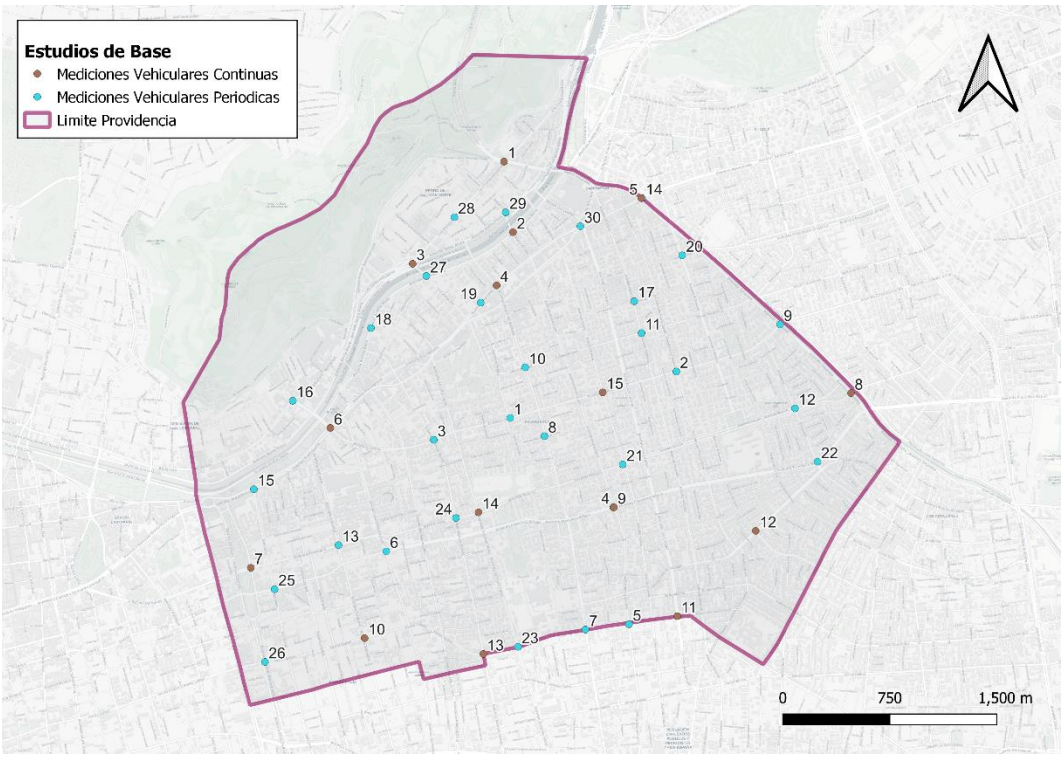
CUADRO Nº3.1-2: HORA REPRESENTATIVA Y PERIODIZACIÓN DIA LABORAL MODOS MOTORIZADOS

Denominación Período	Hora Representativa	Horarios de Medición
Punta Mañana (PMA)	08:00 - 09:00	07:45 - 09:15
Punta Mediodía (PMD)	13:00 – 14:00	12:45 – 14:15
Punta Tarde (PTA)	18:00 - 19:00	17:45 - 19:15

Fuente: Elaboración propia

La siguiente figura muestra la ubicación de los puntos de medición utilizados.

FIGURA Nº 3.1-3: UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN VEHICULAR



Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro siguiente, se presentan los totales de flujo obtenidos de los estudios para Punta Mañana, Punta Mediodía y Punta Tarde. En los Anexos Digitales 3.2 y 3.4 se presentan los flujos detallados por movimientos y sus respectivos diagramas.

CUADRO Nº3.1-3: CONTEOS DE FLUJO FINALES (VEH/HR)

Período	PC	Tipo de Vehículo										
		VL	BUS	BART	TAXI	TXC	BUI	CSI	CPE	MOTO	BIC	SCO
PMA	C01	4408	70	23	82	3	13	80	4	130	2	8
PMA	C02	3275	2	0	79	12	2	29	20	112	165	6
PMA	C03	4622	66	11	153	8	9	73	7	312	9	8
PMA	C04	1495	58	27	135	10	7	27	7	55	43	7
PMA	C05	3191	122	58	168	9	17	48	4	182	23	5
PMA	C06	5168	145	58	343	0	11	60	4	243	173	4
PMA	C07	2528	18	5	201	5	0	22	6	151	11	3
PMA	C08	3214	42	3	56	2	17	37	9	143	127	3
PMA	C09	4190	28	10	167	1	0	16	1	118	257	4
PMA	C10	3201	30	4	184	8	1	20	2	193	148	16
PMA	C11	3507	51	10	115	14	1	43	7	160	56	7
PMA	C12	1360	0	0	35	0	2	17	2	33	25	4
PMA	C13	2517	37	0	130	11	1	20	5	100	17	4
PMA	C14	3910	17	0	190	10	0	60	7	198	91	2
PMA	C15	2508	6	2	106	0	1	17	2	77	271	5
PMD	C01	3509	48	18	62	2	5	134	6	148	2	6
PMD	C02	2783	5	0	273	18	1	115	4	413	74	7
PMD	C03	4039	21	11	154	7	13	94	14	230	11	6
PMD	C04	1816	39	29	406	17	2	16	0	303	60	4
PMD	C05	2400	96	61	302	8	4	94	9	309	78	6
PMD	C06	4734	104	51	627	2	5	117	3	501	102	2
PMD	C07	1937	19	2	227	2	0	47	2	201	31	2
PMD	C08	3158	39	3	112	0	12	85	11	191	38	1
PMD	C09	3316	35	9	172	0	0	56	0	232	149	7
PMD	C10	2335	29	16	206	3	2	48	4	211	36	13
PMD	C11	3069	36	20	173	0	2	57	1	237	46	9
PMD	C12	1301	0	0	36	0	0	27	1	62	29	11
PMD	C13	2350	29	0	148	9	4	64	7	256	65	8
PMD	C14	2982	20	0	225	5	0	81	2	201	48	1
PMD	C15	2454	3	1	166	0	1	41	1	195	120	6
PTA	C01	4350	81	20	87	0	17	78	5	295	1	8
PTA	C02	3783	4	0	110	0	4	32	0	205	111	5
PTA	C03	4098	38	7	119	6	10	47	4	287	13	4
PTA	C04	2427	53	29	269	8	1	9	1	227	70	4
PTA	C05	1924	100	45	182	1	19	18	1	226	47	12
PTA	C06	4986	109	54	438	2	9	38	3	648	236	12
PTA	C07	2162	18	4	137	0	2	7	0	226	177	3
PTA	C08	3104	40	4	72	1	12	30	3	181	134	1
PTA	C09	3700	34	12	155	0	2	19	0	215	238	6
PTA	C10	3020	22	3	147	1	3	28	3	218	40	12
PTA	C11	2196	26	13	69	1	0	21	1	142	33	7
PTA	C12	2008	0	0	29	1	0	25	0	107	71	1
PTA	C13	3013	27	0	115	3	5	18	1	199	30	2
PTA	C14	3496	16	0	267	7	0	36	3	356	87	3
PTA	C15	2602	2	3	105	2	3	18	0	178	348	6
PMA	P01	2567	1	3	68	0	2	10	1	63	242	11
PMA	P02	2781	2	3	78	5	0	9	0	86	324	3
PMA	P03	2575	15	1	147	6	3	18	5	85	249	0
PMA	P04	3871	40	9	171	3	0	29	5	100	287	2
PMA	P05	2554	4	0	50	0	0	14	1	85	259	2
PMA	P06	1976	29	16	243	0	0	18	2	83	81	3
PMA	P07	2946	21	0	101	40	0	26	7	118	62	0
PMA	P08	2073	24	0	128	36	1	21	10	84	21	4

Período	PC	Tipo de Vehículo										
		VL	BUS	BART	TAXI	TXC	BUI	CSI	CPE	MOTO	BIC	SCO
PMA	P09	4328	27	10	92	2	5	43	3	156	64	0
PMA	P10	2725	26	0	158	43	3	30	18	120	25	3
PMA	P11	1494	5	0	79	0	1	13	2	62	18	0
PMA	P12	2980	0	0	95	0	0	34	0	136	41	0
PMA	P13	3805	43	11	264	4	3	46	3	221	118	1
PMA	P14	3191	122	58	168	9	17	48	4	182	23	5
PMA	P15	3322	156	75	462	7	13	39	5	273	83	1
PMA	P16	2315	6	6	109	3	0	16	2	50	29	1
PMA	P17	759	0	0	23	4	2	11	0	22	19	0
PMA	P18	2290	0	0	55	6	1	18	2	63	714	51
PMA	P19	862	53	24	125	16	3	7	0	37	17	0
PMA	P20	1444	0	0	40	1	0	14	1	60	95	2
PMA	P21	1988	2	1	94	4	0	37	0	130	29	3
PMA	P22	3531	40	15	88	0	1	39	1	87	47	1
PMA	P23	2638	8	5	107	1	0	23	4	90	208	0
PMA	P24	2511	15	0	200	5	1	43	4	148	61	0
PMA	P25	2778	18	8	250	0	0	38	7	142	82	1
PMA	P26	3124	43	6	84	7	2	67	0	170	298	8
PMA	P27	3406	11	0	75	12	5	63	15	129	900	14
PMA	P28	2170	21	4	55	5	3	21	4	45	122	4
PMA	P29	1887	33	0	59	3	3	37	12	181	91	0
PMA	P30	1619	79	40	139	1	9	20	1	60	13	1
PMD	P01	1848	0	1	130	0	0	45	3	154	197	5
PMD	P02	2232	3	1	158	1	0	37	2	199	148	0
PMD	P03	2683	27	5	203	5	0	104	6	268	67	0
PMD	P04	3449	27	7	239	0	0	109	6	247	115	5
PMD	P05	1884	11	0	74	1	2	34	2	194	148	6
PMD	P06	1923	15	5	212	0	0	85	6	229	73	1
PMD	P07	2591	30	0	166	39	2	73	1	265	50	0
PMD	P08	1847	23	1	169	45	0	49	15	160	17	2
PMD	P09	3535	29	7	107	1	1	54	3	198	62	3
PMD	P10	2896	23	2	228	50	0	66	17	268	17	0
PMD	P11	2125	2	1	143	0	0	41	4	192	42	1
PMD	P12	3270	0	0	120	0	3	65	9	188	15	3
PMD	P13	2861	19	10	355	5	0	98	8	321	90	4
PMD	P14	2400	96	61	302	8	4	94	9	309	78	5
PMD	P15	2782	48	20	381	1	2	131	7	263	66	1
PMD	P16	2229	11	5	135	0	0	53	6	122	43	0
PMD	P17	958	0	0	58	5	1	28	0	94	42	0
PMD	P18	2093	0	0	118	3	0	52	7	233	295	21
PMD	P19	946	34	17	267	16	0	33	1	188	41	0
PMD	P20	1492	0	0	80	0	1	37	2	170	97	5
PMD	P21	2584	0	0	157	0	0	81	7	179	47	1
PMD	P22	3194	33	6	123	0	3	77	9	189	25	1
PMD	P23	2414	27	0	176	4	0	55	3	273	147	0
PMD	P24	2527	21	3	212	4	1	83	10	344	45	0
PMD	P25	2260	23	8	259	0	2	121	11	227	43	1
PMD	P26	2926	6	0	178	2	2	83	3	248	253	13
PMD	P27	3717	10	0	182	1	1	101	15	283	382	20
PMD	P28	1959	20	7	83	1	3	45	5	108	118	4
PMD	P29	1636	11	10	56	3	3	30	8	142	55	3
PMD	P30	1356	49	33	281	0	2	71	3	237	21	1
PTA	P01	1769	4	2	66	0	1	24	3	170	248	4
PTA	P02	2025	3	2	85	4	2	16	4	156	298	6

Período	PC	Tipo de Vehículo										
		VL	BUS	BART	TAXI	TXC	BUI	CSI	CPE	MOTO	BIC	SCO
PTA	P03	2972	15	1	105	6	1	41	5	254	196	0
PTA	P04	2912	35	13	130	0	3	32	1	251	255	2
PTA	P05	1879	4	0	75	0	2	9	2	134	236	3
PTA	P06	2243	19	5	124	0	1	23	0	302	145	1
PTA	P07	3123	21	0	131	29	4	22	4	235	32	0
PTA	P08	2084	22	0	108	21	3	26	5	193	30	3
PTA	P09	3228	32	7	82	3	4	46	5	154	91	4
PTA	P10	3319	25	1	151	31	4	32	12	214	56	0
PTA	P11	2609	4	1	103	0	2	27	2	140	51	0
PTA	P12	2816	0	0	59	1	1	26	1	163	22	1
PTA	P13	3561	35	11	226	0	2	15	1	312	170	2
PTA	P14	1924	100	45	182	1	19	18	1	226	47	8
PTA	P15	2938	136	57	270	0	8	47	1	345	106	1
PTA	P16	2788	6	2	88	4	1	24	0	336	65	2
PTA	P17	1156	0	0	40	7	1	13	0	89	40	0
PTA	P18	1937	0	0	65	1	0	6	2	149	784	34
PTA	P19	1209	51	33	216	16	3	2	0	240	27	1
PTA	P20	2099	0	0	68	0	3	8	3	164	128	1
PTA	P21	2708	0	0	78	2	1	17	1	184	128	3
PTA	P22	2887	37	15	95	0	2	48	1	198	59	1
PTA	P23	2469	13	5	93	2	3	27	3	179	221	0
PTA	P24	2974	13	0	117	3	0	19	0	332	96	0
PTA	P25	2073	36	16	160	0	2	39	1	264	105	0
PTA	P26	2851	7	0	138	1	10	47	4	228	470	11
PTA	P27	3516	12	0	84	1	6	14	5	200	869	27
PTA	P28	2079	33	8	55	1	5	25	4	175	307	6
PTA	P29	1160	10	9	48	2	3	6	1	120	171	0
PTA	P30	1571	79	45	198	0	14	17	0	254	42	0

Fuente: Elaboración propia en base a mediciones
VL: Vehículos Livianos, BUS: Buses Red, BART: Buses Red Articulados, TXC: Taxi Colectivo
BUI: Buses Interurbanos y Otros, CSI: Camión Simple, CPE: Camión Pesado, BIC: Bicicleta, SCO: Scooter

3.1.3.2 Reporte de Mediciones de Rotación de Estacionamientos

Siguiendo lo planteado en la Tarea 3.9, se identificaron cinco puntos cercanos a generadores y atractores de viajes, buscando estudiar los patrones de estacionamiento del sector. Los puntos de medición seleccionados se detallan en el siguiente cuadro.

CUADRO Nº 3.1-4: PUNTOS DE CONTROL PARA MEDICIÓN DE ROTACIÓN DE ESTACIONAMIENTOS

PC	Calle	Tramo Medición
1	Av. Italia	Marín y Santa Isabel
2	Lota	Suecia y Los Leones
3	Alfredo Barros Errazuriz	Marchant Pereira y Pedro de Valdivia
4	Arzobispo Fuenzalida	Diego de Almagro y El Aguilucho
5	General Bustamante	Francisco Bilbao y Rancagua

Fuente: Elaboración propia.

La información recopilada contempla, entre otros datos:

- Cantidad de estacionamientos, según ubicación propuesta.
- Ocupación de cada plaza de estacionamiento identificada, indicando la Placa Patente Única (PPU) en la hora de medición.

A partir de la información recopilada se elaboraron perfiles de carga horaria en cada uno de los tramos medidos. Cabe considerar que lo presentado corresponde únicamente a la demanda legal, sin contar vehículos estacionados en ubicaciones no permitidas (aceras, accesos, plazas, grifos, entre otros). Se presentan a continuación los resultados obtenidos en cada eje estudiado.

3.1.3.2.1 Avenida Italia

El tramo estudiado comprende un total **57 plazas de estacionamientos**, todas fuera de la calzada de circulación. El detalle corresponde a 32 plazas en el costado poniente de la avenida y 25 plazas al oriente de esta.

El tramo presenta una actividad de borde altamente comercial, lo que ha llevado a reconvertir una gran cantidad de estacionamientos para otros usos, como la habilitación de mesas de restaurante o con meros fines ornamentales.

También, debido al horario de funcionamiento de algunos locales, existen plazas de estacionamiento que permanecen vacías durante el día. Si bien en la mayoría existe un separador físico, resulta factible su uso durante el período diurno.
Finalmente, existe un total de 7 plazas reservadas del total catastrado: 3 para carabineros, una para personas con discapacidad, una exclusiva de carga/descarga, una para vehículos municipales y una reservada para un hotel del sector.

FIGURA Nº 3.1-4: EJEMPLOS DE SEÑALIZACIÓN – AV. ITALIA

ESTACIONAMIENTOS RESERVADOS





ESTACIONAMIENTOS INHABILITADOS/RECONVERTIDOS

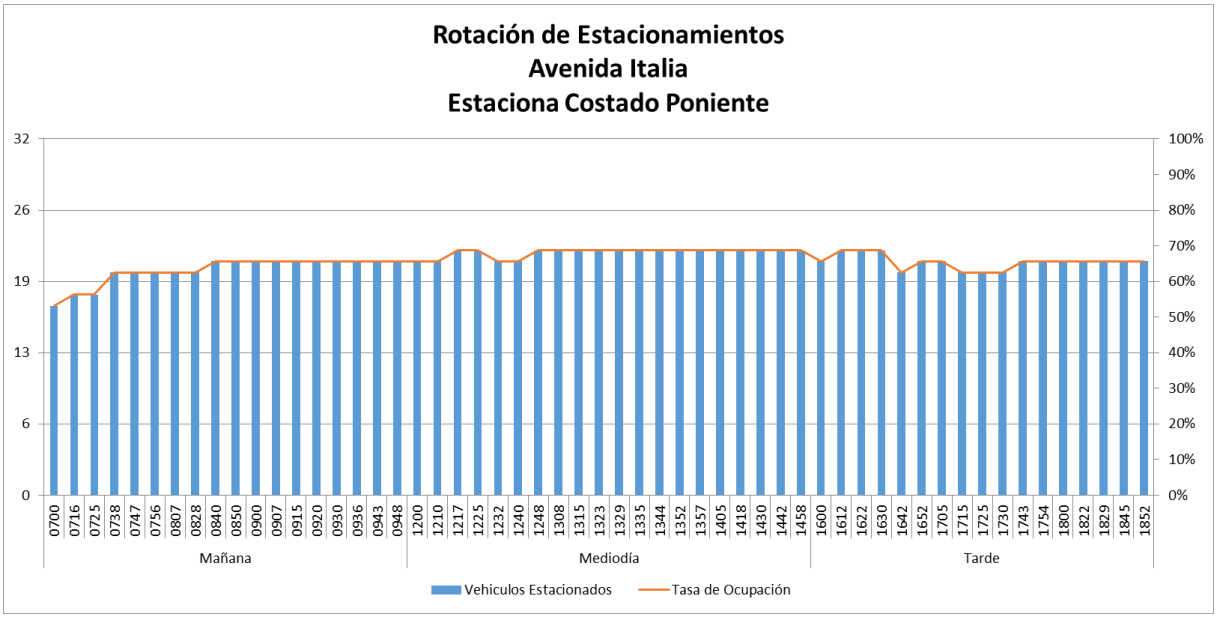




Fuente: Elaboración propia.

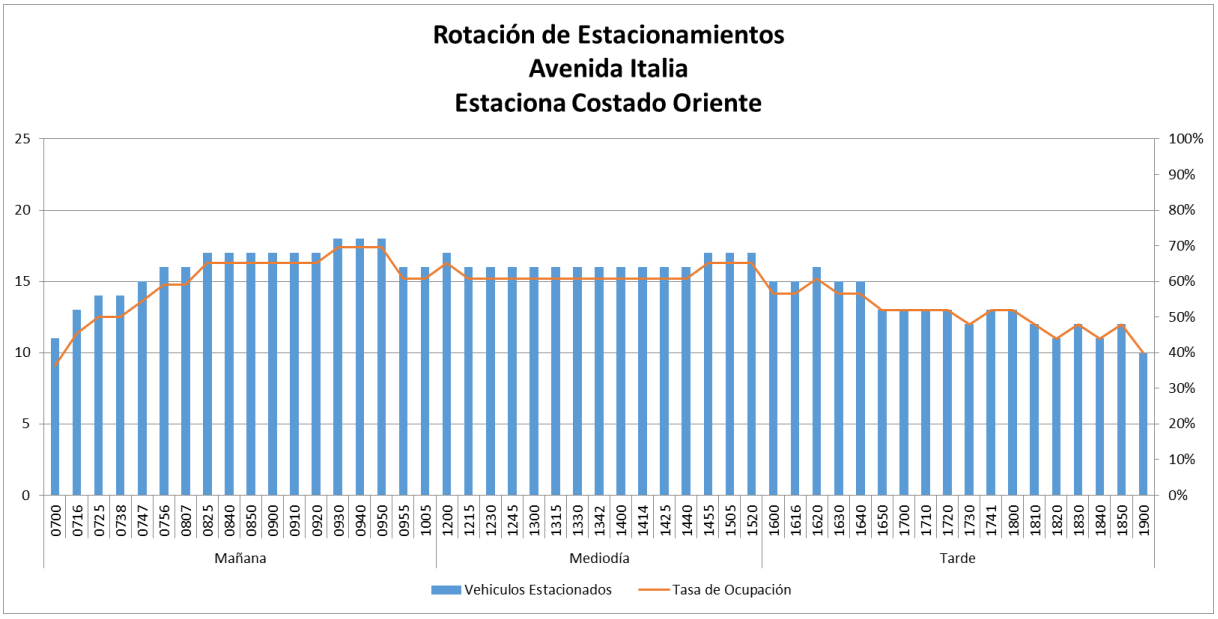
A continuación se presenta un perfil horario de ocupación de las plazas de estacionamiento medidas.

FIGURA Nº 3.1-5: PERFIL HORARIO DE VACANCIA Y OCUPACIÓN – AV. ITALIA, COSTADO PONIENTE



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 3.1-6: PERFIL HORARIO DE VACANCIA Y OCUPACIÓN – AV. ITALIA, COSTADO ORIENTE

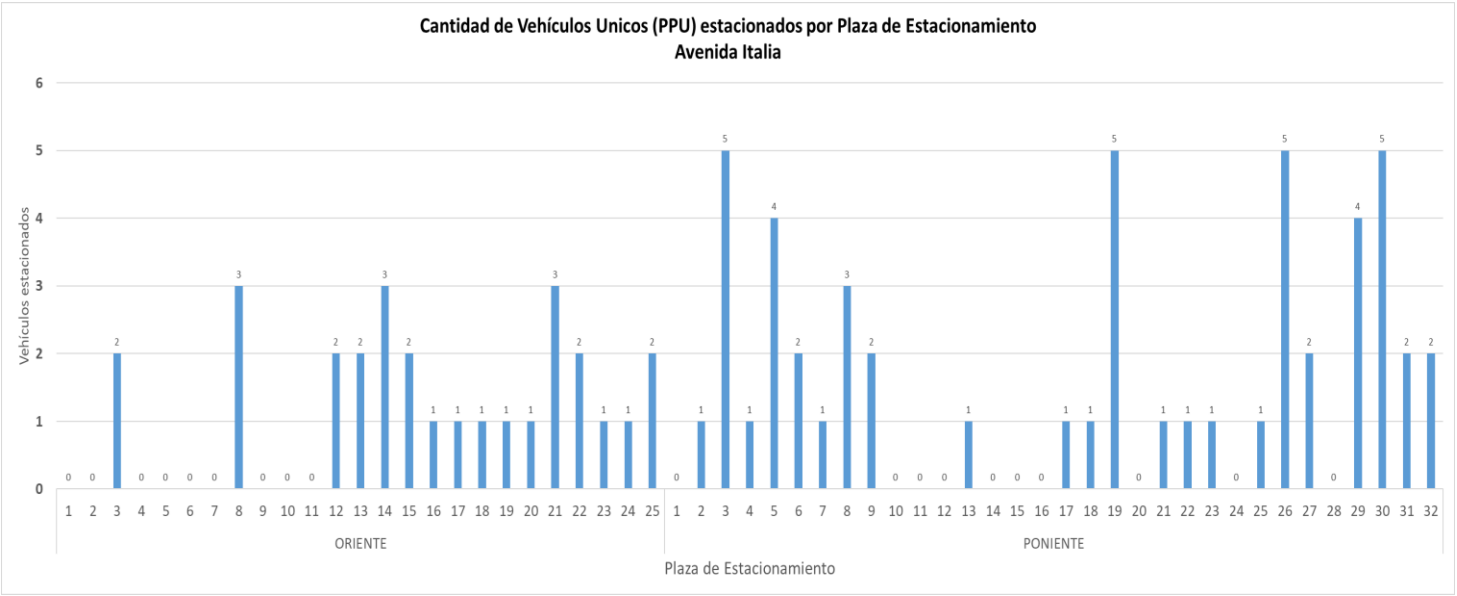


Fuente: Elaboración propia.

Las figuras anteriores muestran que en ningún momento del día se alcanza una ocupación total de los estacionamientos disponibles. No obstante, el diagnóstico inicial muestra que existe demanda ilegal en el sector. Aquello, sumado a que el nivel de ocupación observado se mantiene constante durante el día, sugiere que se estarían midiendo plazas de estacionamiento no habilitadas/reconvertidas.

Para identificar este efecto, se muestra la cantidad de **vehículos únicos** que fueron registrados en cada plaza de estacionamiento durante el día, según Placa Patente Única (PPU). Se observa que, de las 57 plazas registradas, 19 no fueron utilizadas durante todo el período de medición. Suponiendo que estas plazas no se encuentran realmente habilitadas, se dispone de 38 estacionamientos como oferta legal del sector. Por otro lado, de las 38 plazas restantes, 17 registraron un único vehículo estacionado en todo el día.

FIGURA Nº 3.1-7: VEHÍCULOS ÚNICOS ESTACIONADOS POR PLAZA DE ESTACIONAMIENTO – AV. ITALIA



Fuente: Elaboración propia.

Descontando el efecto de las plazas vacías, se presenta un análisis del tiempo de detención promedio por vehículo único (PPU), lo que permite determinar tiempos de detención fuera de los períodos de medición definidos. El siguiente cuadro resume los datos por costado de detención y un resumen general.

CUADRO Nº3.1-5: ANÁLISIS TIEMPO DE DETENCIÓN POR VEHÍCULO – AV. ITALIA

Indicador	Tiempo de detención por estacionamiento		Total
	Poniente	Oriente	
Promedio	4h 33m	5h 31m	4h 54m
Mediana	2h 48m	3h 35m	2h 58m
Desviación Estándar	4h 20m	4h 50m	4h 31m
Mínimo	20m	2m	2m
Máximo	11h 52m	12h	12h
Tamaño Muestra	52	29	81

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que la detención promedio por vehículo se ubica en torno a 5 horas; existiendo detenciones de 12 horas (todo el día) y detenciones cortas (de menos de 30 minutos). La mitad de los vehículos registrados **estuvieron estacionados por más de 3 horas.**

3.1.3.2.2 Calle Lota

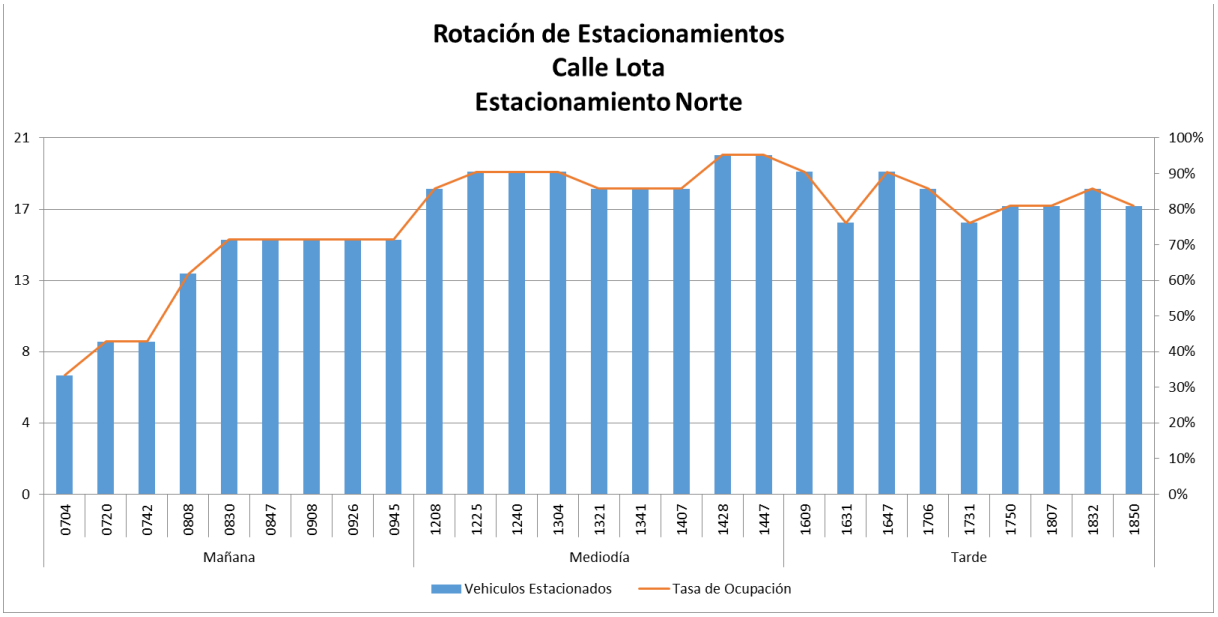
El tramo estudiado presenta un total de 30 plazas de estacionamiento, todas paralelas a la calzada de circulación. El detalle corresponde a 21 plazas en el costado norte de la calzada y 9 plazas en el costado

sur; todos regulados mediante parquímetros. Entre las restricciones observadas, dos plazas poseen exclusividad de uso (Iglesia) y otras dos se restringen a detenciones breves (Solo tomar y dejar pasajeros).

La actividad del sector es mixta; emplazándose en torno al sector viviendas de alta y baja densidad, centros médicos, educacionales y religiosos.

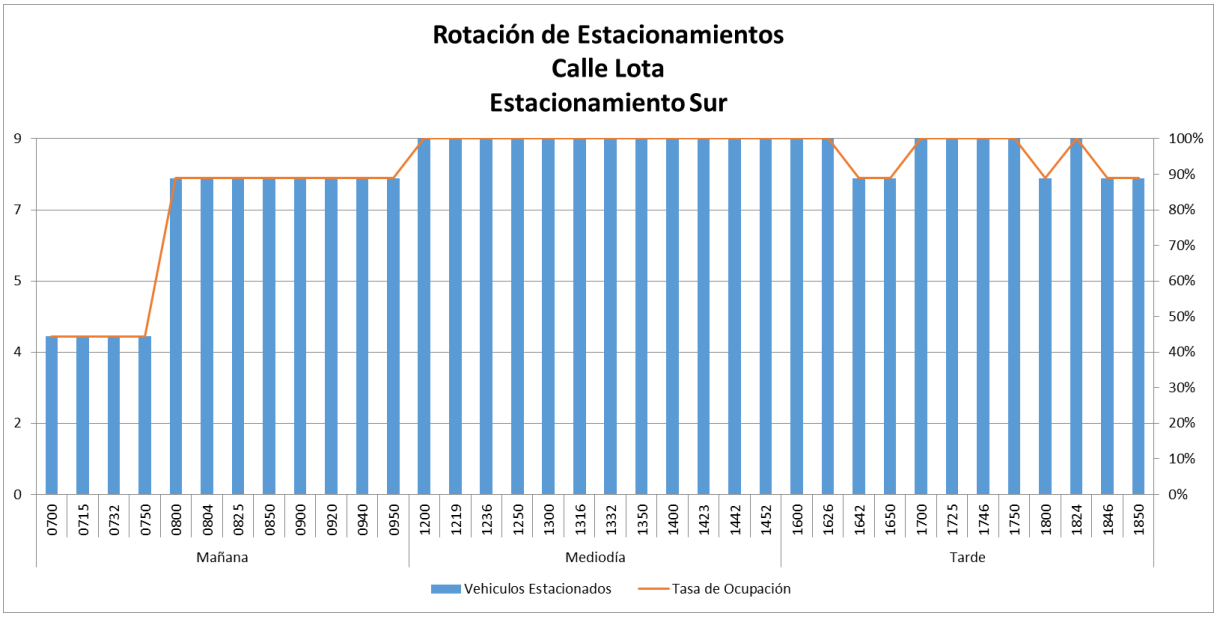
A continuación se presenta el perfil horario de ocupación de las plazas de estacionamiento medidas.

FIGURA Nº 3.1-8: PERFIL HORARIO DE VACANCIA Y OCUPACIÓN – CALLE LOTA, COSTADO NORTE



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 3.1-9: PERFIL HORARIO DE VACANCIA Y OCUPACIÓN – CALLE LOTA, COSTADO SUR

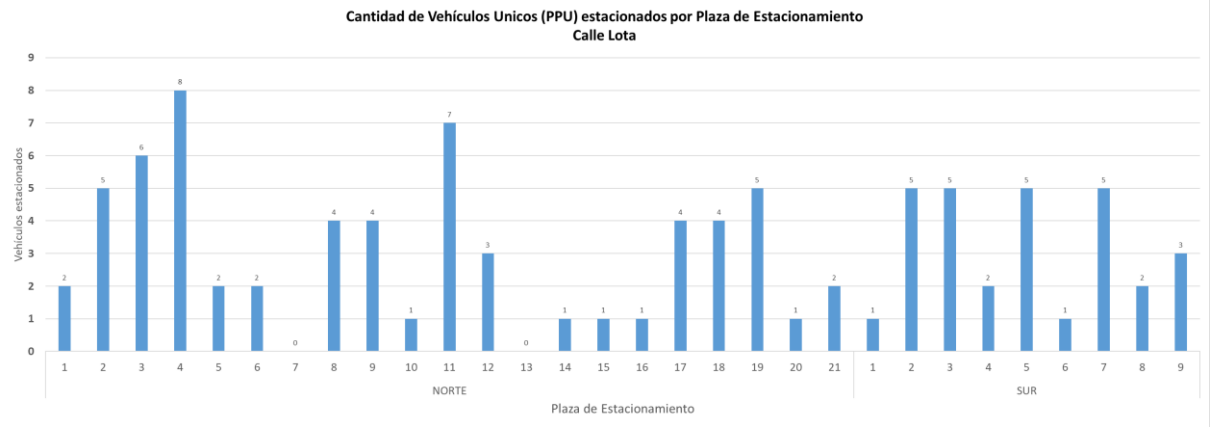


Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar que la ocupación se mantiene por sobre el 90% durante gran parte del día, siendo las plazas restringidas las únicas sin uso. El horario con mayor disponibilidad corresponde a la punta mañana y el de menor disponibilidad corresponde a la punta mediodía, donde se observan períodos sin estacionamientos disponibles.

Para verificar la disponibilidad de oferta se analizó la cantidad de vehículos únicos registrados en cada plaza de estacionamiento, junto a un resumen de los tiempos de detención registrados.

FIGURA Nº 3.1-10: VEHÍCULOS ÚNICOS ESTACIONADOS POR PLAZA DE ESTACIONAMIENTO – CALLE LOTA



Fuente: Elaboración propia.

CUADRO Nº3.1-6: ANÁLISIS TIEMPO DE DETENCIÓN POR VEHÍCULO – CALLE LOTA

Indicador	Tiempo de detención por estacionamiento		Total
	Norte	Sur	
Promedio	2h 21m	2h 55m	2h 30m
Mediana	1h	1h 33m	1h 1m
Desviación Estándar	3h 11m	3h 27m	3h 17m
Mínimo	0m	4m	0m
Máximo	11h 46m	11h 50m	11h 50m
Tamaño Muestra	66	29	95

Fuente: Elaboración propia.

Del registro de vehículos por plaza de estacionamiento, se observa que dos no registraron vehículos detenidos, ambas en el costado norte donde se ubican las plazas restringidas para detenciones breves.

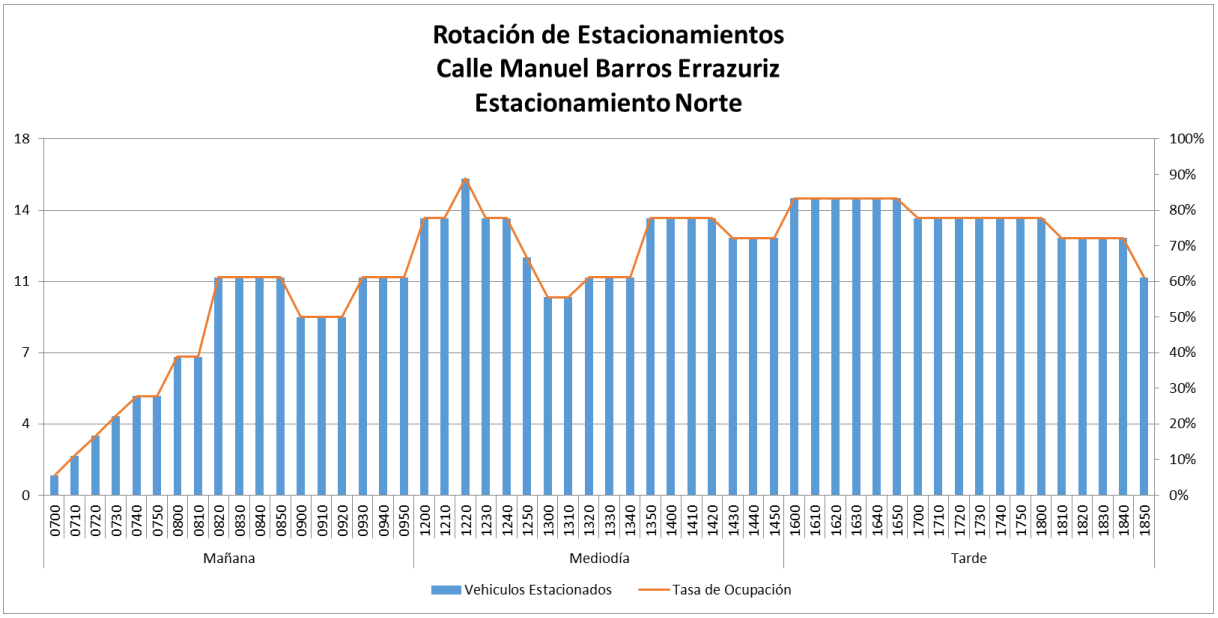
Respecto de los tiempos de detención registrados, el promedio se ubica en torno a las dos horas y media, con una variabilidad menor según el costado de calzada registrado. Se observa una gran variabilidad, con algunas detenciones muy breves (menos de 5 minutos) y otras donde el vehículo estuvo estacionado todo el día. Destaca también que la mitad de los vehículos registrados estuvieron detenidos por menos de una hora.

3.1.3.2.3 Calle Manuel Barros Errazuriz

El tramo estudiado presenta un total de 53 plazas de estacionamiento, todas paralelas a la calzada de circulación. El detalle corresponde a 18 plazas en el costado norte de la calzada, 20 plazas en el costado sur y 15 plazas ubicadas en la mediana de la calle. La actividad de borde del sector contempla una gran cantidad de comercio y oficinas, además de una presencia menor de edificios residenciales.

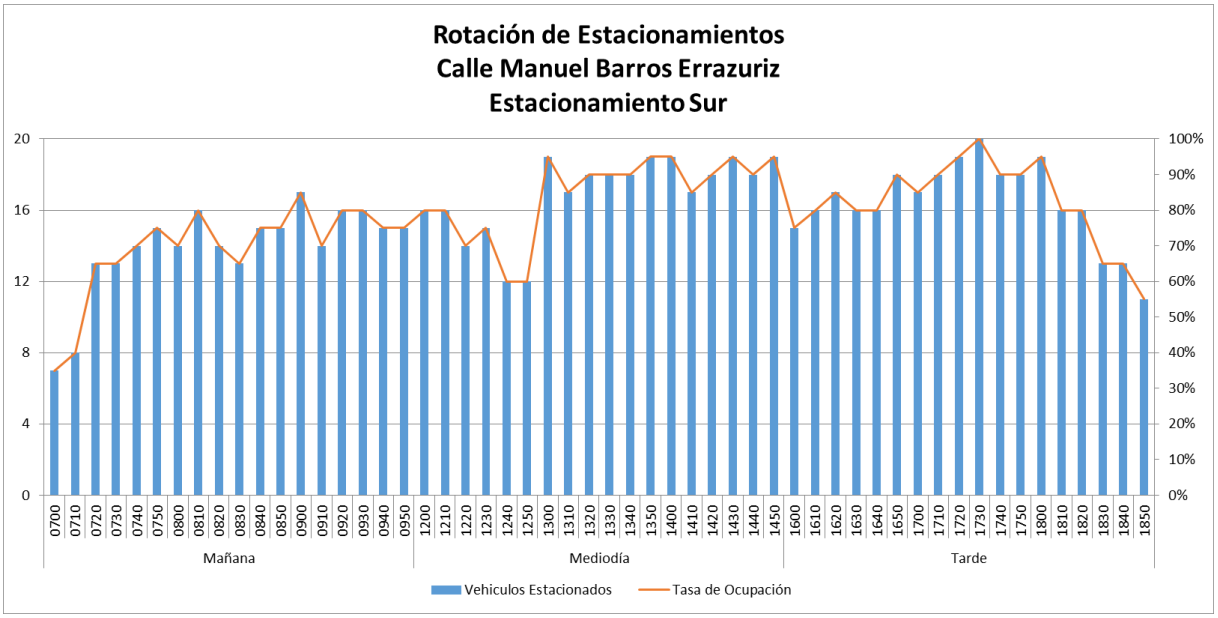
A continuación se presenta el perfil horario de ocupación de las plazas de estacionamiento medidas.

FIGURA Nº 3.1-11: PERFIL HORARIO DE VACANCIA Y OCUPACIÓN – CALLE MANUEL BARROS ERRAZURIZ, ESTACIONAMIENTO NORTE



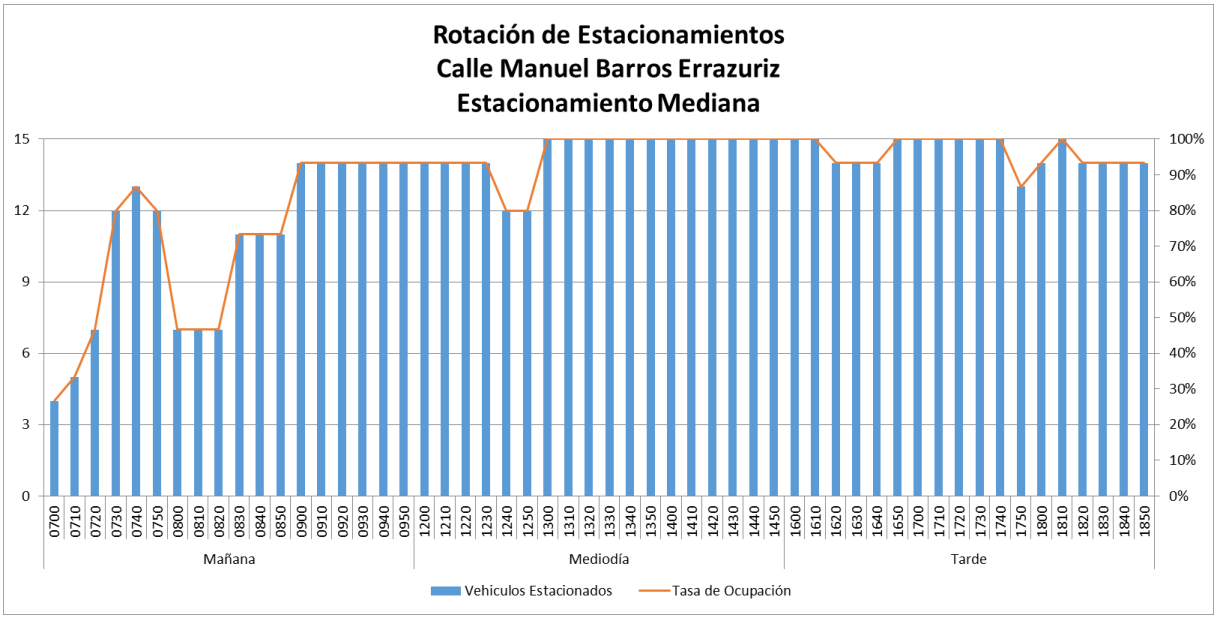
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 3.1-12: PERFIL HORARIO DE VACANCIA Y OCUPACIÓN – CALLE MANUEL BARROS ERRAZURIZ, ESTACIONAMIENTO SUR



Fuente: Elaboración propia.

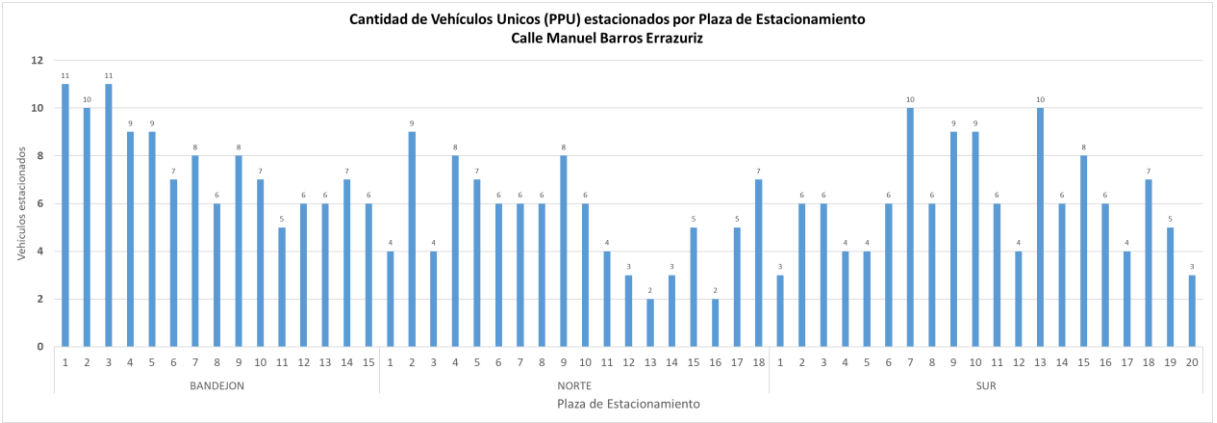
FIGURA Nº 3.1-13: PERFIL HORARIO DE VACANCIA Y OCUPACIÓN – CALLE MANUEL BARROS ERRAZURIZ, ESTACIONAMIENTO EN MEDIANA



Fuente: Elaboración propia.

La información recopilada muestra que la mediana y la calzada sur alcanzan un 100% de ocupación en determinados momentos del día. Para verificar la disponibilidad de oferta se analizó la cantidad de vehículos únicos registrados en cada plaza de estacionamiento, junto a un resumen de los tiempos de detención registrados.

FIGURA Nº 3.1-14: VEHÍCULOS ÚNICOS ESTACIONADOS POR PLAZA DE ESTACIONAMIENTO – CALLE MANUEL BARROS ERRAZURIZ



Fuente: Elaboración propia.

CUADRO Nº3.1-7: ANÁLISIS TIEMPO DE DETENCIÓN POR VEHÍCULO – CALLE MANUEL BARROS ERRAZURIZ

Indicador	Tiempo de detención por estacionamiento			Total
	Norte	Sur	Mediana	
Promedio	56m 20s	1h 21m	52m 47s	1h 4m
Mediana	40m	50m	30m	40m
Desviación Estándar	57m	1h 30m	1h 13m	1h 17m
Mínimo	0m	10m	0m	0m
Máximo	6h 20m	8h 10m	9h 50m	9h 50m
Tamaño Muestra	101	131	133	365

Fuente: Elaboración propia.

El reporte por plaza muestra que aquellas con mayor rotación registraron hasta 11 vehículos diferentes durante el día, mientras que la con menor rotación registró solo 2 vehículos en todo el día.

El tiempo promedio de detención registrado se ubica en torno a una hora y existe una gran variabilidad en los tiempos registrados de acuerdo con los valores de mínimo, máximo y desviación estándar obtenidos. Destaca también que la mitad de los vehículos registrados estuvieron detenidos por menos de 40 minutos.

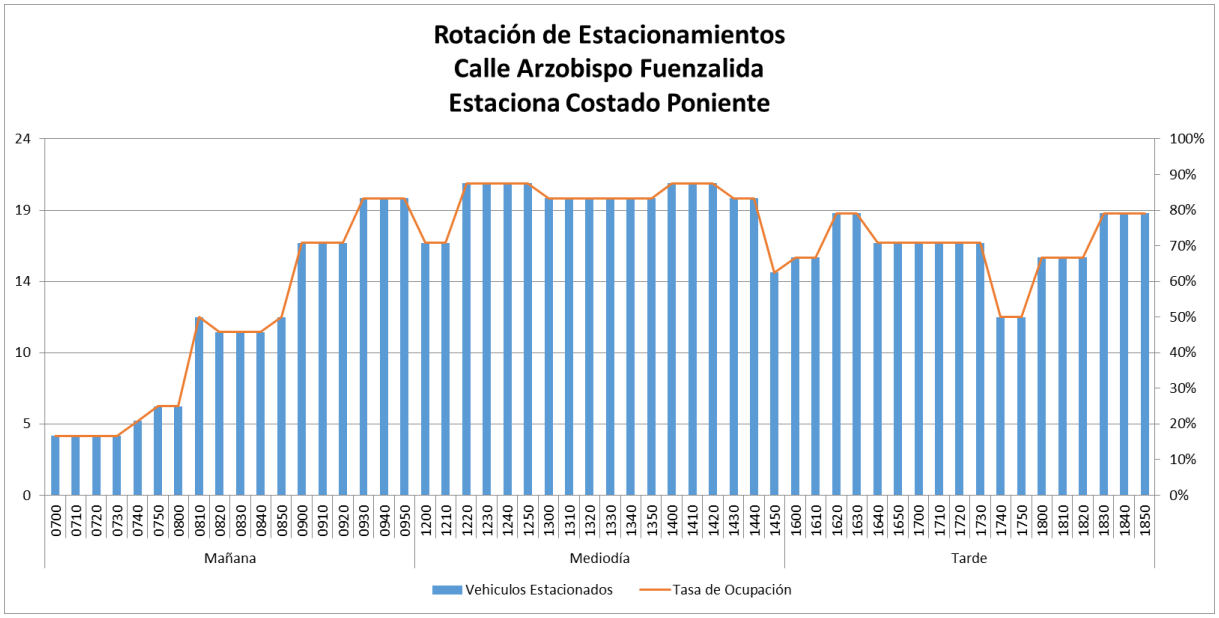
3.1.3.2.4 Calle Arzobispo Fuenzalida

El tramo estudiado presenta un total de 24 plazas de estacionamiento, todas a nivel de la calzada de circulación y ubicadas en el costado poniente de la calle. Las detenciones se encuentran reguladas por señalización en calzada, sin cobros asociados. Una de las plazas se encuentra restringida a personas con discapacidad.

Dentro de las actividades próximas al eje analizado se encuentran el Gimnasio El Aguilucho y el consultorio homónimo, además de viviendas de baja y media densidad.

A continuación se presenta el perfil horario de ocupación de las plazas de estacionamiento medidas.

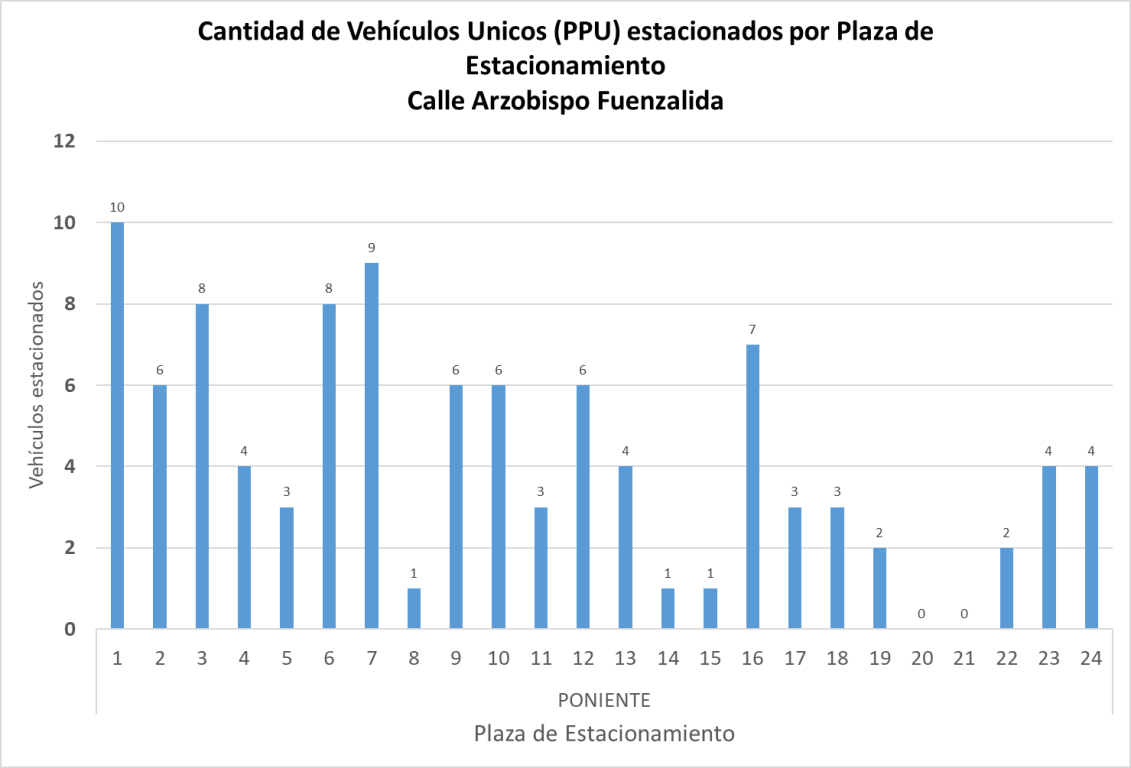
FIGURA Nº 3.1-15: PERFIL HORARIO DE VACANCIA Y OCUPACIÓN – CALLE ARZOBISPO FUENZALIDA, COSTADO PONIENTE



Fuente: Elaboración propia.

De la figura anterior se extrae que la ocupación de estacionamientos bordea el 80% durante el día, siendo el período del mediodía aquel de mayor demanda. Para verificar la disponibilidad de oferta se analizó la cantidad de vehículos únicos registrados en cada plaza de estacionamiento, junto a un resumen de los tiempos de detención registrados.

FIGURA Nº 3.1-16: VEHÍCULOS ÚNICOS ESTACIONADOS POR PLAZA DE ESTACIONAMIENTO – CALLE ARZOBISPO FUENZALIDA



Fuente: Elaboración propia.

CUADRO Nº3.1-8: ANÁLISIS TIEMPO DE DETENCIÓN POR VEHÍCULO – CALLE ARZOBISPO FUENZALIDA

Indicador	Total
Promedio	1h 21m
Mediana	40m
Desviación Estándar	1h 54m
Mínimo	10m
Máximo	9h 50m
Tamaño Muestra	116

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que hay dos plazas de estacionamiento sin uso registrado durante el día, que contrastan con la plaza de mayor utilización; con 10 vehículos diferentes estacionados durante el día. En promedio se registran 5 vehículos diferentes por plaza de estacionamiento.

Sobre los tiempos de detención, se registra un promedio de una hora y veinte minutos por vehículo, con una alta dispersión. La detención más corta registrada fue de 10 minutos y la mayor en torno a las 10 horas. Se observa que la mitad de los vehículos estuvieron detenidos por menos de 40 minutos.

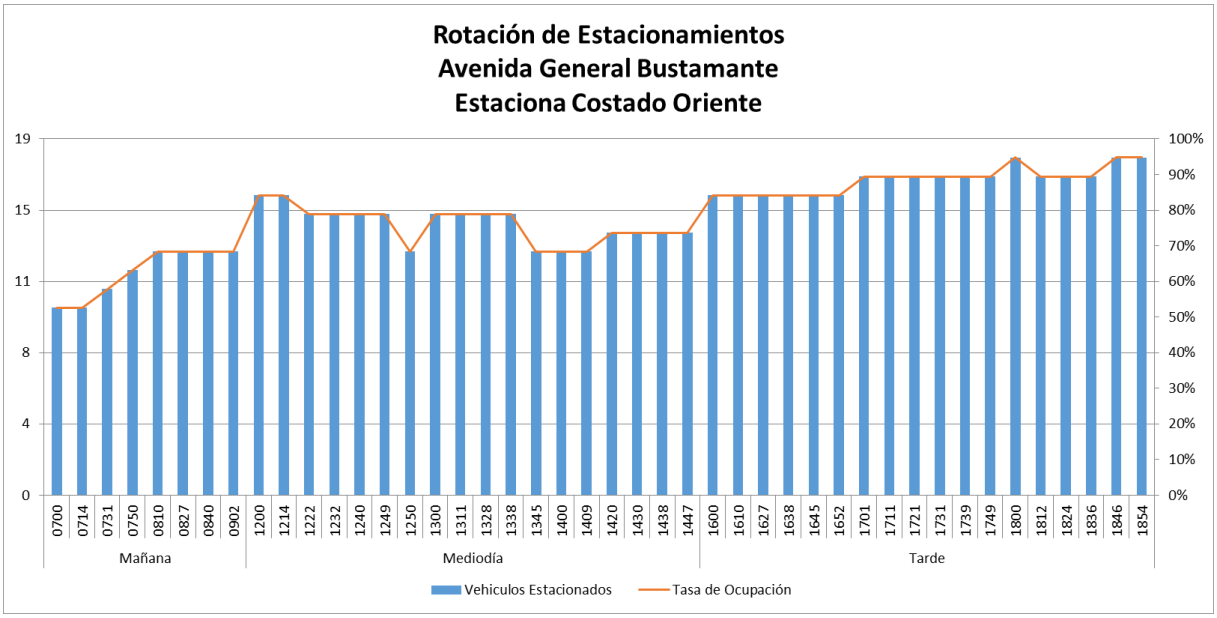
3.1.3.2.5 Avenida General Bustamante

El tramo estudiado presenta un total de 33 plazas de estacionamiento, a nivel de la calzada de circulación, ubicándose en el costado oriente de la avenida. Se distingue entre aquellas plazas ubicadas en la calzada de circulación (19 en total) respecto de aquellas ubicadas en la calle de servicio al costado del complejo de torres (General Bustamante) emplazado en la esquina de Francisco Bilbao. No obstante, se destaca que la detención no se encuentra regulada bajo ninguna señalización, a excepción de dos plazas exclusivas para personas con discapacidad.

Dentro de las actividades de borde destaca la presencia del Parque Bustamante, que atrae una gran cantidad de público durante el día. También se observa una gran cantidad de comercio y la presencia de conjuntos residenciales de diversa altura.

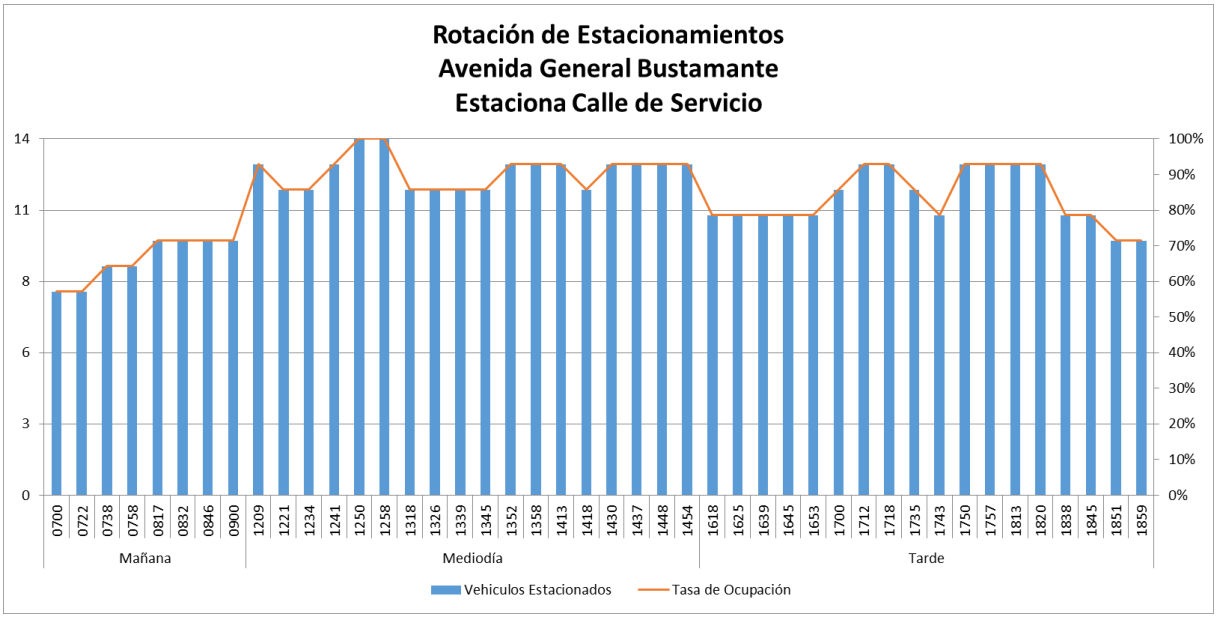
A continuación se presenta el perfil horario de ocupación de las plazas de estacionamiento medidas.

FIGURA Nº 3.1-17: PERFIL HORARIO DE VACANCIA Y OCUPACIÓN – AV. GENERAL BUSTAMANTE, COSTADO ORIENTE



Fuente: Elaboración propia.

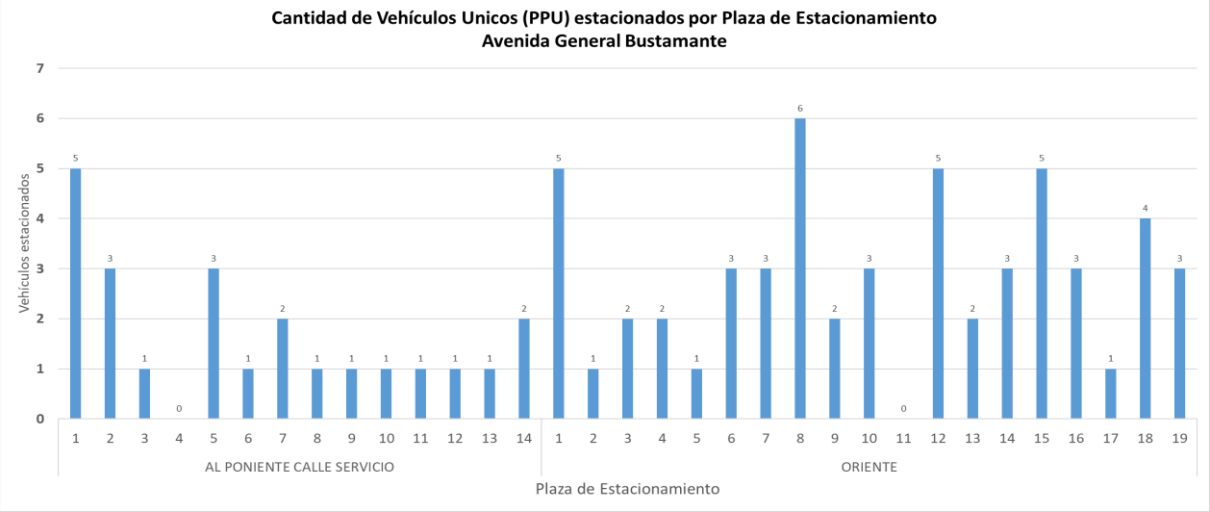
FIGURA Nº 3.1-18: PERFIL HORARIO DE VACANCIA Y OCUPACIÓN – AV. GENERAL BUSTAMANTE, CALLE DE SERVICIO



Fuente: Elaboración propia.

La ocupación de estacionamientos es alta en el sector, registrándose al menos un 50% de los sitios ocupados durante todo el período de medición. El máximo de ocupación alcanza el 100% en algunos momentos del día. Para verificar la disponibilidad de oferta se analizó la cantidad de vehículos únicos detenidos en cada plaza de estacionamiento, lo que se muestra en la siguiente figura.

FIGURA Nº 3.1-19: VEHÍCULOS ÚNICOS ESTACIONADOS POR PLAZA DE ESTACIONAMIENTO – AVENIDA GENERAL BUSTAMANTE



Fuente: Elaboración propia.

CUADRO Nº3.1-9: ANÁLISIS TIEMPO DE DETENCIÓN POR VEHÍCULO – AVENIDA GENERAL BUSTAMANTE

Indicador	Tiempo de detención por estacionamiento		Total
	Oriente	Calle Servicio	
Promedio	1h 38m	2h 38m	1h 58m
Mediana	37m	1h 32m	54m
Desviación Estándar	2h 08m	2h 50m	2h 26m
Mínimo	7m	8m	7m
Máximo	11h 12m	11h 59m	11h 59m
Tamaño Muestra	77	39	116

Fuente: Elaboración propia.

Del detalle por plaza de estacionamiento individual se observa que dos de estas no registran vehículos detenidos en todo el día. Se observa también que la mayor parte de las plazas ubicadas en la calle de servicio registran un único vehículo detenido. En el caso de las plazas de estacionamiento en calzada se observa una lenta rotación, deteniéndose en promedio 3 vehículos por plaza.

Sobre los tiempos de detención, se observa un perfil distinto al separar la calle de servicio de la calzada regular de circulación. En la primera se registraron tiempos de detención promedio una hora mayores respecto de la calzada de circulación, alcanzando las dos horas y media. Se registraron vehículos que estuvieron detenidos en el sitio durante todo el período de medición, lo que puede deberse a múltiples factores: residentes, viajes en varias etapas, abandono, entre otros. No obstante, se destaca nuevamente que no existe ninguna exclusividad de uso para los estacionamientos en la calle de servicio.

En el caso de la calzada los tiempos de detención son menores, con detenciones inferiores de 37 minutos en el 50% de vehículos registrados. El mínimo tiempo detención medido fue de 7 minutos y el máximo de 11 horas y 12 minutos, sin estar ningún vehículo detenido durante todo el período de medición.

3.1.4 Vehículos de Transporte Público

La información de transporte público, buses urbanos y taxis colectivos se obtiene directamente del catastro realizado en la Tarea 3.13. A continuación, se presenta un breve resumen de los resultados reportados.

3.1.4.1 Buses Urbanos

En la etapa anterior se recopiló información de la oferta de transporte público urbano (RED) operativo en la comuna, registrada en las entidades reguladoras del sistema, específicamente el DTPM. La información más reciente de aquel momento corresponde al Plan Operacional del período noviembre-diciembre de 2021. Este fue comparado con la situación de años anteriores: En 2019 se compara con el Plan Operacional julio-diciembre, que no considera efectos producto del Estallido Social del mes de Octubre; mientras que en 2020 se compara con el Plan Operacional octubre-diciembre, que considera efectos causados por la pandemia de la COVID-19.

A nivel comunal, operan los servicios mostrados en el cuadro siguiente. En total, circulan en la comuna 60 servicios, con una frecuencia media de 8,5 buses/hora en periodo punta mañana (PMA), 7,6 buses/hora en punta tarde (PTA) y 6,9 buses/hora en fuera de punta (FPU). A continuación se presentan las frecuencias reportadas por servicio, considerando el promedio de ambos sentidos cuando corresponda.

CUADRO Nº3.1-10: FRECUENCIA DE SERVICIOS RED QUE OPERAN EN LA COMUNA DE PROVIDENCIA (BUSES/HORA)

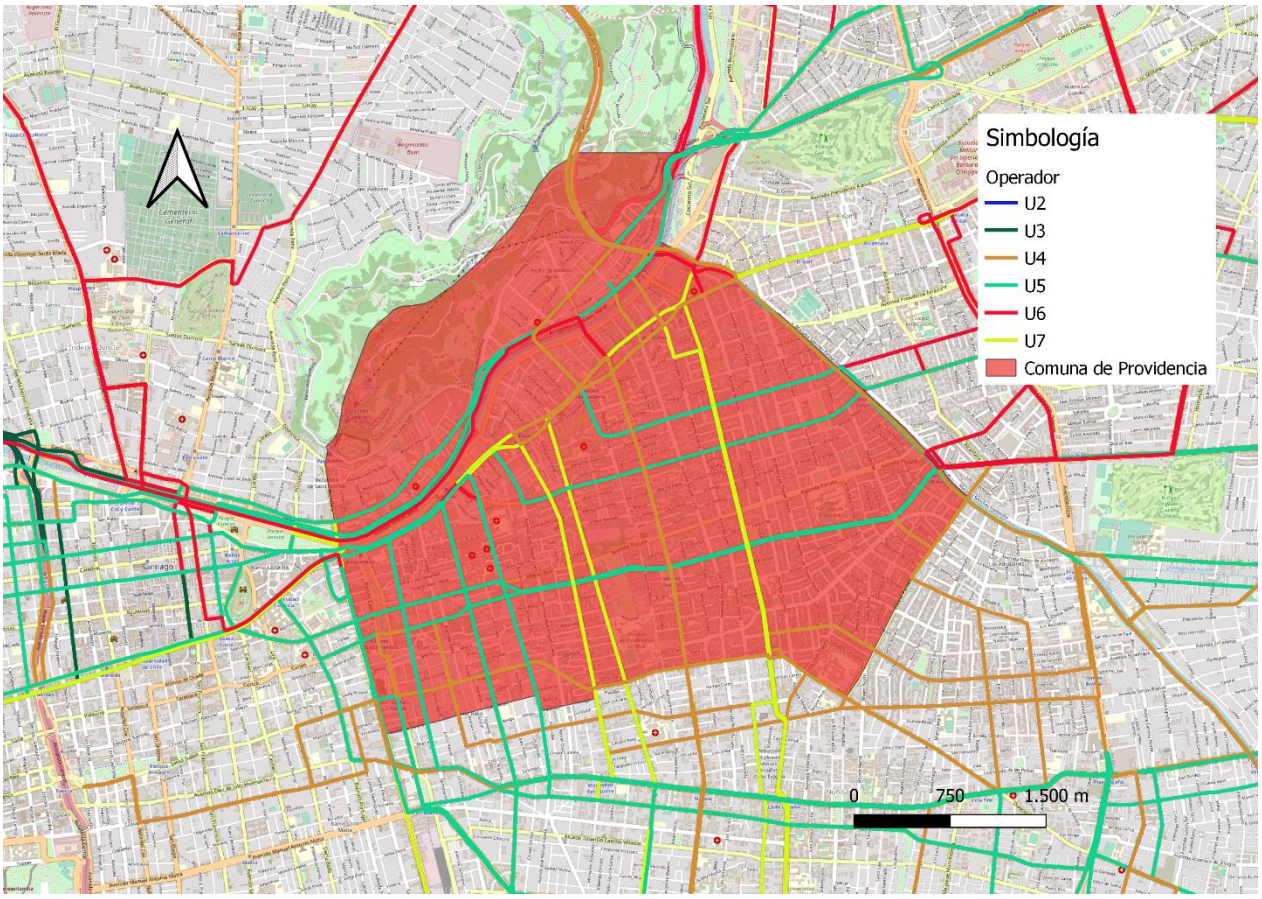
Operador	Servicio	2019			2020			2021		
		PMA	FPU	PTA	PMA	FPU	PTA	PMA	FPU	PTA
Subus Chile S.A.	210	14,3	8,7	10,0	14,3	8,7	10,0	14,3	8,7	10,0
	210v	6,0	5,0	5,7	6,0	5,0	6,0	6,0	5,0	6,0
	212	12,0	11,3	11,7	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
	221e	5,0	0,0	3,3	5,0	0,0	1,8	5,0	0,0	1,8
Buses Vule S.A.	307	11,0	8,3	9,3	11,3	8,3	10,0	11,3	8,0	10,0
	307e	7,0	0,0	8,0	7,0	0,0	5,0	7,0	0,0	5,0
	314	3,5	3,5	3,0	3,7	3,5	3,0	3,7	3,5	3,0
	315e	15,3	9,0	11,3	15,3	9,0	11,5	15,3	8,7	11,5
	126	5,5	6,7	5,7	5,3	6,7	6,3	5,3	6,7	6,3
Express de Santiago Uno S.A.	403	7,5	8,0	8,0	9,3	8,0	9,0	9,3	7,7	9,0
	405c	7,5	0,0	3,5	7,7	0,0	5,0	7,7	0,0	5,0
	409	8,5	6,5	6,2	8,7	6,5	7,0	8,7	6,3	7,0
	411	5,5	6,0	5,0	5,7	6,0	5,3	5,7	6,0	5,3
	421	6,8	7,7	6,8	7,3	6,5	6,8	7,3	6,5	6,8
	429	6,5	6,2	6,0	7,0	6,2	6,5	7,0	6,2	6,5
	429c	4,3	0,8	5,0	4,3	0,8	4,0	4,3	0,8	4,0
	430	10,0	6,3	8,3	10,7	6,3	9,3	10,7	6,3	9,3
	103	6,0	6,0	6,0	6,7	6,0	7,3	6,7	6,0	7,3
	117	7,0	5,0	6,0	7,7	5,0	6,5	7,7	5,0	6,5
	117c	5,0	0,0	5,0	5,3	0,0	5,0	5,3	0,0	5,0
	D03	7,0	7,0	7,0	7,7	6,7	7,0	7,7	6,7	7,0
	D08	5,3	7,0	7,0	5,7	7,0	6,5	5,7	7,0	6,5
	D09	7,5	6,0	6,7	6,7	6,0	6,5	6,7	6,0	6,5
	D16	5,5	5,0	5,0	5,7	5,0	5,0	5,7	5,0	5,0
	D18	6,5	8,0	7,0	6,3	7,7	7,0	6,3	7,7	7,0
	406	11,0	11,3	11,5	14,0	10,0	13,8	14,0	9,7	13,8
	407	8,8	8,0	8,0	12,7	8,0	10,3	12,7	8,0	10,3
	412	6,8	6,0	5,5	7,0	6,0	6,3	7,0	6,0	6,3
	418	7,0	6,0	5,5	6,7	6,0	6,0	6,7	6,0	6,0
	422	5,5	6,0	6,0	8,0	5,3	8,0	8,0	5,2	8,0
	426	7,8	8,2	6,5	8,7	7,7	7,0	8,7	7,7	7,0
	106	7,5	6,0	5,5	7,7	6,0	5,8	7,7	6,0	5,8
	401	8,0	9,7	7,5	8,0	7,8	8,8	8,0	7,7	8,8
	405	6,5	9,0	6,0	7,0	8,2	8,0	7,0	8,2	8,0
Metbus S.A.	501	12,5	8,5	11,8	11,7	8,5	11,0	11,7	8,5	11,0
	502	11,5	9,3	10,8	11,3	9,3	11,0	13,3	9,3	11,0
	502c	5,0	0,0	5,3	5,0	0,0	5,3	5,3	0,0	3,0
	503	14,0	8,0	11,2	14,3	8,0	11,8	14,3	7,8	11,0
	504	8,5	6,0	7,3	8,7	6,0	7,5	8,7	6,0	7,5
	505	13,8	6,7	10,7	14,0	6,7	10,8	14,0	6,7	10,8
	508	13,8	7,5	9,3	13,3	7,5	9,0	12,7	7,3	9,0
	513	7,5	6,3	8,0	8,0	6,0	8,0	7,7	6,0	8,0
	514	8,8	6,3	6,5	8,7	6,3	6,5	7,3	6,0	6,5
	514c	4,0	0,0	6,0	4,0	0,0	6,0	4,0	0,0	6,0
	516	13,5	10,0	11,7	14,0	10,0	12,3	14,0	9,5	12,3
	517	5,3	5,0	5,0	5,7	5,0	5,5	5,7	5,0	5,5
	518	10,0	5,0	7,5	10,3	5,0	7,5	10,3	5,0	7,5
	519	10,5	6,5	9,7	10,0	6,7	9,0	10,0	6,7	9,0
	546e	2,5	0,0	2,5	2,3	0,0	1,3	2,0	0,0	1,3
Redbus Urbano S.A.	B27	5,0	5,0	5,0	5,3	5,0	5,0	5,3	5,0	5,0
	C01	13,0	13,0	11,0	13,3	13,0	11,0	13,3	12,7	11,0
	C03	4,8	6,0	5,0	5,0	6,0	5,5	2,7	3,0	2,8
	C05	8,5	8,0	7,3	8,7	8,0	8,0	8,7	7,7	8,0

Operador	Servicio	2019			2020			2021		
		PMA	FPU	PTA	PMA	FPU	PTA	PMA	FPU	PTA
	C06	7,5	7,3	8,2	8,0	6,7	8,0	8,0	6,7	8,0
	C07	9,8	9,7	9,5	10,0	9,7	9,8	10,0	9,3	9,8
	C10e	9,8	1,7	7,3	10,0	1,7	8,3	10,0	1,7	8,3
	410	9,3	8,0	9,3	9,7	8,0	9,0	9,7	7,8	9,0
	410e	8,5	0,0	0,0	8,5	0,0	0,0	8,5	0,0	0,0
STP Santiago S.A.	213e	6,8	6,0	6,2	7,0	6,0	6,0	7,0	6,0	6,0
	104	16,5	15,0	17,5	17,3	15,0	17,5	18,0	14,7	18,5

Fuente: Elaboración propia con datos del DTPM.

A continuación, se presenta la cobertura de la red de servicios Red en la comuna de Providencia y su conexión con el resto de Santiago.

FIGURA Nº 3.1-20: COBERTURA DE SERVICIOS RED EN PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia con datos del DTPM.

3.1.4.2 Taxis Colectivos

En la Etapa 2 del presente estudio, se catastró la red de taxicolectivos que opera en la comuna de Providencia, haciendo énfasis en aquellos servicios con origen o destino en la comuna. Se utilizó como referencia inicial el catastro del Ministerio de Transporte al año 2020.

CUADRO Nº3.1-11: SERVICIOS DE TAXICOLECTIVOS OPERATIVOS COMUNA DE PROVIDENCIA

Folio	Comuna Origen	Comuna Destino
232001	La Florida	Providencia
232014	La Reina	Providencia
232008	Macul	Providencia
232002	Macul	Providencia
232009	Macul	Providencia
232003	Macul	Providencia
232010	Ñuñoa	Providencia
232006	Ñuñoa	Providencia
232004	Ñuñoa	Providencia
234028	Puente Alto	Providencia

Fuente: Catastro Ministerio de Transporte 2020.

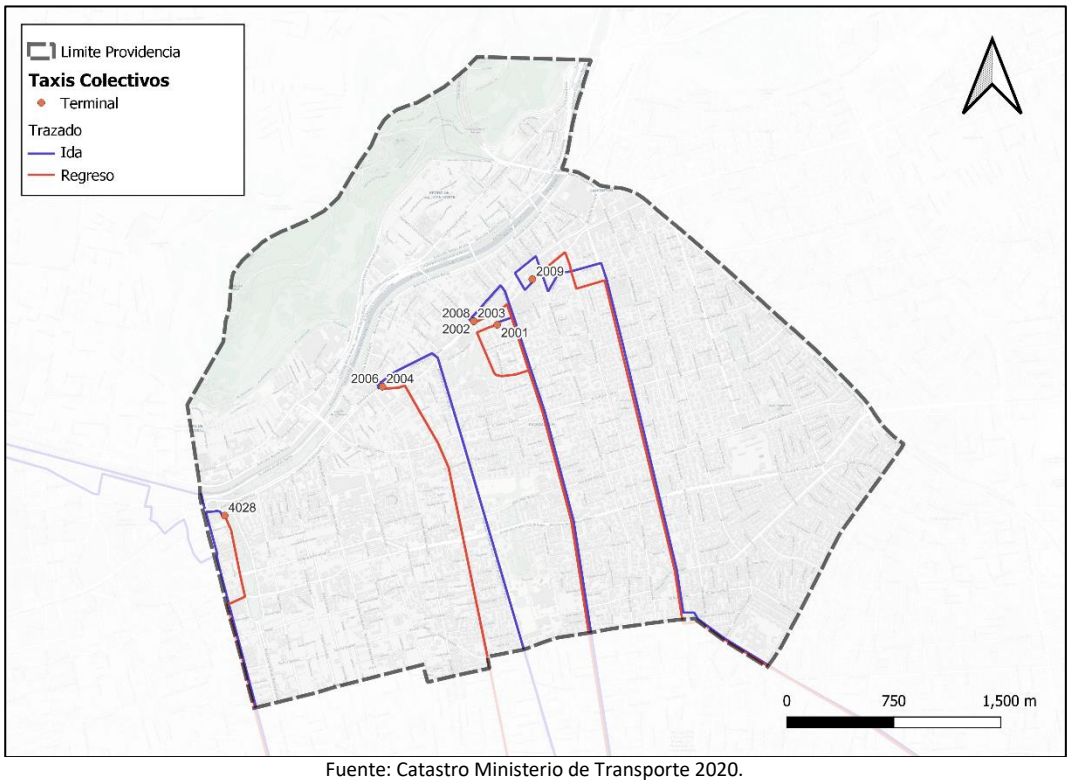
Se identificó un total de 10 servicios, todos con origen fuera de Providencia y con destino en esta. A continuación se presenta un breve resumen con los principales datos obtenidos.

CUADRO Nº3.1-12: SERVICIOS DE TAXICOLECTIVOS OPERATIVOS COMUNA DE PROVIDENCIA

Folio	Comuna Origen	Comuna Destino	Frecuencia (min)	Flota (veh)	Horario			Observaciones
					Laboral	Sábado	Domingo	
232001	La Florida	Providencia	2	22	6:30-21:30	8:00-14:00		
232014	La Reina	Providencia			No vigente.			
232008	Macul	Providencia	2-3	30	6:50-19:30	8:30-16:00		
232002	Macul	Providencia	5	23	6:30-19:30	6:30-18:00		
232009	Macul	Providencia	5	6	7:00-14:00			
232003	Macul	Providencia	5	18	6:30-20:30	7:00-14:30		
232010	Ñuñoa	Providencia		2	No vigente. Se observa funcionamiento informal.			
232006	Ñuñoa	Providencia	5	22	6:3 20:00			
232004	Ñuñoa	Providencia	15	5	No definido			Sin terminal de origen
234028	Puente Alto	Providencia	3	28	5:00-3:00	5:00-3:00	7:00-23:00	Funcionamiento 24 hrs.

Fuente: Elaboración propia a partir de catastro.

FIGURA Nº 3.1-21: TRAZADOS TAXICOLECTIVOS CATASTRADOS CON ORIGEN-DESTINO COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Catastro Ministerio de Transporte 2020.

Del catastro realizado se observa que hay dos servicios que dejaron de operar y un tercer servicio opera sin terminal de origen. La frecuencia promedio es de 5 minutos entre cada vehículo y la mayoría posee un funcionamiento parcial en fines de semana. El servicio 4028 que opera por el sector de Parque Bustamante es el único de los catastrados que funciona las 24 horas.

3.1.5 Vehículos Livianos

La información disponible para la caracterización de los vehículos livianos proviene de los antecedentes levantados en terreno, que se reportan a continuación (en la sección 3.1.3.1 ya se presentaron las mediciones de flujo vehicular, que no se repiten en la presente sección).

3.1.5.1 Reporte de Mediciones de Colas Vehiculares y Demoras

En el siguiente cuadro se presentan los resultados de las mediciones de colas (número de vehículos que se acumulan en una pista producto de la luz roja) y demoras (tiempo de espera para cruzar la intersección) en intersecciones semaforizadas. Detalles sobre la metodología de trabajo se encuentran en la Tarea 3.9.

CUADRO Nº3.1-13: RESULTADOS DE LAS MEDICIONES DE LONGITUD DE COLA EN INTERSECCIONES POR ACCESO Y PISTA (VEQ)

PC	Intersección	Acceso	Pista	PMA	PMD	PTA
1	Los Conquistadores - El Cerro	Norte	1	4,70	1,43	15,85
		Norte	2	10,13	7,13	15,13
		Norte	3	8,43	4,35	18,10
		Oriente	1	13,65	6,23	13,35
		Oriente	2	10,13	7,33	12,08
		Poniente	1	6,38	5,13	8,33
		Poniente	2	6,83	5,40	9,15
2	Pedro De Valdivia - Providencia	Norte	1	3,60	4,80	4,05
		Norte	2	5,13	6,85	5,60
		Oriente	1	7,05	4,23	8,15
		Oriente	2	5,15	4,80	6,70
		Oriente	3	5,43	5,00	5,38
		Oriente	4	7,70	5,30	6,15
		Sur	1	4,78	7,53	6,75
		Sur	2	6,95	11,85	6,48
3	Tobalaba - Providencia	Oriente	1	12,20	5,08	17,88
		Oriente	2	15,58	4,48	19,85
		Oriente	3	12,58	4,98	20,63
		Poniente	1	3,45	3,23	5,78
		Poniente	2	4,60	4,25	14,95
		Poniente	3	12,50	3,45	18,83
		Poniente	4	8,53	3,45	20,73
		Sur	1	12,95	4,60	20,38
		Sur	2	11,90	4,23	17,55
		Sur	3	12,78	6,25	20,93
4	Eleodoro Yañez - Providencia	Norte	1	2,58	0,60	1,35
		Norte	2	9,30	5,25	6,65
		Norte	3	10,68	5,48	5,58
		Norte	4	10,10	5,08	6,70
		Oriente	1	4,28	1,15	1,05
		Oriente	2	12,83	11,68	14,40
		Oriente	3	13,08	9,93	13,85
		Oriente	4	10,28	6,38	5,60
		Poniente	1	3,90	3,40	4,98
		Poniente	2	9,78	5,13	7,33
		Poniente	3	5,78	4,73	9,08
		Poniente	4	4,68	4,68	5,63
		Sur	1	2,88	0,98	2,35
		Sur	2	9,50	2,50	7,55
		Sur	3	6,90	8,40	9,23
		Sur	4	10,45	9,45	6,95
5	Antonio Varas - Pocuro	Poniente	1	12,98	2,10	2,98
		Poniente	2	12,20	4,85	6,03
		Poniente	3	12,05	10,60	5,60
		Sur	1	5,63	1,65	3,75
		Sur	2	9,20	6,05	8,83
		Sur	3	12,05	6,28	8,45
6	Eulogia Sánchez - Vicuña Mackenna	Poniente	1	5,75	6,00	6,20
		Poniente	2	6,05	6,90	5,38
		Poniente	3	2,65	3,05	3,63
		Sur	1	14,85	7,20	12,48
		Sur	2	11,10	7,95	11,23
		Sur	3	1,50	1,65	1,43
			Promedio	**8,43**	**5,31**	**9,74**

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO Nº3.1-14: RESULTADOS DE LAS MEDICIONES DE DEMORAS EN INTERSECCIONES POR ACCESO Y PISTA (SEG)

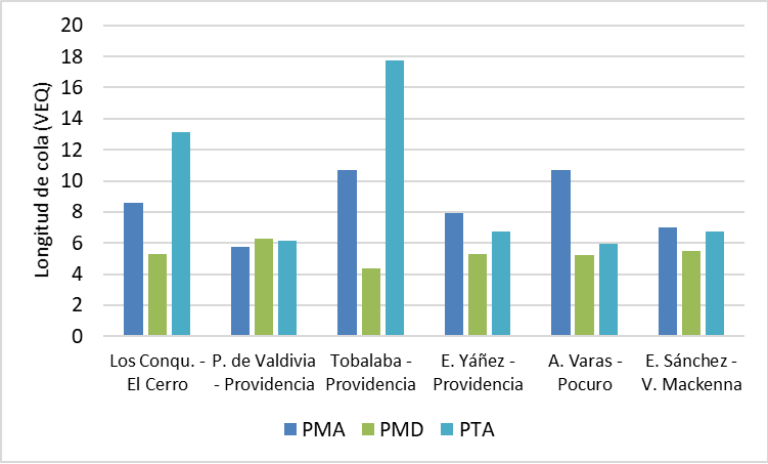
PC	Intersección	Acceso	Pista	PMA	PMD	PTA
1	Los Conquistadores - El Cerro	Norte	1	8,38	3,78	22,20
		Norte	2	12,90	10,95	18,55
		Norte	3	12,23	8,48	25,75
		Oriente	1	17,55	10,38	16,93
		Oriente	2	12,50	11,05	15,23
		Poniente	1	10,93	9,80	11,20
		Poniente	2	11,03	9,73	11,80
2	Pedro De Valdivia - Providencia	Norte	1	7,90	8,95	8,38
		Norte	2	9,85	10,88	10,23
		Oriente	1	10,78	8,55	11,60
		Oriente	2	8,85	9,03	10,58
		Oriente	3	9,70	9,13	9,90
		Oriente	4	10,90	9,13	10,05
		Sur	1	9,55	11,15	10,90
		Sur	2	11,08	14,30	10,48
3	Tobalaba - Providencia	Oriente	1	15,05	9,20	25,20
		Oriente	2	21,78	8,78	33,50
		Oriente	3	15,40	9,15	33,30
		Poniente	1	7,65	7,03	9,83
		Poniente	2	8,70	8,33	19,25
		Poniente	3	15,38	7,75	30,88
		Poniente	4	11,40	7,30	35,65
		Sur	1	15,00	8,95	32,70
		Sur	2	14,38	8,88	26,95
		Sur	3	16,13	10,30	35,53
4	Eleodoro Yañez - Providencia	Norte	1	6,25	1,83	3,58
		Norte	2	11,93	9,85	10,65
		Norte	3	13,13	9,90	10,03
		Norte	4	12,63	9,55	10,53
		Oriente	1	8,80	3,18	2,95
		Oriente	2	16,55	13,48	18,33
		Oriente	3	15,85	12,40	17,55
		Oriente	4	12,65	10,15	9,73
		Poniente	1	8,18	7,73	9,48
		Poniente	2	12,23	9,68	10,68
		Poniente	3	9,73	8,88	12,05
		Poniente	4	9,10	9,58	10,05
		Sur	1	6,58	2,70	5,93
		Sur	2	12,30	5,48	11,38
		Sur	3	10,83	12,18	12,15
		Sur	4	12,58	12,88	11,43
5	Antonio Varas - Pocuro	Poniente	1	14,70	5,38	6,88
		Poniente	2	14,20	9,10	9,63
		Poniente	3	13,65	12,70	9,98
		Sur	1	10,23	4,08	8,13
		Sur	2	11,98	10,18	11,58
		Sur	3	13,55	10,45	11,10
6	Eulogia Sánchez - Vicuña Mackenna	Poniente	1	9,38	9,88	10,20
		Poniente	2	10,25	10,48	9,23
		Poniente	3	6,03	6,93	7,65
		Sur	1	19,80	11,50	14,85
		Sur	2	13,68	11,50	13,78
		Sur	3	3,43	3,95	3,25
			Promedio	**11,79**	**8,99**	**14,51**

Fuente: Elaboración propia.

En los cuadros anteriores se observa una alta variabilidad entre las mediciones: las colas pueden ser inexistentes (PC4, acceso norte, pista 1) o alcanzar los 21 Veq (PC3, acceso sur, pista 3). Asimismo, las demoras son también variables entre 2 y 35 segundos.

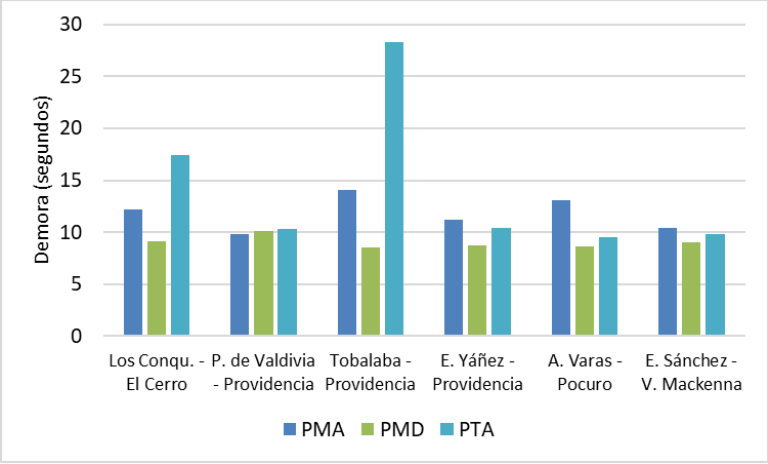
A modo de comparar de mejor manera los resultados, en los cuadros siguientes se realizan resúmenes a nivel de punto de control. Se observa que las mayores colas y demoras se presentan en PTA, particularmente en el PC3 (Tobalaba - Providencia) y PC1 (Los Conquistadores - El Cerro).

FIGURA Nº 3.1-22: RESULTADOS DE LAS MEDICIONES DE LONGITUD DE COLA EN INTERSECCIONES POR PUNTO DE CONTROL



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 3.1-23: RESULTADOS DE LAS MEDICIONES DE DEMORAS EN INTERSECCIONES POR PUNTO DE CONTROL



Fuente: Elaboración propia.

3.1.5.2 Reporte de Mediciones de Flujos de Equipamientos

A finales del 2021 se realizaron mediciones de flujos en determinados equipamientos de la comuna durante 9 horas (ver detalles en Tarea 3.9). A continuación se reportan los resultados de dichas mediciones, considerando solo los vehículos motorizados.

CUADRO Nº3.1-15: VEHÍCULOS QUE ACCEDEN Y EGRESAN A EQUIPAMIENTOS COMUNALES, PMA (VEH/HORA)

PC	Centro a medir	Acceso	Entran	Salen	Total
5	Clínica Indisa, Centro Médico Los Españoles	Por Santa María	60	28	**88**
7	Clínica Avansalud	Dr. Hernán Alessandri	185	56	**241**
8	Hospital del Trabajador	Estacionamiento por Jofre	42	53	**95**
12	Universidad San Sebastián	Carmen Silva	96	0	**96**
		Holanda	18	1	**19**
13	Colegio San Ignacio El Bosque	Acceso principal	50	0	**50**
		Entrada calle de acceso al colegio	138	67	**205**
15	Municipalidad de Providencia	Pedro de Valdivia	30	0	**30**

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO Nº3.1-16: VEHÍCULOS QUE ACCEDEN Y EGRESAN A EQUIPAMIENTOS COMUNALES, PERIODO PMD (VEH/HORA)

PC	Centro a medir	Acceso	Entran	Salen	Total
3	Líder Express Tobalaba	Las Camelias	40	13	**53**
		Tobalaba	64	66	**130**
4	Centro Comercial Madrid	Plaza de Pedro de Valdivia	24	25	**49**
5	Clínica Indisa, Centro Médico Los Españoles	Por Santa María	69	51	**120**
7	Clínica Avansalud	Dr. Hernán Alessandri	129	135	**264**
8	Hospital del Trabajador	Estacionamiento por Jofre	24	40	**64**
12	Universidad San Sebastián	Carmen Silva	10	29	**39**
		Holanda	2	8	**10**
13	Colegio San Ignacio El Bosque	Acceso principal	69	0	**69**
		Entrada calle de acceso al colegio	136	86	**222**
15	Municipalidad de Providencia	Pedro de Valdivia	49	0	**49**

Fuente: Elaboración propia.

En los cuadros anteriores se observa que no hay mediciones para todos los equipamientos en todos los periodos: esto se debe a que algunos equipamientos no estaban operativos. Por ejemplo, el Líder Express (punto de control n°3) comienza su operación a las 10:00 horas y, por lo tanto, no cuenta con información para el periodo PMA (08:00 - 09:00 horas). Los resultados muestran que la Clínica Avansalud y el Colegio San Ignacio El Bosque son los equipamientos de mayor flujo vehicular.

3.1.5.3 Reporte de Mediciones de Nivel de Servicio

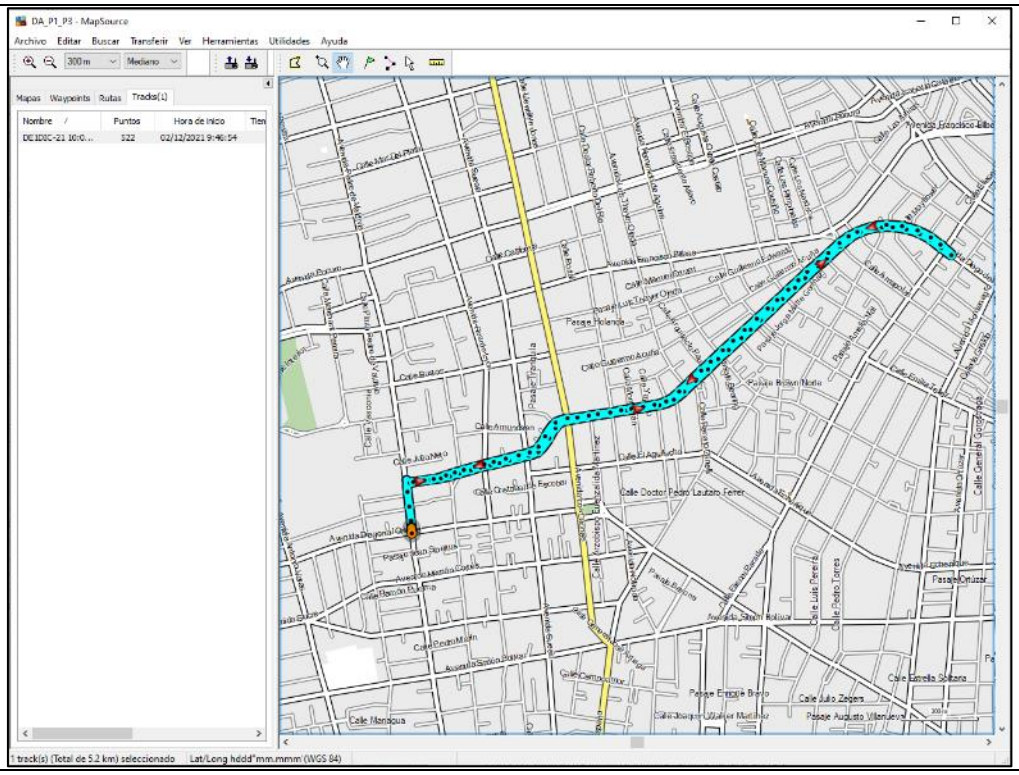
Se presentan los resultados de la medición de velocidad y tiempos de viaje, de acuerdo a lo planteado en la Tarea 3.12 de la Etapa 2 del estudio. Se midió un total de 10 ejes, cuyos resultados se presentarán a continuación junto a un breve extracto de la metodología empleada.

Dada la cantidad de información generada por el GPS, la información debe ser procesada con posterioridad para obtener de los registros almacenados de aquellos tramos que son de interés (intersecciones, nodos de la red vial, semáforos, etc.). El GPS utilizado guarda la información en archivos gpx (acrónimo para "Formato de Intercambio GPS", en inglés) , los cuales pueden ser leídos y/o exportados a otro tipo de archivos mediante el software MapSource, para el respectivo análisis y estimación de tiempos de viaje.

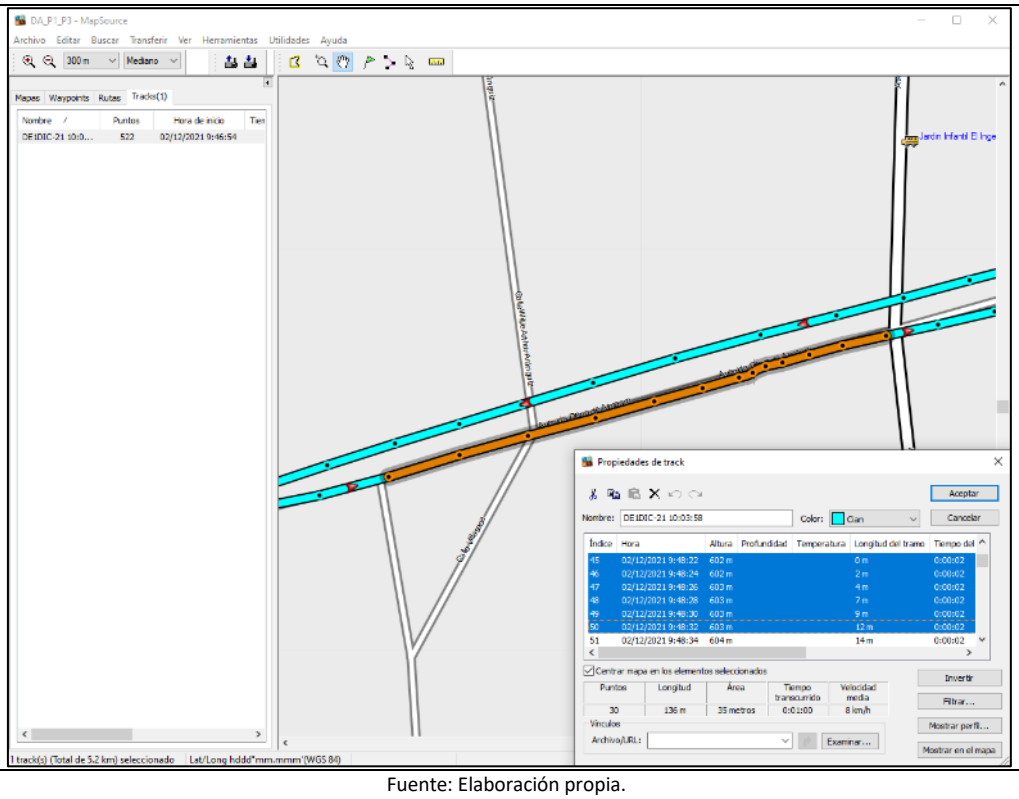
El GPS va guardando puntos en un track cada 2, 3 o 5 segundos. Entonces, para un eje se tiene un conjunto de P puntos, con sus respectivas ubicaciones (Latitud , Longitud), distancias (D) y tiempos (T) entre puntos consecutivos. El procedimiento de validación de esta información consiste en observar que las aceleraciones entre un par de puntos consecutivos no escapen de las capacidades del vehículo donde se realizaron las mediciones y que la localización de los puntos esté dentro de la vecindad del eje estudiado.

FIGURA Nº 3.1-24: EJEMPLO DE CIRCUITO GPS PROCESADO

VISTA GENERAL DEL SOFTWARE DE PROCESAMIENTO – EJE DIEGO DE ALMAGRO



EJEMPLO DE VELOCIDAD Y TIEMPO DE VIAJE ESTIMADOS – DIEGO DE ALMAGRO ENTRE VILLASECA Y RICARDO LYON



Fuente: Elaboración propia.

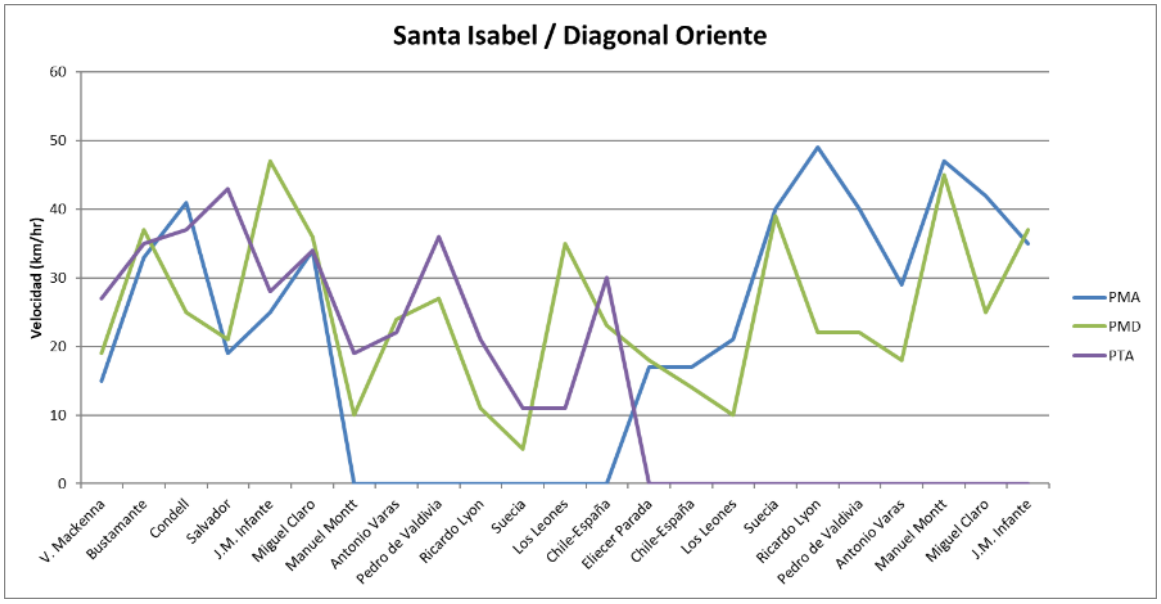
Como se observa del software de procesamiento, se logra obtener la velocidad entre pulsos GPS al comparar las posiciones marcadas con el tiempo entre dichos pulsos. Por lo tanto, captura también los efectos producidos por detenciones en intersecciones vehiculares, lo que se observa gráficamente como una acumulación de pulsos en torno a este.

Como producto final, se recopila esta información en una hoja de cálculo, generando un perfil de velocidades a partir del promedio de velocidades obtenido en cada tramo. Este promedio depende el número de repeticiones realizado, buscando realizar al menos tres para asegurar consistencia en las mediciones. Dicha hoja se entrega como anexo digital a este informe.

3.1.5.3.1 Santa Isabel / Diagonal Oriente

Se presenta un resumen de las velocidades obtenidas en cada repetición, junto al perfil de velocidades obtenido. Cabe destacar que la operación del eje es reversible, por lo que no se calculan velocidades en todos los tramos de la punta mañana y punta tarde.

FIGURA Nº 3.1-25: PERFIL DE VELOCIDADES – SANTA ISABEL



Fuente: Elaboración propia.

CUADRO Nº 3.1-17: RESUMEN DE VELOCIDADES POR REPETICIÓN – EJE SANTA ISABEL / DIAGONAL ORIENTE

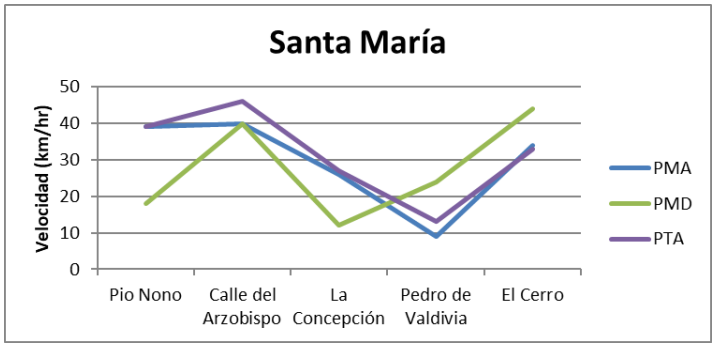
Calle	Desde	Hasta	PMA				PMD				PTA			
			R1	R2	R3	Prom.	R1	R2	R3	Prom.	R1	R2	R3	Prom.
Santa Isabel	V. Mackenna	Bustamante	8	19	18	**15**	18	18	21	**19**	30	31	20	**27**
	Bustamante	Condell	43	35	21	**33**	28	39	45	**37**	35	32	37	**35**
	Condell	Salvador	47	36	41	**41**	26	36	14	**25**	40	49	21	**37**
	Salvador	J.M. Infante	18	19	20	**19**	34	16	13	**21**	47	48	33	**43**
	J.M. Infante	Miguel Claro	42	13	21	**25**	45	48	49	**47**	18	17	50	**28**
	Miguel Claro	Manuel Montt	27	29	47	**34**	12	46	50	**36**	31	32	40	**34**
Diagonal Oriente	Manuel Montt	Antonio Varas	*			*	9	9	11	**10**	30	12	14	**19**
	Antonio Varas	Pedro de Valdivia	*			*	21	38	14	**24**	12	17	36	**22**
Pedro Lautaro Ferrer	Pedro de Valdivia	Ricardo Lyon	*			*	36	40	6	**27**	33	35	41	**36**
	Ricardo Lyon	Suecia	*			*	14	10	8	**11**	33	18	13	**21**
	Suecia	Los Leones	*			*	5	5	5	**5**	11	16	7	**11**
Jaime Guzmán	Los Leones	Chile-España	*			*	40	30	34	**35**	9	9	16	**11**
	Chile-España	Eliecer Parada	*			*	41	13	14	**23**	28	27	34	**30**
	Eliecer Parada	Chile-España	17	17		**17**	17	19	19	**18**	*			*
	Chile-España	Los Leones	17	16		**17**	16	13	12	**14**	*			*
Pedro Lautaro Ferrer	Los Leones	Suecia	12	43	8	**21**	10	9	10	**10**	*			*
	Suecia	Ricardo Lyon	12	64	43	**40**	39	41	37	**39**	*			*
	Ricardo Lyon	Pedro de Valdivia	34	65	49	**49**	19	23	23	**22**	*			*
Diagonal Oriente	Pedro de Valdivia	Antonio Varas	14	50	57	**40**	10	30	25	**22**	*			*
	Antonio Varas	Manuel Montt	33	15	38	**29**	29	12	14	**18**	*			*
Santa Isabel	Manuel Montt	Miguel Claro	49	56	36	**47**	35	53	47	**45**	*			*
	Miguel Claro	J.M. Infante	47	52	26	**42**	20	25	30	**25**	*			*
	J.M. Infante	Salvador	33	52	21	**35**	26	43	41	**37**	*			*

Fuente: Elaboración propia.

3.1.5.3.2 Santa María

Se presenta un resumen de las velocidades obtenidas en cada repetición, junto al perfil de velocidades obtenido.

FIGURA Nº 3.1-26: PERFIL DE VELOCIDADES – SANTA MARÍA



Fuente: Elaboración propia.

CUADRO Nº 3.1-18: RESUMEN DE VELOCIDADES POR REPETICIÓN – EJE SANTA MARIA

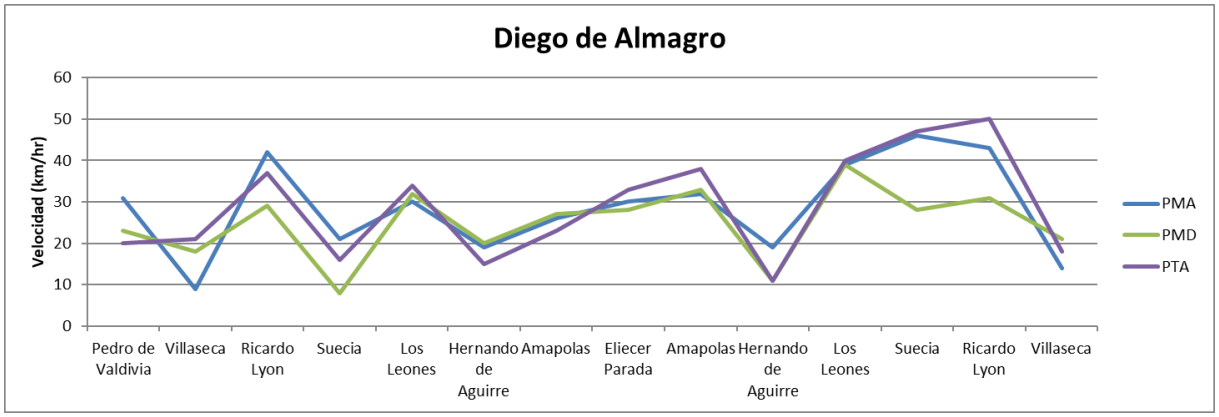
Calle	Desde	Hasta	PMA				PMD				PTA			
			R1	R2	R3	Prom.	R1	R2	R3	Prom.	R1	R2	R3	Prom.
Santa María	Pio Nono	Calle del Arzobispo	40	37		**39**	22	13		**18**	27	51		**39**
	Calle del Arzobispo	La Concepción	39	40		**40**	32	47		**40**	48	43		**46**
	La Concepción	Pedro de Valdivia	44	7		**26**	14	9		**12**	15	38		**27**
	Pedro de Valdivia	El Cerro	10	8		**9**	24	23		**24**	11	14		**13**
	El Cerro	Alberto Risopatrón	23	45		**34**	47	41		**44**	22	44		**33**

Fuente: Elaboración propia.

3.1.5.3.3 Diego de Almagro

Se presenta un resumen de las velocidades obtenidas en cada repetición, junto al perfil de velocidades obtenido.

FIGURA Nº 3.1-27: PERFIL DE VELOCIDADES – DIEGO DE ALMAGRO



Fuente: Elaboración propia.

CUADRO Nº 3.1-19: RESUMEN DE VELOCIDADES POR REPETICIÓN – EJE DIEGO DE ALMAGRO

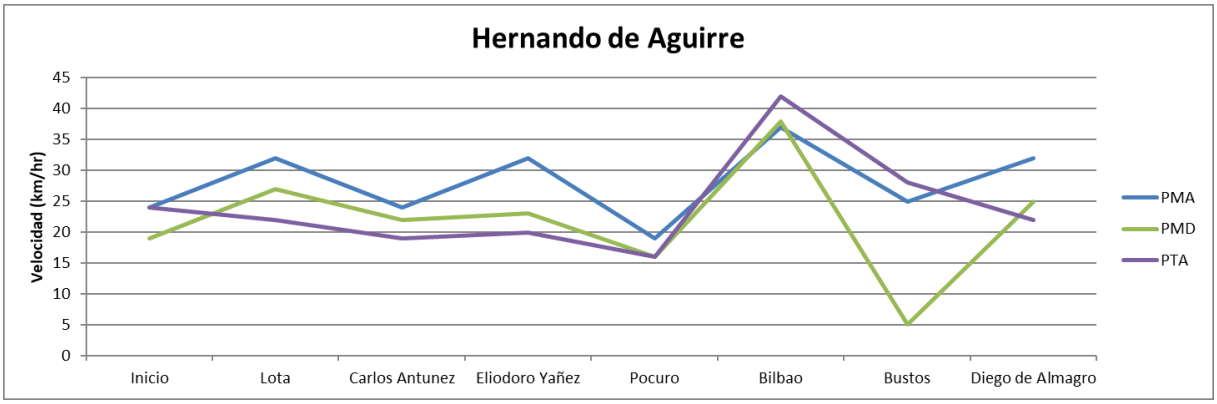
Calle	Desde	Hasta	PMA				PMD				PTA			
			R1	R2	R3	Prom.	R1	R2	R3	Prom.	R1	R2	R3	Prom.
Diego de Almagro	Pedro de Valdivia	Villaseca	30	31	31	**31**	24	23	21	**23**	19	15	25	**20**
	Villaseca	Ricardo Lyon	6	15	7	**9**	25	7	22	**18**	5	23	36	**21**
	Ricardo Lyon	Suecia	40	56	31	**42**	28	34	24	**29**	30	41	40	**37**
	Suecia	Los Leones	40	14	10	**21**	10	5	10	**8**	10	30	8	**16**
	Los Leones	Hernando de Aguirre	43	28	20	**30**	28	31	37	**32**	33	38	32	**34**
	Hernando de Aguirre	Amapolas	15	18	25	**19**	19	22	18	**20**	15	13	17	**15**
	Amapolas	Eliecer Parada	38	20	20	**26**	25	21	34	**27**	20	28	20	**23**
	Eliecer Parada	Amapolas	35	18	37	**30**	20	35	29	**28**	46	32	22	**33**
	Amapolas	Hernando de Aguirre	45	18	33	**32**	49	20	30	**33**	22	45	47	**38**
	Hernando de Aguirre	Los Leones	22	21	15	**19**	10	13	11	**11**	11	13	8	**11**
	Los Leones	Suecia	43	40	35	**39**	33	44	40	**39**	40	41	38	**40**
	Suecia	Ricardo Lyon	54	42	41	**46**	29	10	46	**28**	49	48	45	**47**
	Ricardo Lyon	Villaseca	48	43	37	**43**	10	34	49	**31**	53	48	48	**50**
	Villaseca	Pedro de Valdivia	16	18	7	**14**	29	13	22	**21**	18	18	18	**18**

Fuente: Elaboración propia.

3.1.5.3.4 Hernando de Aguirre

Se presenta un resumen de las velocidades obtenidas en cada repetición, junto al perfil de velocidades obtenido.

FIGURA Nº 3.1-28: PERFIL DE VELOCIDADES – HERNANDO DE AGUIRRE



Fuente: Elaboración propia.

CUADRO Nº 3.1-20: RESUMEN DE VELOCIDADES POR REPETICIÓN – EJE HERNANDO DE AGUIRRE

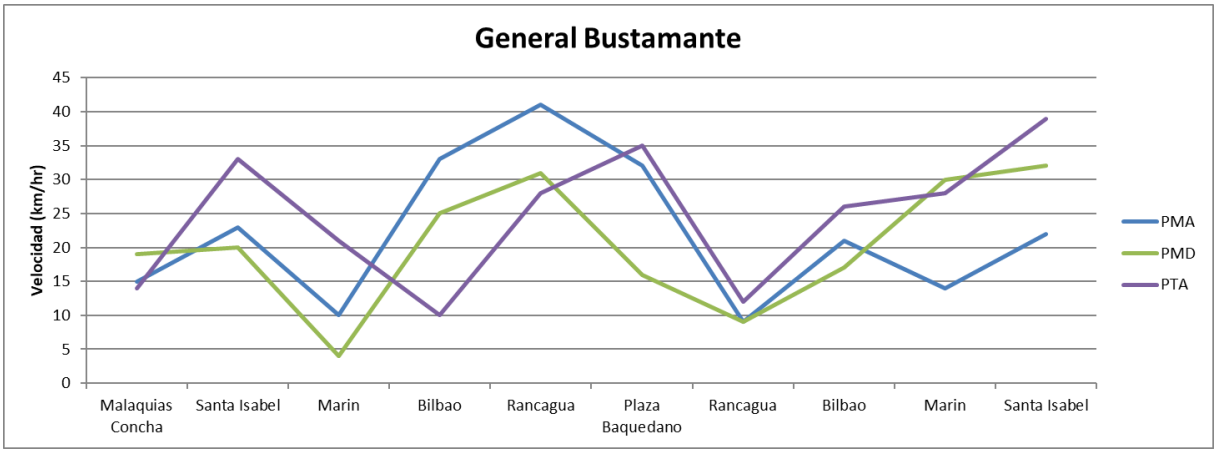
Calle	Desde	Hasta	PMA				PMD				PTA			
			R1	R2	R3	Prom.	R1	R2	R3	Prom.	R1	R2	R3	Prom.
Hernando de Aguirre	Inicio	Lota	17	31	24	**24**	22	20	16	**19**	23	33	17	**24**
	Lota	Carlos Antúnez	43	26	28	**32**	23	22	35	**27**	22	19	26	**22**
	Carlos Antúnez	Eliodoro Yáñez	38	16	19	**24**	14	31	21	**22**	27	15	16	**19**
	Eliodoro Yáñez	Pocuro	50	25	21	**32**	9	42	17	**23**	9	22	29	**20**
	Pocuro	Bilbao	12	11	33	**19**	19	21	9	**16**	22	12	13	**16**
	Bilbao	Bustos	44	51	15	**37**	39	34	40	**38**	38	48	40	**42**
	Bustos	Diego de Almagro	12	12	52	**25**	6	6	4	**5**	7	54	24	**28**
	Diego de Almagro	Eliecer Parada	34	31	32	**32**	22	25	29	**25**	26	15	26	**22**

Fuente: Elaboración propia.

3.1.5.3.5 General Bustamante

Se presenta un resumen de las velocidades obtenidas en cada repetición, junto al perfil de velocidades obtenido.

FIGURA Nº 3.1-29: PERFIL DE VELOCIDADES – GENERAL BUSTAMANTE



Fuente: Elaboración propia.

CUADRO Nº 3.1-21: RESUMEN DE VELOCIDADES POR REPETICIÓN – EJE GENERAL BUSTAMANTE

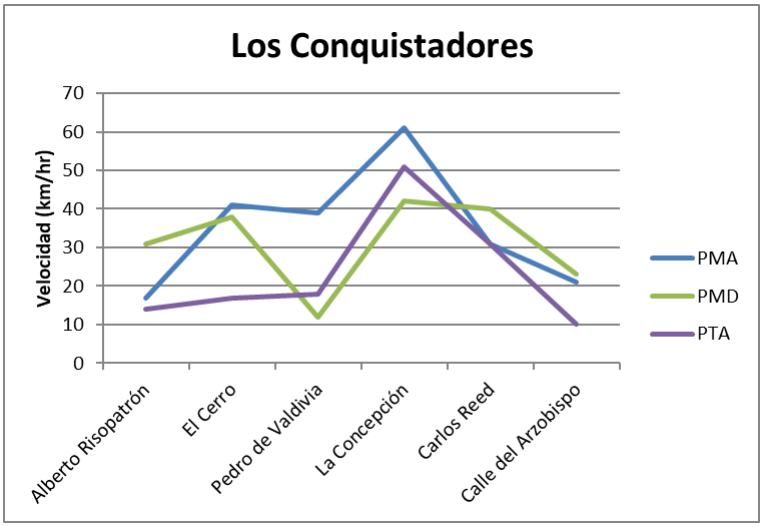
Calle	Desde	Hasta	PMA				PMD				PTA			
			R1	R2	R3	Prom.	R1	R2	R3	Prom.	R1	R2	R3	Prom.
General Bustamante	Malaquías Concha	Santa Isabel	5	21	19	**15**	10	9	38	**19**	16	15	11	**14**
	Santa Isabel	Marín	22	17	30	**23**	36	11	12	**20**	45	28	25	**33**
	Marín	Bilbao	10	11	10	**10**	5	4	4	**4**	13	11	38	**21**
	Bilbao	Rancagua	46	45	8	**33**	15	30	31	**25**	15	7	8	**10**
	Rancagua	Plaza Baquedano	42	43	39	**41**	27	27	40	**31**	21	17	45	**28**
Ramón Carnicer	Plaza Baquedano	Rancagua	17	43	37	**32**	18	15	14	**16**	47	22	36	**35**
	Rancagua	Bilbao	9	9	8	**9**	10	8	9	**9**	14	10	11	**12**
	Bilbao	Marín	33	16	14	**21**	16	12	24	**17**	17	42	18	**26**
General Bustamante	Marín	Santa Isabel	23	10	9	**14**	31	30	30	**30**	37	12	36	**28**
	Santa Isabel	Malaquías Concha	30	19	17	**22**	38	32	26	**32**	32	43	42	**39**

Fuente: Elaboración propia.

3.1.5.3.6 Los Conquistadores / Bellavista

Se presenta un resumen de las velocidades obtenidas en cada repetición, junto al perfil de velocidades obtenido.

FIGURA Nº 3.1-30: PERFIL DE VELOCIDADES – LOS CONQUISTADORES / BELLAVISTA



Fuente: Elaboración propia.

CUADRO Nº 3.1-22: RESUMEN DE VELOCIDADES POR REPETICIÓN – EJE LOS CONQUISTADORES

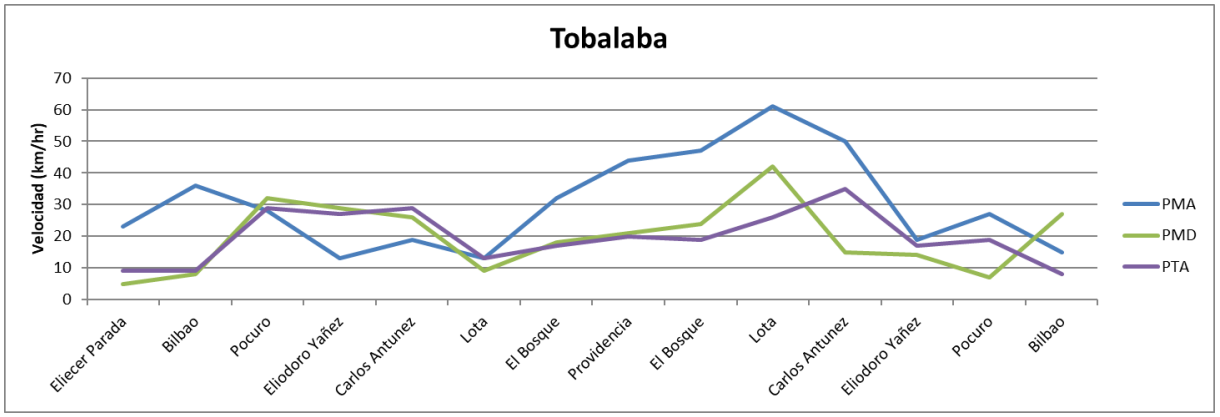
Calle	Desde	Hasta	PMA				PMD				PTA			
			R1	R2	R3	Prom.	R1	R2	R3	Prom.	R1	R2	R3	Prom.
Los Conquistadores	Alberto Risopatrón	El Cerro	20	15	15	**17**	47	25	21	**31**	17	21	5	**14**
	El Cerro	Pedro de Valdivia	48	36	39	**41**	43	35	37	**38**	15	18	19	**17**
	Pedro de Valdivia	La Concepción	17	58	42	**39**	11	12	14	**12**	11	18	25	**18**
	La Concepción	Carlos Reed	60	64	60	**61**	34	36	57	**42**	48	53	53	**51**
Bellavista	Carlos Reed	Calle del Arzobispo	51	20	22	**31**	34	63	24	**40**	55	25	14	**31**
	Calle del Arzobispo	Pio Nono	22	20	21	**21**	22	18	30	**23**	12	10	8	**10**

Fuente: Elaboración propia.

3.1.5.3.7 Tobalaba

Se presenta un resumen de las velocidades obtenidas en cada repetición, junto al perfil de velocidades obtenido.

FIGURA Nº 3.1-31: PERFIL DE VELOCIDADES – TOBALABA



Fuente: Elaboración propia.

CUADRO Nº 3.1-23: RESUMEN DE VELOCIDADES POR REPETICIÓN – EJE TOBALABA

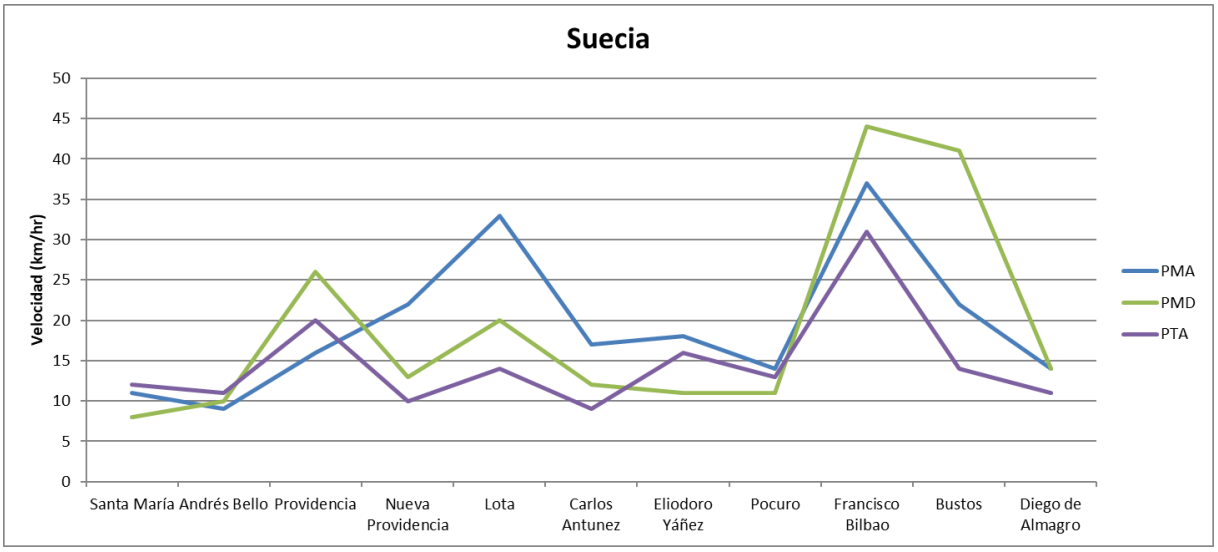
Calle	Desde	Hasta	PMA				PMD				PTA			
			R1	R2	R3	Prom.	R1	R2	R3	Prom.	R1	R2	R3	Prom.
Tobalaba	Eliecer Parada	Bilbao		8	37	**23**	8	3	5	**5**	5	16	7	**9**
	Bilbao	Pocuro		24	47	**36**	10	7	8	**8**	7	5	14	**9**
	Pocuro	Eliodoro Yáñez	40	35	9	**28**	22	49	26	**32**	24	33	31	**29**
	Eliodoro Yáñez	Carlos Antúnez	14	16	10	**13**	15	45	28	**29**	15	20	46	**27**
	Carlos Antúnez	Lota	26	16	15	**19**	34	19	25	**26**	48	22	17	**29**
	Lota	El Bosque	13	12	13	**13**	16	5	5	**9**	15	8	15	**13**
	El Bosque	Providencia	42	42	11	**32**	19	22	12	**18**	27	17	6	**17**
	Providencia	El Bosque	43	46	43	**44**	31	16	15	**21**	18	19	24	**20**
	El Bosque	Lota	40	44	56	**47**	31	19	21	**24**	20	23	15	**19**
	Lota	Carlos Antúnez	63	58	62	**61**	66	51	10	**42**	18	18	43	**26**
	Carlos Antúnez	Eliodoro Yáñez	69	28	52	**50**	14	14	16	**15**	32	59	14	**35**
	Eliodoro Yáñez	Pocuro	22	17	17	**19**	6	7	28	**14**	20	14	18	**17**
	Pocuro	Bilbao	9	43	30	**27**	7	4	9	**7**	7	7	43	**19**
	Bilbao	Eliecer Parada	14	16	16	**15**	32	26	22	**27**	9	5	11	**8**

Fuente: Elaboración propia.

3.1.5.3.8 Suecia

Se presenta un resumen de las velocidades obtenidas en cada repetición, junto al perfil de velocidades obtenido.

FIGURA Nº 3.1-32: PERFIL DE VELOCIDADES – SUECIA



Fuente: Elaboración propia.

CUADRO Nº 3.1-24: RESUMEN DE VELOCIDADES POR REPETICIÓN – EJE SUECIA

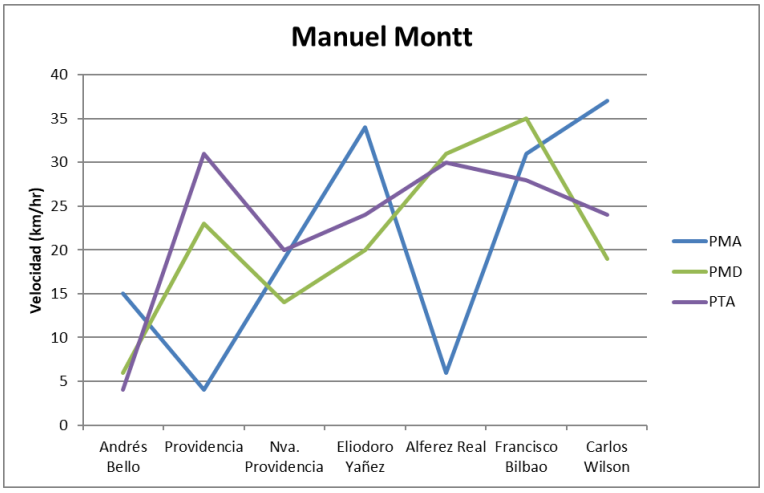
Calle	Desde	Hasta	PMA				PMD				PTA			
			R1	R2	R3	Prom.	R1	R2	R3	Prom.	R1	R2	R3	Prom.
Suecia	Santa María	Andrés Bello	7	15	11	**11**	9	7	7	**8**	3	26	6	**12**
	Andrés Bello	Providencia	10	8	9	**9**	5	12	12	**10**	5	7	21	**11**
	Providencia	Nueva Providencia	15	5	28	**16**	19	28	30	**26**	4	29	27	**20**
	Nueva Providencia	Lota	10	27	29	**22**	13	11	14	**13**	7	12	12	**10**
	Lota	Carlos Antúnez	40	41	19	**33**	19	13	28	**20**	11	6	24	**14**
	Carlos Antúnez	Eliodoro Yáñez	22	8	21	**17**	22	7	8	**12**	5	9	13	**9**
	Eliodoro Yáñez	Pocuro	13	25	15	**18**	13	11	10	**11**	16	16	16	**16**
	Pocuro	Francisco Bilbao	8	10	24	**14**	7	9	16	**11**	8	9	21	**13**
	Francisco Bilbao	Bustos	36	39	37	**37**	48	44	39	**44**	21	37	34	**31**
	Bustos	Diego de Almagro	12	40	14	**22**	54	39	30	**41**	16	10	15	**14**
	Diego de Almagro	Pedro Lautaro Ferrer	3	28	12	**14**	24	8	10	**14**	13	8	11	**11**

Fuente: Elaboración propia.

3.1.5.3.9 Manuel Montt

Se presenta un resumen de las velocidades obtenidas en cada repetición, junto al perfil de velocidades obtenido.

FIGURA Nº 3.1-33: PERFIL DE VELOCIDADES – MANUEL MONTT



Fuente: Elaboración propia.

CUADRO Nº 3.1-25: RESUMEN DE VELOCIDADES POR REPETICIÓN – EJE MANUEL MONTT

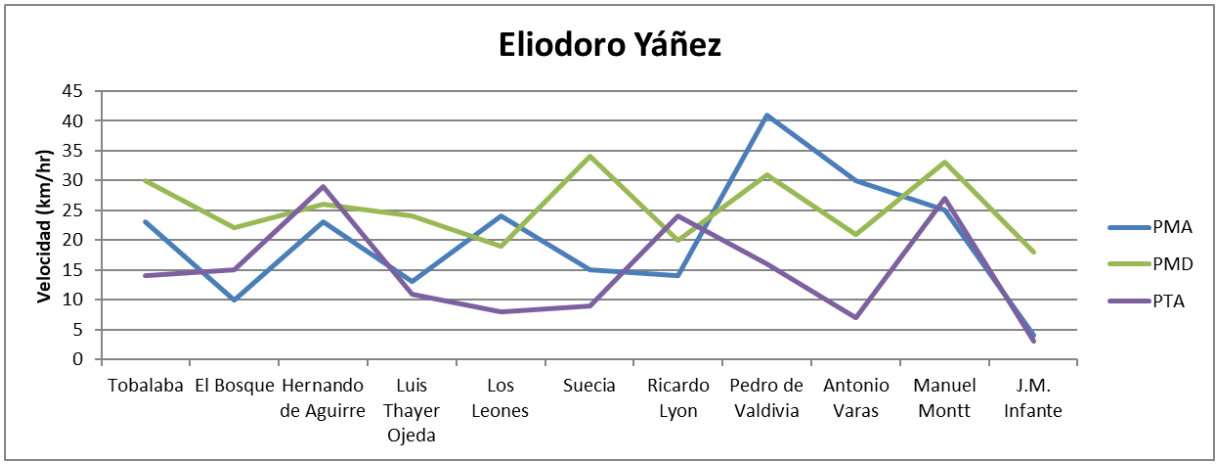
Calle	Desde	Hasta	PMA				PMD				PTA			
			R1	R2	R3	Prom.	R1	R2	R3	Prom.	R1	R2	R3	Prom.
Manuel Montt	Andrés Bello	Providencia	28	8	9	**15**	6	6	6	**6**	5	4	4	**4**
	Providencia	Nueva Providencia	6	4	3	**4**	3	35	32	**23**	29	31	34	**31**
	Nueva Providencia	Eliodoro Yáñez	21	17	18	**19**	20	8	14	**14**	15	12	33	**20**
	Eliodoro Yáñez	Alférez Real	40	33	30	**34**	11	23	25	**20**	13	37	22	**24**
	Alférez Real	Francisco Bilbao	8	6	5	**6**	28	31	34	**31**	31	41	18	**30**
	Francisco Bilbao	Carlos Wilson	46	35	11	**31**	31	39	35	**35**	19	37	27	**28**
	Carlos Wilson	Diagonal Oriente	41	40	31	**37**	16	21	21	**19**	10	21	41	**24**

Fuente: Elaboración propia.

3.1.5.3.10 Eliodoro Yáñez

Se presenta un resumen de las velocidades obtenidas en cada repetición, junto al perfil de velocidades obtenido.

FIGURA Nº 3.1-34: PERFIL DE VELOCIDADES – ELIODORO YÁÑEZ



Fuente: Elaboración propia.

CUADRO Nº 3.1-26: RESUMEN DE VELOCIDADES POR REPETICIÓN – EJE ELIODORO YÁÑEZ

Calle	Desde	Hasta	PMA				PMD				PTA			
			R1	R2	R3	Prom.	R1	R2	R3	Prom.	R1	R2	R3	Prom.
Eliodoro Yáñez	Tobalaba	El Bosque	15	20	33	**23**	28	26	37	**30**	8	20	14	**14**
	El Bosque	Hernando de Aguirre	5	12	14	**10**	12	15	40	**22**	7	34	5	**15**
	Hernando de Aguirre	Luis Thayer Ojeda	4	36	28	**23**	22	20	36	**26**	31	50	5	**29**
	Luis Thayer Ojeda	Los Leones	9	15	14	**13**	34	25	12	**24**	10	13	11	**11**
	Los Leones	Suecia	7	24	42	**24**	8	38	11	**19**	8	8	9	**8**
	Suecia	Ricardo Lyon	15	12	17	**15**	31	41	30	**34**	8	10	9	**9**
	Ricardo Lyon	Pedro de Valdivia	12	17	13	**14**	11	11	37	**20**	25	21	26	**24**
	Pedro de Valdivia	Antonio Varas	41	39	44	**41**	52	21	21	**31**	8	19	20	**16**
	Antonio Varas	Manuel Montt	35	9	46	**30**	8	22	32	**21**	7	7	7	**7**
	Manuel Montt	J.M. Infante	5	34	35	**25**	43	23	33	**33**	14	15	51	**27**
	J.M. Infante	Providencia	3	5	3	**4**	5	41	7	**18**	4	3	3	**3**

Fuente: Elaboración propia.

3.1.5.4 Reporte de Encuesta Origen – Destino

Las encuestas para vehículos livianos fueron realizadas en noviembre 2021, siendo realizadas únicamente los días martes, miércoles y jueves de una semana laboral completa. Los puntos de control y accesos definidos para la encuesta se encuentran en la Tarea 3.10 del presente estudio.

Los puntos de control y accesos definidos para la encuesta se presentan en el siguiente cuadro.

CUADRO Nº 3.1-27: PUNTOS DE CONTROL PARA ENCUESTA DE VEHÍCULOS LIVIANOS

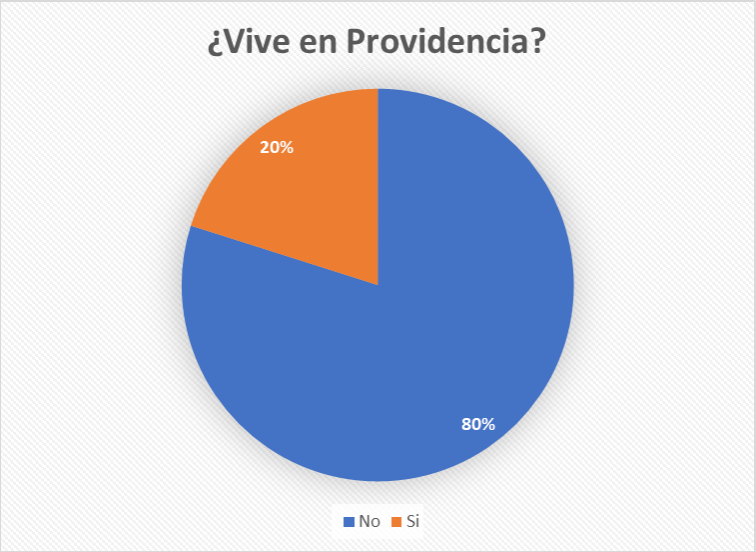
PC	Ubicación	Accesos Encuestados
1	Los Conquistadores con El Cerro	Norte, Oriente
2	Los Conquistadores con Santa María	Oriente
3	Tobalaba con Providencia	Oriente, Sur
4	Eliodoro Yáñez con Providencia	Sur
5	Rancagua con Gral. Bustamante	Sur, Poniente
6	Pocuro Tobalaba	Poniente
7	Sta. Isabel con Salvador	Norte, Sur
8	Pedro Lautaro Ferrer con Los Leones	Sur, Poniente, Oriente
9	Diego de Almagro con Hernando de Aguirre	Norte, Oriente, Poniente
10	Tobalaba con Eliodoro Yáñez	Oriente, Norte
11	Carlos Antúnez con P de Valdivia	Norte, Sur, Poniente
12	Bilbao con Amapolas	Sur, Oriente
13	Antonio Varas con Diagonal Oriente	Sur
14	Manuel Montt con Alférez Real	Norte
15	Rancagua con Ramón Carnicer	Norte
16	Suecia con Bilbao	Norte, Poniente
17	Andrés Bello con La Concepción	Norte
18	Pedro de Valdivia con Los Conquistadores	Norte, Sur
19	Nueva de Lyon con Sta. María	Sur, Poniente
20	Diego de Almagro con Ricardo Lyon	Sur, Oriente, Poniente

Fuente: Elaboración propia.

3.1.5.4.1 Resultados de la Encuesta

Se realizó un total de 14.172 encuestas, que fueron validadas y expandidas para actualizar las matrices de viaje iniciales. A continuación se presenta un breve resumen con las principales respuestas de la encuesta.

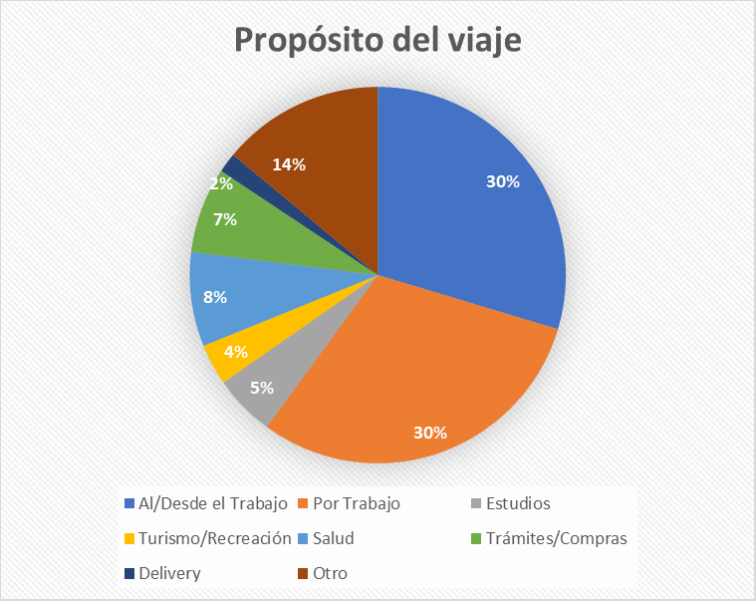
FIGURA Nº 3.1-35: EOD VEHICULOS LIVIANOS - ¿VIVE EN PROVIDENCIA?



Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la pregunta de si el encuestado vive en Providencia se obtuvieron 2.850 respuestas afirmativas (20%) y 11.322 negativas (80%). Esto da un primer indicio de la población flotante de la comuna y la cantidad de viajes realizados por esta.

FIGURA Nº 3.1-36: EOD VEHICULOS LIVIANOS – PROPÓSITO DE VIAJE

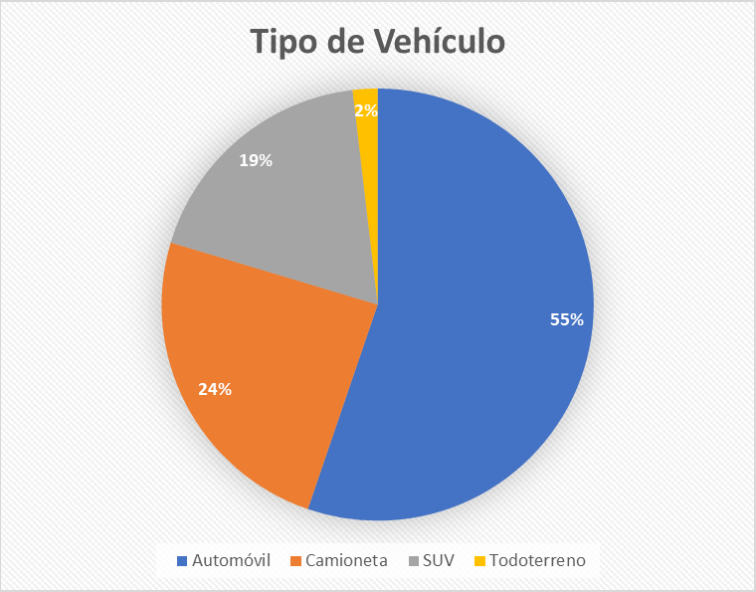


Fuente: Elaboración propia.

Al preguntar por el propósito del viaje realizado, se identificó que un 60% de los viajes son realizados con propósito Trabajo, ya sea dirigiéndose a este o movilizándose por motivo del mismo. Las siguientes

categorías con mayor respuesta fueron Salud (8%) y Trámites y Compras (7%). En menor medida aparecen los propósitos Estudio (5%), Turismo y Recreación (4%) y Delivery (2%). Finalmente, un 14% reporta viajes con un propósito diferente a los consultados.

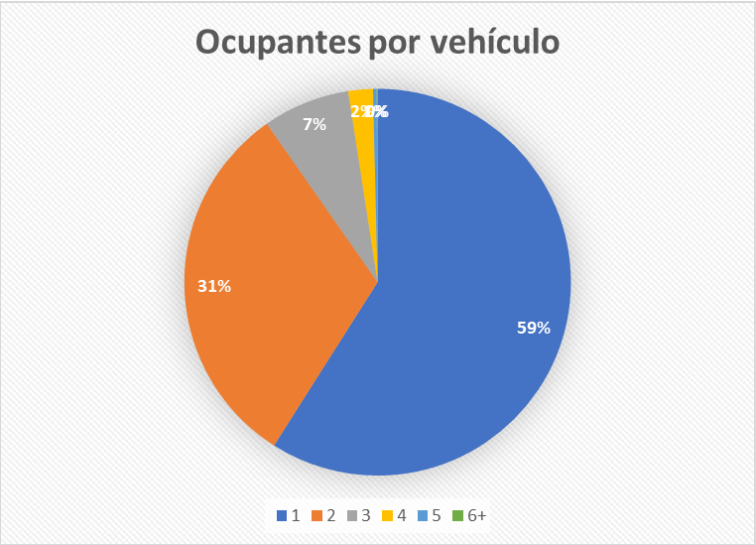
FIGURA Nº 3.1-37: EOD VEHICULOS LIVIANOS – TIPO DE VEHÍCULO



Fuente: Elaboración propia.

Respecto de la tipología de vehículos encuestados, se observa que la mayoría (55%) corresponde a automóviles de menor tamaño (sedan, hatchback, city car), el resto corresponde a vehículos de mayor tamaño, distinguiéndose camionetas (24%), SUV (19%) y en menor medida, todoterrenos (2%).

FIGURA Nº 3.1-38: EOD VEHICULOS LIVIANOS – NIVEL DE OCUPACIÓN DEL VEHÍCULO



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, al consultar por el nivel de ocupación del vehículo, se observa que el 59% estaba ocupado exclusivamente por el conductor del mismo, mientras que un 31% lleva dos personas en su interior. Lo anterior se corresponde con las tasas de ocupación medidas típicamente en la ciudad de Santiago.

3.1.5.4.2 Construcción de Matriz OD

En primer lugar, se procede a determinar los factores de expansión de cada punto de control, con el fin determinar la cantidad de viajes proyectados a partir de cada encuesta realizada. Se validó un total 13.903 encuestas, con una proyección posible de 101.018 viajes sumando todos los períodos de encuesta.

CUADRO Nº 3.1-28: FACTORES DE EXPANSIÓN POR PUNTO DE CONTROL, MOVIMIENTO Y PERÍODO

Punto de Control	Movimiento	Período	Encuestas	Flujo	Factor de expansión
1	NS	PMA	80	1611	20.138
1	NS	PMA	100	1219	12.190
1	NS	PMD	62	1645	26.532
1	NS	PTA	190	1076	5.663
1	OP	PMA	201	1229	6.114
1	OP	PMD	200	1431	7.155
1	OP	PTA	50	1906	38.120
2	OP	PMA	80	1805	22.563
2	OP	PMD	155	2784	17.961
2	PO	PMA	48	2348	48.917
2	PO	PMD	198	995	5.025
3	OP	PMA	174	846	4.862
3	OP	PMD	169	521	3.083
3	OP	PTA	180	1055	5.861
3	SN	PMA	138	671	4.862
3	SN	PMD	114	368	3.228
3	SN	PTA	252	971	3.853
4	SN	PMA	236	1172	4.966
4	SN	PMD	248	1158	4.669
4	SN	PTA	159	1862	11.711
5	PO	PMA	136	1577	11.596
5	PO	PMD	75	1749	23.320
5	PO	PTA	70	697	9.957
5	SN	PMA	79	477	6.038
5	SN	PMD	40	572	14.300
5	SN	PTA	250	1245	4.980
6	PO	PMA	112	1382	12.339
6	PO	PMD	165	1396	8.461
6	PO	PTA	106	489	4.613
7	NS	PMD	162	1693	10.451
7	NS	PTA	263	1710	6.502
7	SN	PMA	118	584	4.949
7	SN	PMD	69	506	7.333
8	OP	PMD	80	1111	13.888
8	PO	PMD	167	913	5.467
8	SN	PMA	132	430	3.258
8	SN	PMD	97	500	5.155
8	SN	PTA	110	365	3.318
9	NS	PMA	94	438	4.660
9	NS	PMD	100	893	8.930
9	NS	PTA	110	413	3.755
9	OP	PMA	120	413	3.442
9	OP	PMD	93	659	7.086
9	OP	PTA	113	598	5.292
9	PO	PMA	84	425	5.060
9	PO	PMD	118	459	3.890
9	PO	PTA	92	726	7.891
10	NS	PMA	142	863	6.077
10	NS	PMD	135	1205	8.926
10	NS	PTA	169	2069	12.243
10	OP	PMA	158	1506	9.532
10	OP	PMD	180	1249	6.939
10	OP	PTA	61	649	10.639

Punto de Control	Movimiento	Período	Encuestas	Flujo	Factor de expansión
11	NS	PMA	99	792	8.000
11	NS	PMD	77	949	12.325
11	NS	PTA	110	959	8.718
11	PO	PMA	89	1473	16.551
11	PO	PMD	99	1744	17.616
11	PO	PTA	77	1117	14.506
11	SN	PMA	100	631	6.310
11	SN	PMD	90	626	6.956
11	SN	PTA	135	1463	10.837
12	OP	PMA	93	1529	16.441
12	OP	PMD	81	1446	17.852
12	OP	PTA	127	1125	8.858
12	SN	PMA	110	824	7.491
12	SN	PMD	93	646	6.946
12	SN	PTA	180	1290	7.167
13	SN	PMA	200	1198	5.990
13	SN	PMD	200	1132	5.660
13	SN	PTA	154	992	6.442
14	NS	PMA	161	1239	7.696
14	NS	PMD	194	1605	8.273
14	NS	PTA	144	657	4.563
15	NS	PMA	122	685	5.615
15	NS	PMD	90	771	8.567
15	NS	PTA	250	405	1.620
16	NS	PMA	250	844	3.376
16	NS	PMD	157	934	5.949
16	NS	PTA	87	813	9.345
16	PO	PMA	170	792	4.659
16	PO	PMD	136	749	5.507
16	PO	PTA	120	1461	12.175
17	NS	PMA	137	1698	12.394
17	NS	PMD	137	1873	13.672
17	NS	PTA	160	177	1.106
18	NS	PMA	161	218	1.354
18	NS	PMD	152	183	1.204
18	NS	PTA	129	136	1.054
18	SN	PMA	156	142	0.910
18	SN	PMD	132	180	1.364
18	SN	PTA	225	403	1.791
19	PO	PTA	194	1138	5.866
19	SN	PMA	196	849	4.332
19	SN	PMD	127	757	5.961
19	SN	PTA	131	1136	8.672
20	OP	PMA	103	625	6.068
20	OP	PMD	106	822	7.755
20	OP	PTA	83	176	2.120
20	PO	PMA	69	116	1.681
20	PO	PMD	73	206	2.822
20	PO	PTA	120	1195	9.958
20	SN	PMA	160	809	5.056
20	SN	PMD	123	654	5.317
20	SN	PTA	80	1611	20.138

Fuente: Elaboración Propia

Para construir la matriz origen-destino de la red de calibración, se tomó como punto de inicio la utilizada en el estudio de referencia de SECTRA-MTT. El detalle de viajes de la matriz inicial se presenta a continuación.

CUADRO Nº 3.1-29: TOTAL DE VIAJES MATRIZ INICIAL, SEGÚN CATEGORÍA

PUNTA MAÑANA

Tipo Zona	Local	Directa	Externa	Total
Local	13,142	15,133	1,074	**29,350**
Directa	13,576	34,326	1,338	**49,241**
Externa	6,788	16,279	49,391	**72,458**
Total	**33,506**	**65,739**	**51,803**	**151,049**

FUERA DE PUNTA

Tipo Zona	Local	Directa	Externa	Total
Local	10,575	11,578	5,676	**27,829**
Directa	12,321	27,779	10,863	**50,963**
Externa	6,768	15,291	46,933	**68,993**
Total	**29,664**	**54,649**	**63,473**	**147,785**

PUNTA TARDE

Tipo Zona	Local	Directa	Externa	Total
Local	13,214	10,290	15,422	**38,926**
Directa	11,982	24,277	26,262	**62,521**
Externa	1,625	2,731	51,260	**55,616**
Total	**26,822**	**37,298**	**92,944**	**157,064**

Fuente: Elaboración Propia a partir de "Análisis Red Vial Sector Centro Oriente de Santiago" (SECTRA-MTT, 2021)

Para complementar estas matrices, se actualizaron los pares O-D pertenecientes a zonas de carácter local y directa (es decir, todas aquellas presentes en la red de modelación), ya que corresponde a información de mayor confianza respecto del patrón de viajes de la comuna. En total se actualizaron un total de 32.885 viajes: 12.173 corresponden a la Punta Mañana, 10.856 a la Punta del Mediodía y 9.856 a la Punta de la Tarde.

CUADRO Nº 3.1-30: TOTAL DE VIAJES MATRIZ A PRIORI, SEGÚN CATEGORÍA

PUNTA MAÑANA

Tipo Zona	Local	Directa	Externa	Total
Local	11,511	15,448	1,074	**28,033**
Directa	14,032	35,268	1,338	**50,638**
Externa	6,788	16,279	49,391	**72,458**
Total	**32,332**	**66,995**	**51,803**	**151,130**

PUNTA MEDIODÍA

Tipo Zona	Local	Directa	Externa	Total
Local	10,666	12,498	5,676	**28,840**
Directa	13,608	28,421	10,863	**52,893**
Externa	6,768	15,291	46,933	**68,993**
Total	**31,042**	**56,211**	**63,473**	**150,726**

PUNTA TARDE

Tipo Zona	Local	Directa	Externa	Total
Local	11,470	11,272	15,422	**38,164**
Directa	13,384	25,237	26,262	**64,883**
Externa	1,625	2,731	51,260	**55,616**
Total	**26,479**	**39,240**	**92,944**	**158,663**

Fuente: Elaboración Propia

El volumen de viajes aumentó levemente en la punta mañana, incrementando en proporción la cantidad de viajes con origen/destino fuera de la comuna de Providencia. En la Punta del Mediodía se observó un aumento del 2%, que responde al ajuste de un período con mayor demanda respecto de la matriz inicial. Finalmente, el volumen de viajes en la Punta Tarde también aumenta respecto de la matriz inicial, mostrando patrones de cambio similares a los observados en la Punta Mañana.

3.1.6 Vehículos de Carga

En esta sección se reportan los resultados de las mediciones de tiempo de permanencia para vehículos de carga, desarrollada en base a los lineamientos expuestos en la Tarea 3.10. Esta medición consiste en registrar la hora de llegada y salida de un vehículo de carga al espacio público, identificando el tipo de vehículo, el tipo de carga, el lugar de detención y su interferencia con los otros modos de transporte. Así, las mediciones buscan caracterizar los vehículos de carga que más aportan a la congestión vehicular, de ciclos y peatonal.

En el siguiente cuadro, se presenta el número de vehículos de carga que se detuvieron en cada punto de control, y el tiempo de permanencia promedio para cada punto. Con esto, se calcula el tiempo de permanencia total.

CUADRO Nº 3.1-31: RESULTADOS DE MEDICIÓN DE TIEMPO DE PERMANENCIA DE VEHÍCULOS DE CARGA POR PUNTO DE CONTROL

PC	Sector	Calle	Tramo a Medir	N° vehículos /día	Permanencia promedio [min]	Permanencia total [min]
TP1	Providencia	Nueva de Lyon	Providencia / Andrés Bello	94	9,3	876
TP2		Santa Magdalena	Providencia / Andrés Bello	158	13,4	2114
TP3		Bucarest	Providencia / Andrés Bello	329	13,8	4540
TP4		Coyancura	Ricardo Lyon / Las Bellotas	118	29,4	3470
TP5		Diego de Velásquez	Guardia Vieja / Nva. Providencia	204	15,6	3191
TP6		Las Urbinas	Providencia / Andrés Bello	256	13,7	3519
TP7		Guardia Vieja	Providencia / Nva. Providencia	215	10,3	2216
TP8		Suecia	Providencia / Andrés Bello	66	10,9	718
TP9	Barrio Italia	Condell	Santa Isabel / Caupolicán	69	7,5	516
TP10		Italia	Santa Isabel / Caupolicán	69	9,1	626
TP11		Italia	Marín / Santa Isabel	75	8,6	644
TP12		Italia	Bilbao / Marín	68	13,8	939
TP13		Santa Isabel	Emilio Vaisse / Condell	25	8,4	209
TP14	Bellavista	Constitución	Bellavista / Dardignac	36	15,5	558
TP15		Pio Nono	Dardignac / Antonia López de Bello	31	22,4	695
TP16		Dardignac	Constitución / Mallinkrodt	17	23,1	393
TP17		Bellavista	Constitución / Pio Nono	215	8,8	1894
TP18	Providencia	Manuel Montt	Providencia / Nva. Providencia	56	20,1	1128
TP19		Barcelona	Pedro de Valdivia / Guardia Vieja	200	10,7	2135
TP20		Pedro de Valdivia	Providencia / Andrés Bello	117	14,7	1724
			Total	**2418**	**13,3**	**32105**

Fuente: Elaboración propia.

Del cuadro anterior destacan los puntos TP14 y TP15, ambos en el Barrio Bellavista, con tiempos de permanencia promedio que duplican la media. El tiempo promedio que están detenidos los vehículos es de 13,3 minutos, lo que representa un gasto de tiempo de 535 horas.

Al desagregar los datos por tipo de vehículo, como se presenta a continuación, se observa que la mayoría de los vehículos corresponden a furgones y motos/scooters. Sin embargo, los vehículos que más tiempo pasan detenidos son los camiones de dos ejes, con un tiempo promedio de permanencia de 18,2 minutos.

CUADRO Nº 3.1-32: RESULTADOS DE MEDICIÓN DE TIEMPO DE PERMANENCIA DE VEHÍCULOS DE CARGA POR TIPO DE VEHÍCULO

Tipo de Vehículo	N° vehículos/día	Permanencia promedio [min]
Bicicleta	201	10,8
Bicicleta con motor	92	9,7
Triciclo / Bici de carga	7	7,6
Moto / Scooter	871	12,2
Furgón	969	13,8
Camión 2 ejes	262	18,2
Camión 2 o más ejes	14	13,9
Otro	2	22,0
Total	**2418**	**13,3**

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al tipo de producto despachado, la mayor parte de los vehículos transporta comida de delivery. El tipo de carga que en promedio demora más tiempo son otros tipos de productos, seguidos por mudanzas y materiales de construcción. Se destaca que para las mediciones el tipo de carga fue observado por los medidores, y no consultado a los conductores, por lo que los resultados pueden estar sujetos a error.

CUADRO Nº 3.1-33: RESULTADOS DE MEDICIÓN DE TIEMPO DE PERMANENCIA DE VEHÍCULOS DE CARGA POR TIPO DE CARGA

Tipo de Vehículo	N° vehículos/día	Permanencia promedio [min]
Comida (Delivery)	1045	10,1
Encomienda	209	9,7
Productos perecibles	179	13,6
Productos no perecibles	174	12,4
Combustible y similares	12	9,2
Materiales construcción	53	19,5
Mudanzas	10	22,3
Otro	736	28,4
Total	**2418**	**13,3**

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro siguiente presenta el lugar donde se detuvo el vehículo, donde se desprende que la mayoría se detiene en la calzada (49% de los vehículos) y un alto porcentaje en la vereda o acera (45%).

CUADRO Nº 3.1-34: RESULTADOS DE MEDICIÓN DE TIEMPO DE PERMANENCIA DE VEHÍCULOS DE CARGA POR TIPO DE ESTACIONAMIENTO USADO

Tipo de estacionamiento	N° vehículos/día	Permanencia promedio [min]
Calzada	1100	13,0
Acera	573	13,1
Vereda	619	11,4
Ciclovía	4	68,0
Dedicado	112	18,7
Otro	10	35,0
Total	**2418**	**13,3**

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a lo observado en terreno, solo el 13% de los vehículos de carga no generaba ningún tipo de congestión, ya sea para peatones, ciclistas o vehículos. En los casos en que sí hay congestión producto de la detención del vehículo de carga, esta puede ser alta o baja, siendo raramente media.

CUADRO Nº 3.1-35: RESULTADOS DE MEDICIÓN DE TIEMPO DE PERMANENCIA DE VEHÍCULOS DE CARGA POR EFECTO EN LA CONGESTIÓN

Nivel de congestión	Porcentaje
Nula	13%
Baja	43%
Media	1%
Alta	43%

Fuente: Elaboración propia.

Al desagregar los resultados anteriores por tipo de viajero afectado, se observan diferencias importantes: si bien en la mitad de los casos los peatones o ciclistas perciben un bloqueo de su circulación congestión producto de la detención del vehículo de carga, este porcentaje solo alcanza un 23% para los vehículos motorizados.

CUADRO Nº 3.1-36: RESULTADOS DE MEDICIÓN DE TIEMPO DE PERMANENCIA DE VEHÍCULOS DE CARGA POR EFECTO EN LA CONGESTIÓN POR TIPO DE VIAJERO AFECTADO

Tipo de congestión	Baja	Media	Alta
Peatonal	44%	2%	54%
Ciclista	55%	0%	45%
Vehicular	77%	0%	23%

Fuente: Elaboración propia.

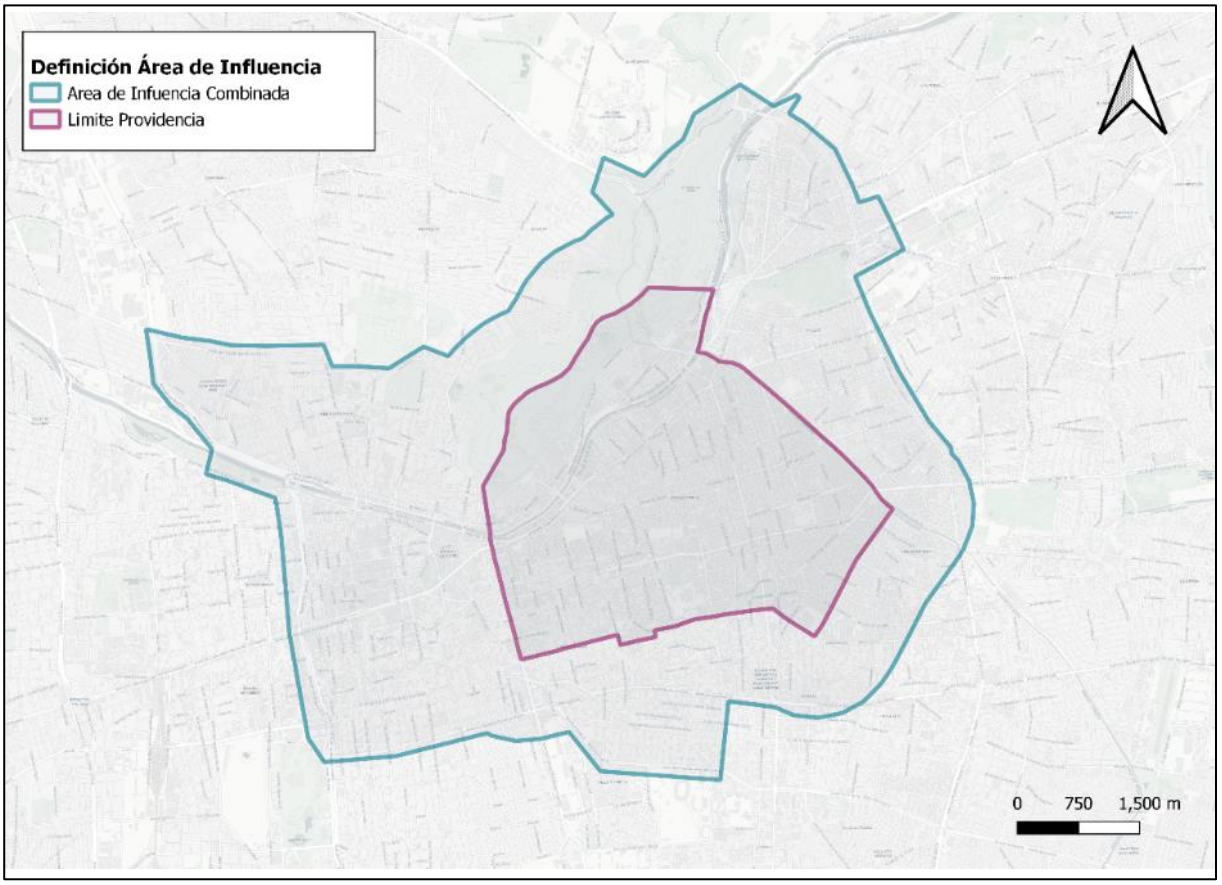
Los resultados anteriores indican que la operación de los vehículos de carga es un problema, ya que las detenciones generan congestión al resto de los viajeros y los principales perjudicados por las detenciones de vehículos de carga son los modos no motorizados.

3.2 Tarea 8. Definición de la Red de Modelación

Como fue mencionado al inicio de la tarea anterior, se utilizó como referencia el estudio “Análisis Red Vial Sector Centro Oriente de Santiago” (SECTRA-MTT, 2021), cuya área de influencia cubre gran parte de la comuna de Providencia.

Dados los alcances de este estudio, resulta necesario realizar una expansión del área de estudio para cubrir el sector suroriente de la comuna de Providencia. Para ello se implementó un buffer de un kilómetro sobre el límite comunal y este fue incorporado como parte del área de influencia final. Este se presenta en la siguiente figura.

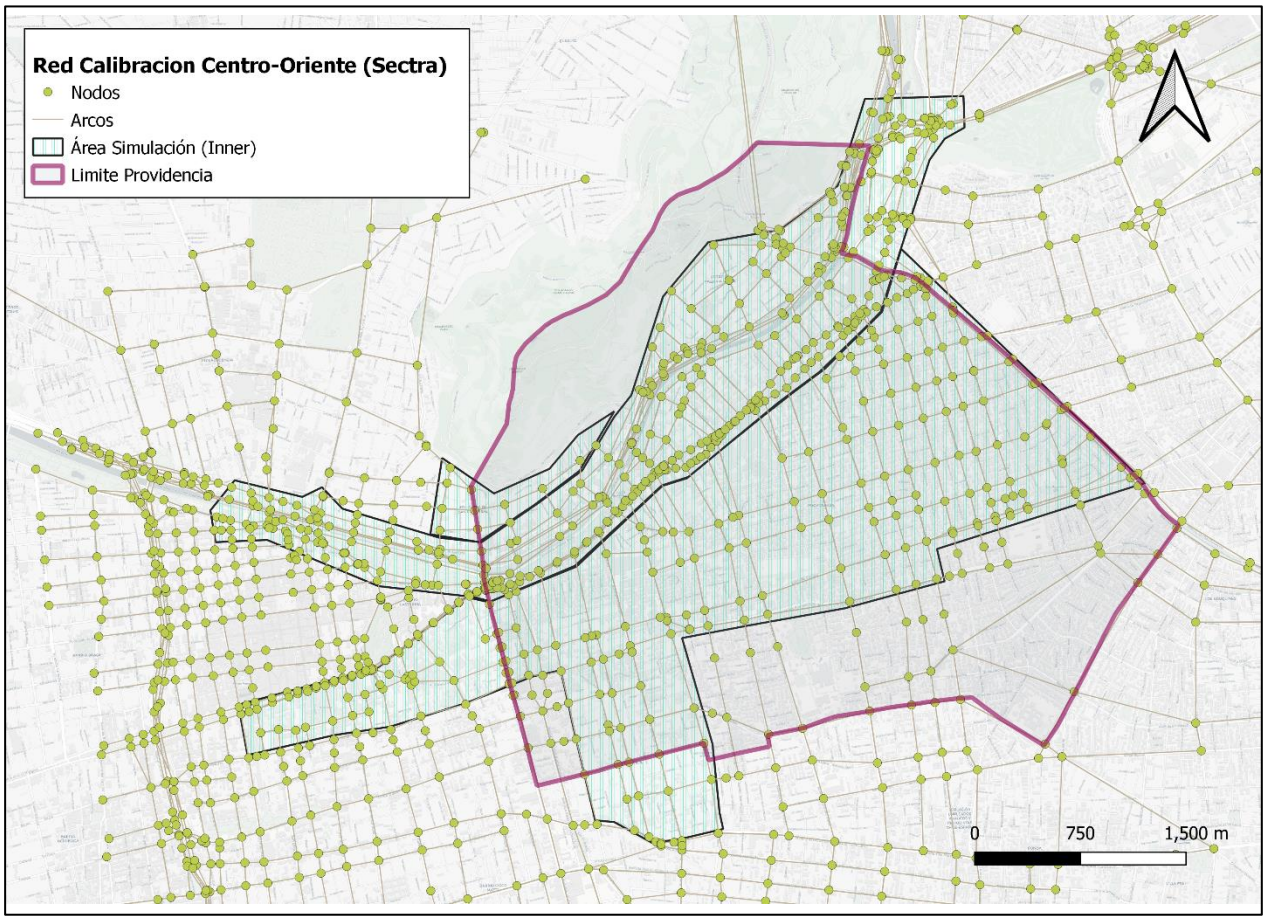
FIGURA Nº 3.2-1: AREA DE INFLUENCIA DEFINITIVA



Fuente: Elaboración propia.

La definición de un área de influencia ampliada se sustenta en la respectiva ampliación de la red de simulación detallada o Inner presente en la red de modelación inicial. Como referencia se presenta la cobertura del estudio de referencia.

FIGURA Nº 3.2-2: RED DE MODELACIÓN – ESTUDIO CENTRO ORIENTE

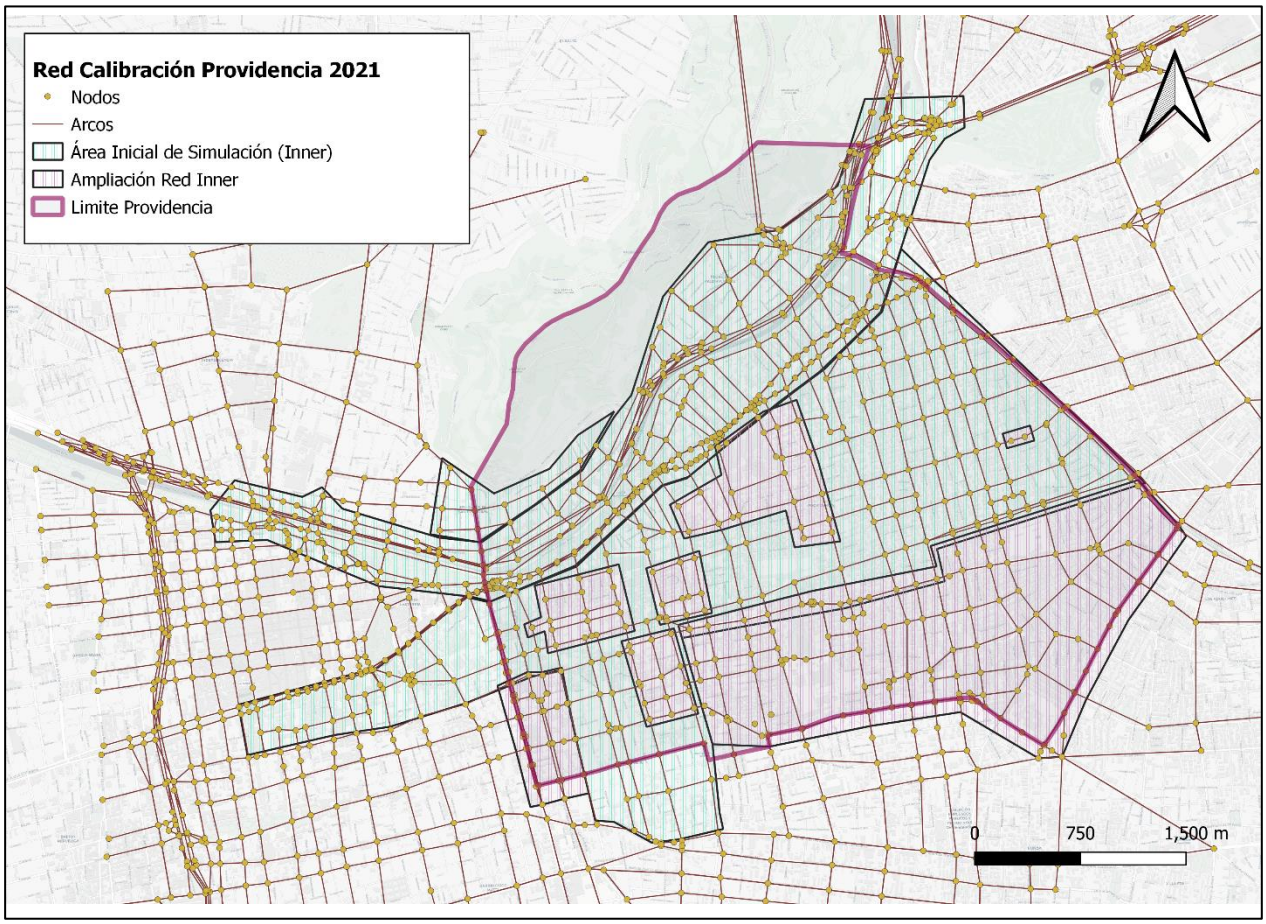


Fuente: Elaboración propia a partir de "Análisis Red Vial Sector Centro Oriente de Santiago" (SECTRA-MTT-MTT, 2021)

A continuación, se presenta la totalidad de la red de modelación, donde se observa la ampliación de la red de simulación en los sectores suroriente y surponiente de la comuna; incorporando áreas de gran relevancia como Barrio Italia; el sector en torno a la escuela de Oficiales de Carabineros y el sector de El Aguilucho, incorporando las avenidas Diagonal Oriente, Diego de Almagro y Eliecer Parada a la red de simulación.

Adicionalmente, se realizó una densificación de la red en los sectores en torno a Seminario, Salvador, Manuel Montt y Antonio Varas, permitiendo la incorporación de cruces, tanto semaforizados como de prioridad, que entregan un mayor detalle de la operación vehicular en la comuna de Providencia.

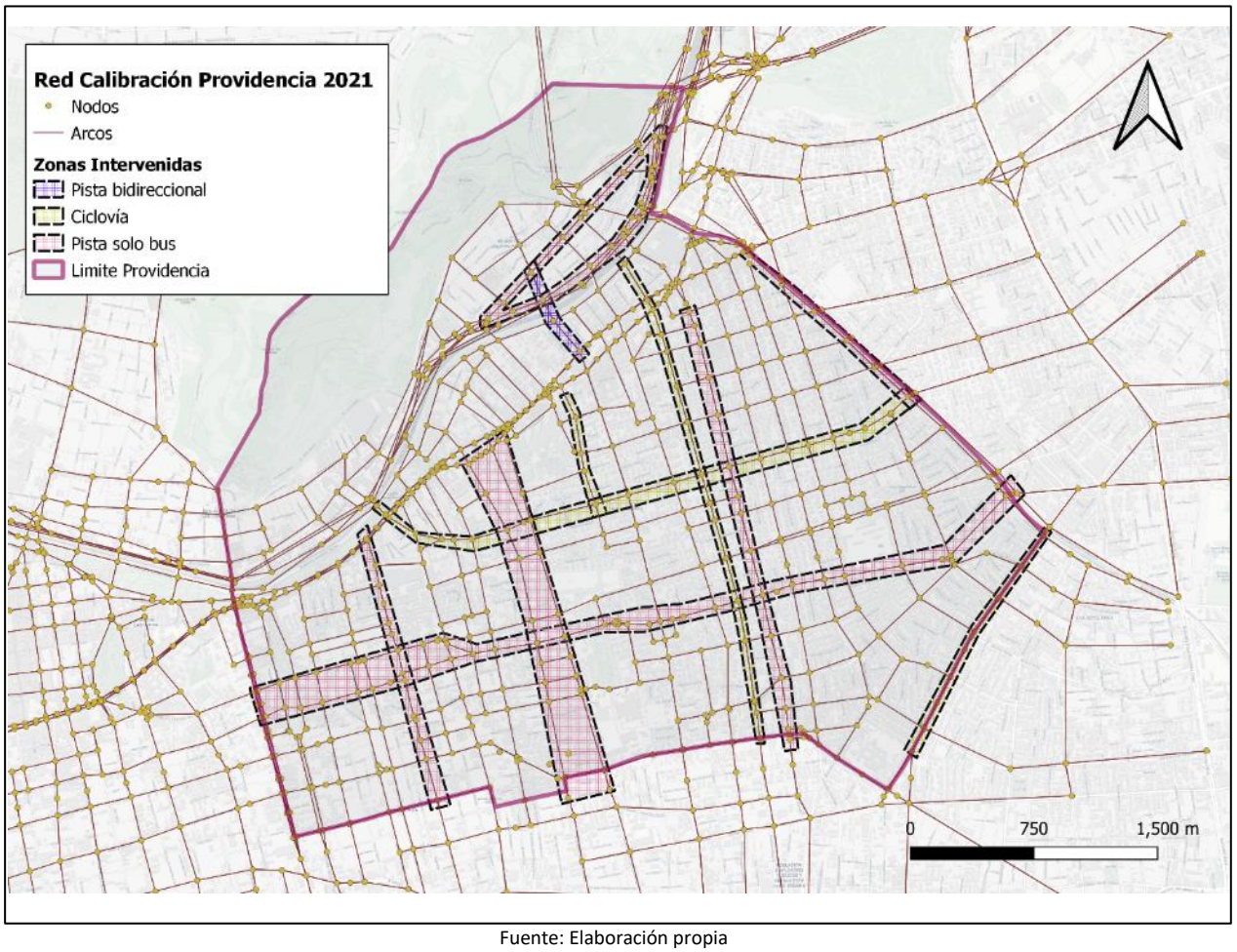
FIGURA Nº 3.2-3: RED DE MODELACIÓN DEFINITIVA – ESTUDIO CAPACIDAD VIAL Y MOVILIDAD PROVIDENCIA 2021



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, con objeto de dar detalle de los cambios incorporados en la red, se presenta una cartera de Proyectos que fueron desarrollados en los últimos años al interior de la comuna de Providencia y que por ello no habían sido incorporados en la red de simulación.

FIGURA Nº 3.2-4: PROYECTOS INCORPORADOS – ESTUDIO CAPACIDAD VIAL Y MOVILIDAD PROVIDENCIA 2021



Fuente: Elaboración propia

Entre los proyectos incorporados, se destaca la inclusión de nuevas ciclovías en los ejes Eliodoro Yáñez, Marchant Pereira, Suecia y Eliecer Parada (materializada en la comuna de Ñuñoa), que se incorpora a la red ya existente. Además, se incorpora una gran cantidad de pistas solo-bus, incorporando los ejes Salvador, Manuel Montt, Antonio Varas, Los Leones, Tobalaba, Los Conquistadores, Santa María, Rancagua y Francisco Bilbao, sumándose a la infraestructura dedicada existente en los ejes Providencia y Vicuña Mackenna.

Finalmente, se incorporan los cambios realizados en el sector Pedro de Valdivia Norte producto de las obras de mitigación de Costanera Center, que además de las pistas solo bus en Los Conquistadores y Santa María, habilita la operación bidireccional de Pedro de Valdivia entre Av. Providencia y Los Conquistadores, cuya operación previa era en sentido norte-sur.

3.3 Tarea 9. Definición de los Distintos Usuarios y Modos

Para efectos de calibración de la red de simulación táctica es preciso distinguir los usuarios y modos que ingresan dentro de este. Para ello, se remite a los modos definidos durante la Etapa 2 del estudio.

Vehículos de Modos Motorizados

- Automóviles particulares (incluye autos, van, camionetas, suv, etc)
- Buses de transporte público
- Buses de otro tipo
- Taxis Básicos
- Taxis Colectivos
- Motocicletas
- Vehículos de carga y distribución livianos (camionetas y camiones de 2 ejes)
- Vehículos de carga y distribución pesados (camiones de más de 2 ejes)

Se distinguirán dos clases de usuario/modo: **Asignables**, que responde a aquellos vehículos que disponen de una matriz de viajes completa y pueden ser asignados a la red vial; y **No Asignables o Fijos** que, dado su comportamiento, son incorporados en la red de modelación por medio de rutas predefinidas o **rutas fijas**.

Se definirá como modo asignable a los vehículos particulares, distinguiendo entre tres niveles de ingreso, heredando la estructura definida en el estudio de referencia (Conexiones Centro Oriente, SECTRA-MTT-MTT).

Las rutas fijas corresponderán a las líneas de transporte público del Sistema Red (ex Transantiago), taxicolectivo de ESTRAUS, camiones de 2 ejes, camiones de más de 2 ejes y taxis básicos, estos últimos con el objeto de cuantificar su impacto en Av. Providencia.

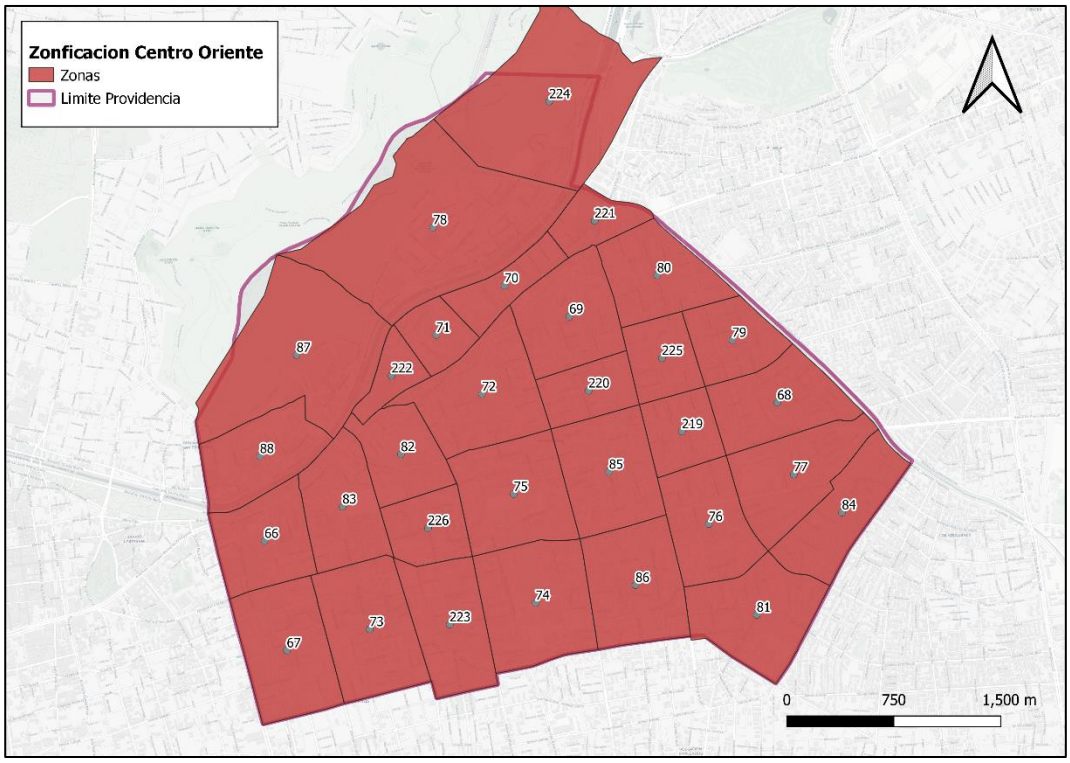
Las rutas fijas son ajustadas a los conteos vehiculares. La metodología de calibración de la red de modelación considera separadamente su ajuste respecto del flujo asignable.

3.4 Tarea 10. Zonificación Definitiva

3.4.1 Zonificación Referencial

Como parte de la Etapa 2 del presente estudio, se revisó la zonificación del estudio "Análisis Red Vial Sector Centro Oriente de Santiago" (SECTRA-MTT-MTT, 2021), que dispone una zonificación asociada a la red táctica desarrollada en el mismo. Esta a su vez corresponde a un ajuste de la zonificación que aplica el modelo ESTRAUS en la comuna, ajustando los polígonos de acuerdo a los requerimientos de la red.

FIGURA Nº 3.4-1: ZONIFICACIÓN COMUNA DE PROVIDENCIA – ESTUDIO CENTRO ORIENTE



Fuente: Elaboración propia a partir del estudio "Análisis Red Vial Sector Centro Oriente de Santiago" (SECTRA-MTT-MTT, 2021).

Dado el análisis de la zonificación ajustada del estudio señalado, realizado con información recopilada en el presente estudio, se concluyó mantener la zonificación del estudio de referencia. Para una mejor comprensión de los resultados, a continuación se caracterizarán las zonas de la red considerada.

3.4.2 Caracterización de las Zonas Tácticas

La zonificación a utilizar comprende un total de 228 zonas. Estas pueden clasificarse de acuerdo a dos categorías:

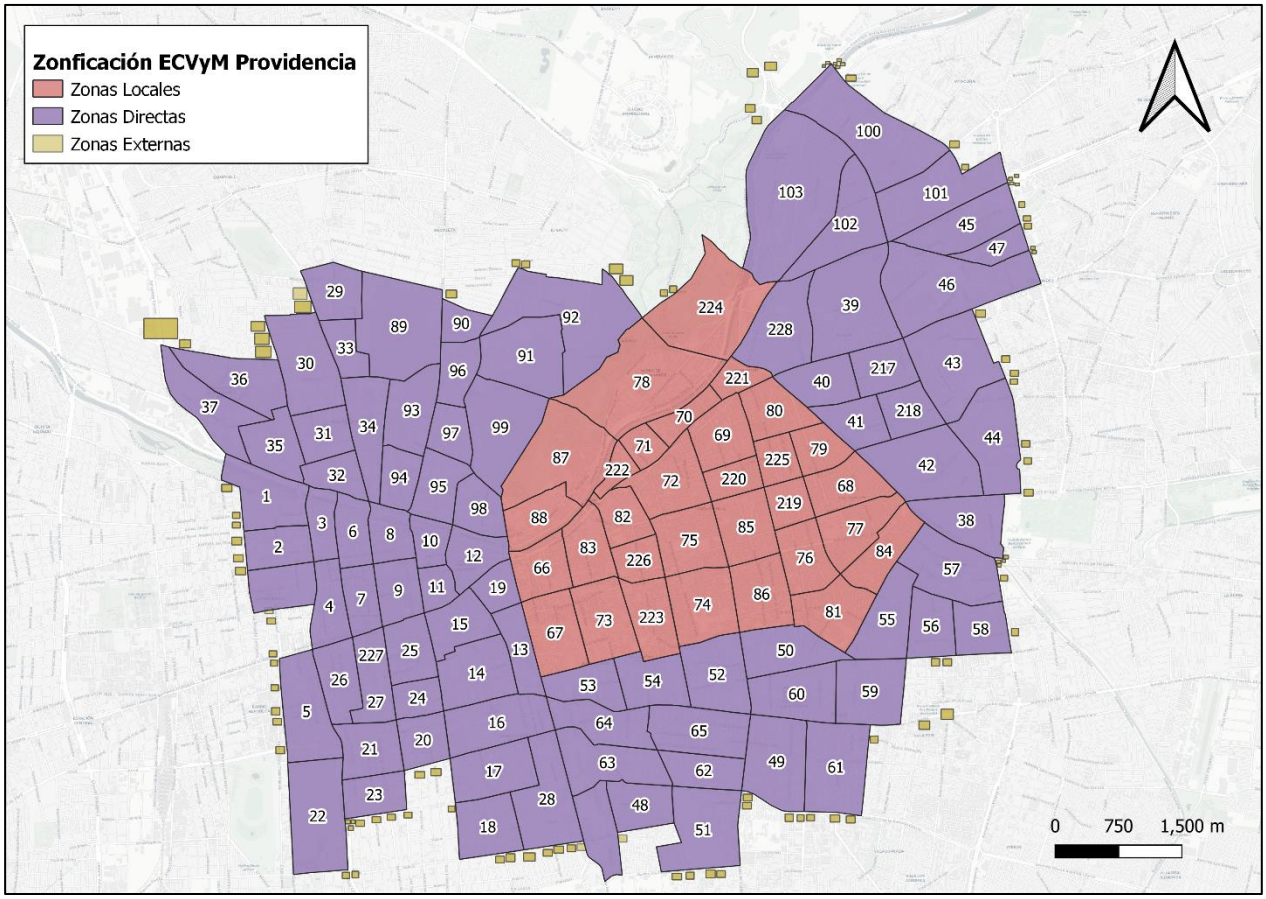
- **Internas:** Corresponde a aquellas zonas cuya oferta de transporte (vialidad) se encuentra debidamente modelada.
- **Externas:** Corresponde a zonas cuyo origen/destino se encuentra fuera de la red de modelación y por ende se encuentra conectadas de forma exclusiva a vialidad en el límite de la red de modelación.

Adicionalmente, con el fin de facilitar la comprensión de los resultados, se definirán dos subcategorías para diferenciar entre zonas internas:

- **Local:** Corresponde a zonas internas pertenecientes a la comuna de Providencia.
- **Directa:** Aquellas zonas internas que no pertenecen a la comuna de Providencia.

Así, se hablará en general de **tres categorías** principales: Local (interna), Directa (interna) y Externa; reportándose resultados de viaje agregados bajo dicha estructura. A continuación se presenta un esquema de la zonificación definitiva, distinguiendo las categorías definidas en esta tarea.

FIGURA Nº 3.4-2: ZONIFICACIÓN DEFINITIVA – VISTA GENERAL



Fuente: Elaboración propia.

3.5 Tarea 11. Calibración y Estimación de Matrices

3.5.1 Metodología de Calibración

En esta tarea se reporta la calibración de la red vial táctica de la comuna de Providencia para los tres períodos de estudio: **Punta Mañana, Punta Mediodía y Punta Tarde**. Esta fue realizada con el modelo de asignación **SATURN en modalidad Inner-Buffer** (Interna-Externa). Este corresponde a integración de los resultados obtenidos en las tareas previas de este estudio, generando una actualización del modelo para el año 2021.

El proceso de calibración de la red táctica consta de 2 fases, que se describen a continuación:

- **Fase I: Precalibración de la Red**

  En esta fase se construye topológicamente (Zonas y Nodos) la red de cada período, a partir de las siguientes sub tareas:
  - Definición y Codificación de la Zonificación de la Red.
  - Ajuste de la topología de la red (nodos y arcos) a partir del catastro físico.
  - Obtención de Conteos por movimientos y arcos de la red a partir de información existente
  - Generación de matrices a priori a partir de la información de las corridas estratégicas del modelo ESTRAUS:
  - Obtención de rutas fijas de tipos de camiones de acuerdo a estudios referenciales
  - Obtención de Rutas fijas de servicios de Transporte Público a partir de las corridas estratégicas de ESTRAUS vigentes en SECTRA-MTT.
  - Corridas de asignación SATASS de SATURN a matriz fija, eliminando errores de topología.

- **Fase II: Calibración de la Red y Estimación de la Matriz de Viajes**

  En esta fase, se deben replicar los conteos y las velocidades medidas por arco de la red y obtener una matriz estimada a través de un proceso iterativo de los módulos SATALL (SATASS-SATSIM) - SATME2 de SATURN, considerando las siguientes sub tareas:

  - Corridas SATALL para obtener nuevos flujos asignados y pijas[30] que ingresan a SATME2.
  - Corridas SATME2 de SATURN para estimar una nueva matriz a partir de la matriz a priori de Fase I (no más de 2 veces).
  - Comparación de flujos asignados SATALL con flujo observados (regresión lineal, indicador R2).
  - Revisión de indicadores GEH por arco y global.
  - Revisión total de viajes de la matriz y por zona.
  - Revisión de velocidades por arco.
  - Determinación de puntos más congestionados y verificación con la realidad.

A continuación se presentan las sub tareas pertenecientes a la Fase I y Fase 2 de la calibración de la red. En el Anexo digital se entregan los datos y procesamientos realizados como parte de la calibración de la red de cada periodo.

[30] Probabilidad *p* que los viajes vehiculares de un par origen destino *(i,j)* de zonas utilicen un arco *a* de la red.

3.5.2 Topología de la Red

Las características topológicas de la red de calibración se presentan en la tabla siguiente. El detalle de la red construida puede ser consultado en la Tarea 8 del estudio.

CUADRO Nº 3-37: TOPOLOGIA DE LA RED DE CALIBRACIÓN POR PERIODO

Ítem	Punta Mañana	Punta Mediodía	Punta Tarde
Numero de Zonas	228	228	228
Numero de Nodos	1496	1496	1495
Nodos Buffer	753	753	752
Nodos Prioridad	308	308	308
Nodos Rotondas	0	0	0
Nodos con Semáforos	352	352	352
Nodos auxiliares	83	83	83
Nodos Rotonda con vuelta en "U"	0	0	0
Numero de Arcos	2830	2890	2809
Arcos Buffer	1278	1277	1250
Arcos Inner	1552	1613	1559
Arcos Restringidos	111	26	53
Arcos Solo Bus	0	0	0
Numero de movimientos	2362	2476	2374
Líneas de Flujo Fijo	504	505	500

Fuente: Elaboración Propia

3.5.3 Obtención de Matrices a Priori

Para efectos de esta calibración, se utilizan las matrices del estudio referencial de SECTRA-MTT. Actualizando los pares origen-destino de acuerdo a la EOD realizada en Providencia. El detalle fue presentado en la Tarea 7 del estudio.

3.5.4 Definición Rutas Fijas de la Red

Se actualizó la calibración de las rutas fijas para cinco tipos de vehículo: Buses del sistema RED, Taxis colectivos, Camiones Ligeros (2 ejes), Camiones Pesados (más de 2 ejes) y Taxis básicos (solo eje Alameda-Providencia). Los trazados de las rutas se mantienen, realizando ajustes menores en la frecuencia de servicios de buses y taxicolectivo.

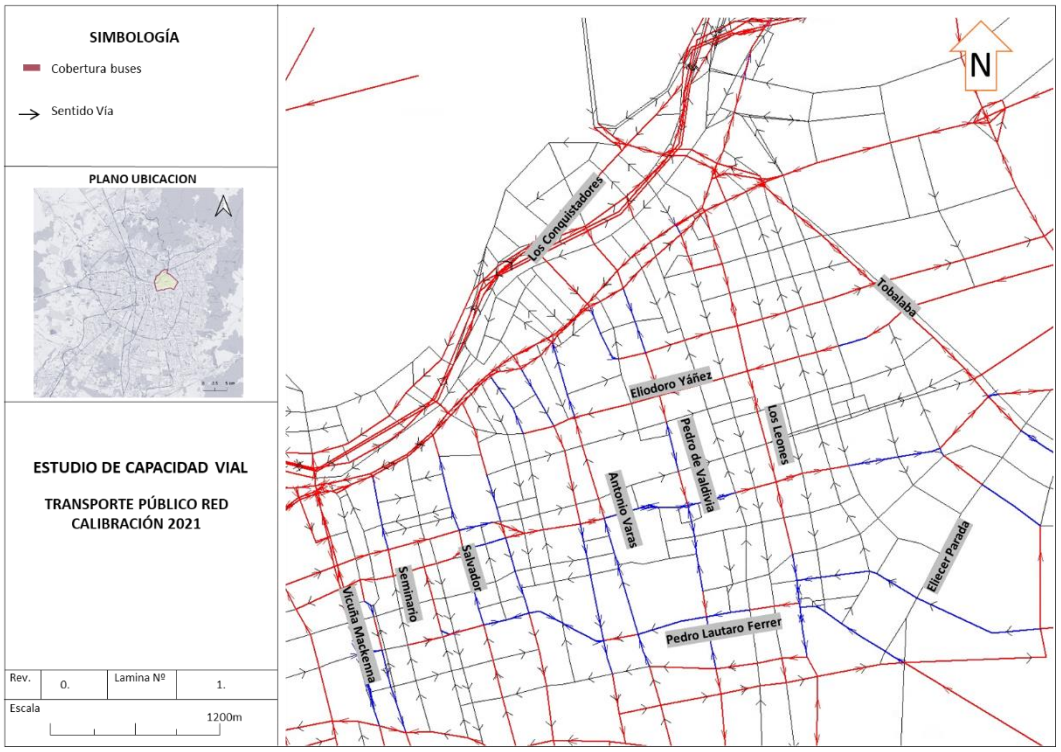
CUADRO Nº 3-38: RUTAS FIJAS RED ECVYM PROVIDENCIA

Ítem	Punta Mañana	Fuera Punta	Punta Tarde
Sistema RED	288	284	285
Taxis Colectivos	100	105	99
Camión Ligero	56	56	56
Camión Pesado	56	56	56
Taxi Básico	4	4	4

Fuente: Elaboración Propia

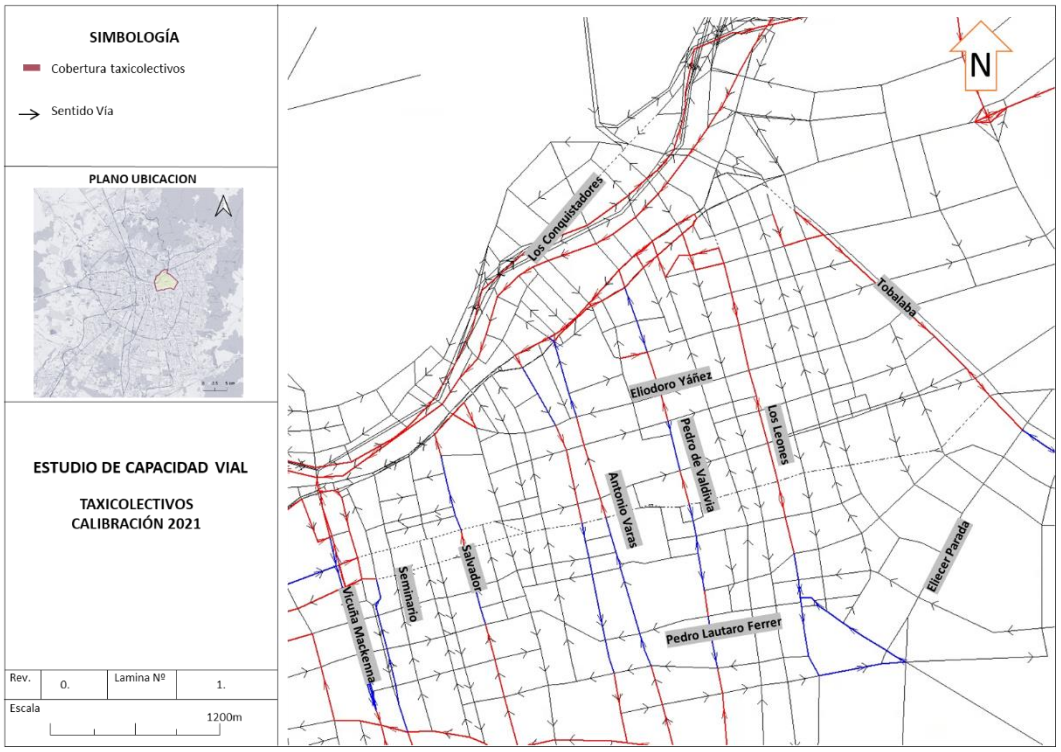
A continuación se presenta la cobertura de red de las rutas fijas incorporadas en la red de Providencia.

FIGURA Nº 3.5-1: COBERTURA RUTAS FIJAS – SISTEMA RED



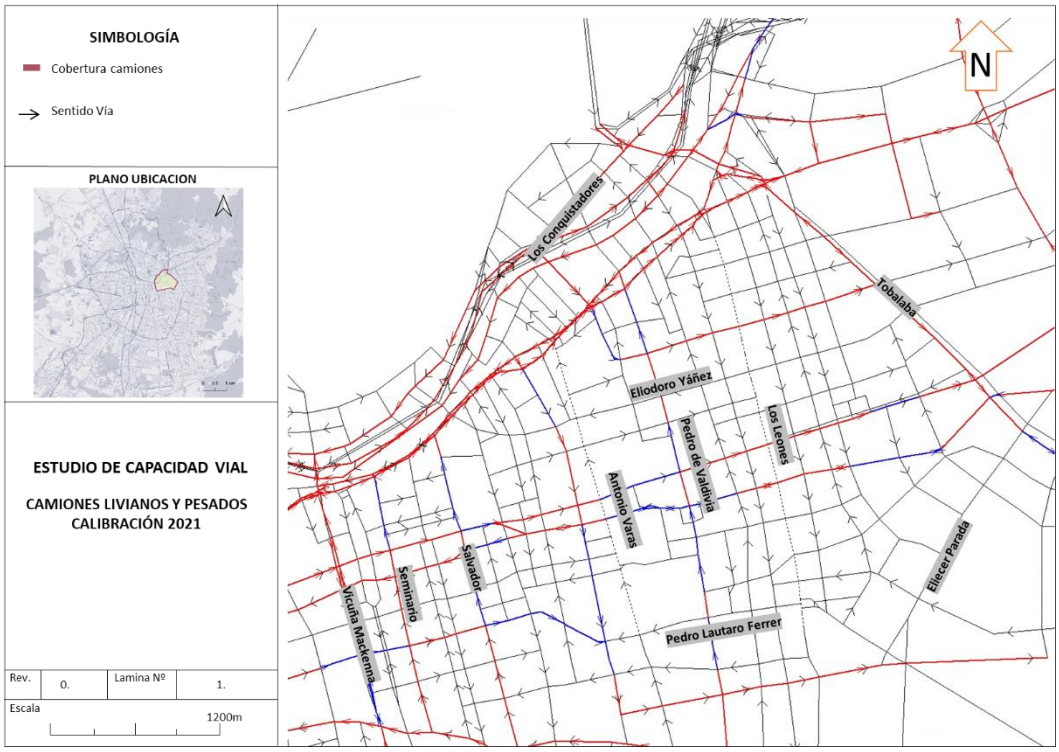
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 3.5-2: COBERTURA RUTAS FIJAS – TAXICOLECTIVOS



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 3.5-3: COBERTURA RUTAS FIJAS – VEHÍCULOS DE CARGA



Fuente: Elaboración propia.

3.5.5 Resultados de Calibración del Periodo Punta Mañana

3.5.5.1 Indicadores de Ajuste

A continuación se muestran los grados de ajustes alcanzados. Se presentan los resultados de la calibración en una tabla que indica los valores alcanzados para los estadísticos relevantes para la calibración del modelo y las figuras de la regresión lineal obtenida.

Se comparan los resultados obtenidos con la situación inicial de precalibración, mostrándose una mejoría considerable con los nuevos datos utilizados y ajustes realizados.

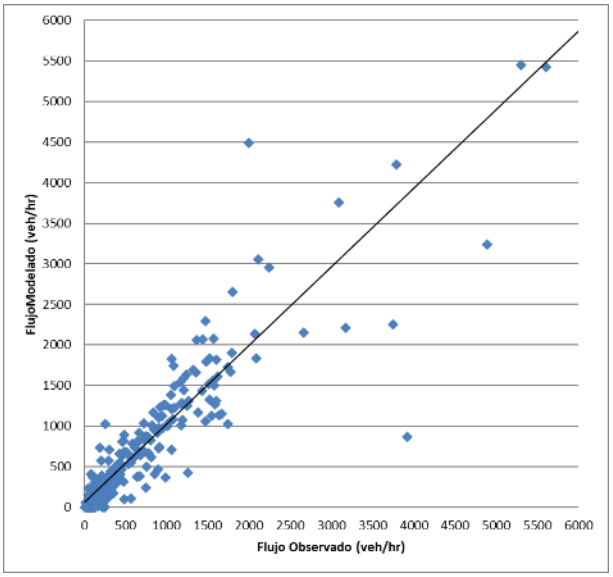
CUADRO Nº 3.5-39: INDICADORES DE AJUSTE CALIBRACIÓN PUNTA MAÑANA

Indicadores	Precalibración	Calibración
R^2 Y = A + B*X	0,8290	0,9338
R^2 Y = B*X	0,8274	0,9323
R^2 Y = X	0,8274	0,9322
Error Promedio por Arco (%)	8,56	7,75
GEH	11,62	9,66
Viajes totales (veh/hr)	151.130	137.916

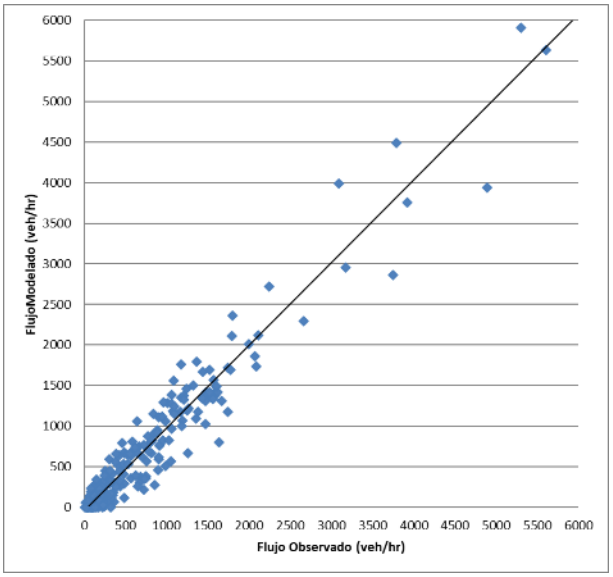
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 3.5-4: REGRESIÓN LINEAL AJUSTE CALIBRACIÓN PUNTA MAÑANA

PRECALIBRACIÓN



CALIBRACIÓN



Fuente: Elaboración Propia

En el Anexo digital se entregan los datos y resultados del Modelo SATURN Inner-Buffer para el periodo punta mañana del año 2021.

3.5.5.2 Matrices de Viajes Resultantes de la Calibración

A continuación se presenta un resumen con el total de viajes obtenidos a nivel agregado:

CUADRO Nº 3.5-40: TOTALES DE VIAJES PUNTA MAÑANA

MATRIZ A PRIORI

Tipo Zona	Local	Directa	Externa	Total
Local	11,511	15,448	1,074	**28,033**
Directa	14,032	35,268	1,338	**50,638**
Externa	6,788	16,279	49,391	**72,458**
Total	**32,332**	**66,995**	**51,803**	**151,130**

MATRIZ AJUSTADA

Tipo Zona	Local	Directa	Externa	Total
Local	9,521	12,853	861	**23,235**
Directa	11,847	30,367	1,234	**43,448**
Externa	7,387	14,784	49,062	**71,233**
Total	**28,756**	**58,003**	**51,157**	**137,916**

Fuente: Elaboración Propia

Respecto de la situación inicial se observa una caída significativa en los viajes; que se traduce en menos viajes generados y atraídos por la columna (Zonas locales), también se observa una baja en comunas adyacentes a Providencia, mientras que los viajes de paso se mantienen prácticamente en el mismo nivel de la matriz a priori.

3.5.5.3 Asignación de Flujos y Grados de Saturación

Las figuras siguientes presentan los flujos asignados resultantes en la red calibrada y los grados de saturación de las vías, alcanzados en la calibración. Los cuadros usados para la construcción de estas figuras se presentan en el Anexo A.

FIGURA N°355: FLUJO TOTAL DE LA HORA PEAK PUNTA MAÑANA

SIMBOLOGÍA

Flujo Total
6882
4588
2294

PLANO UBICACION

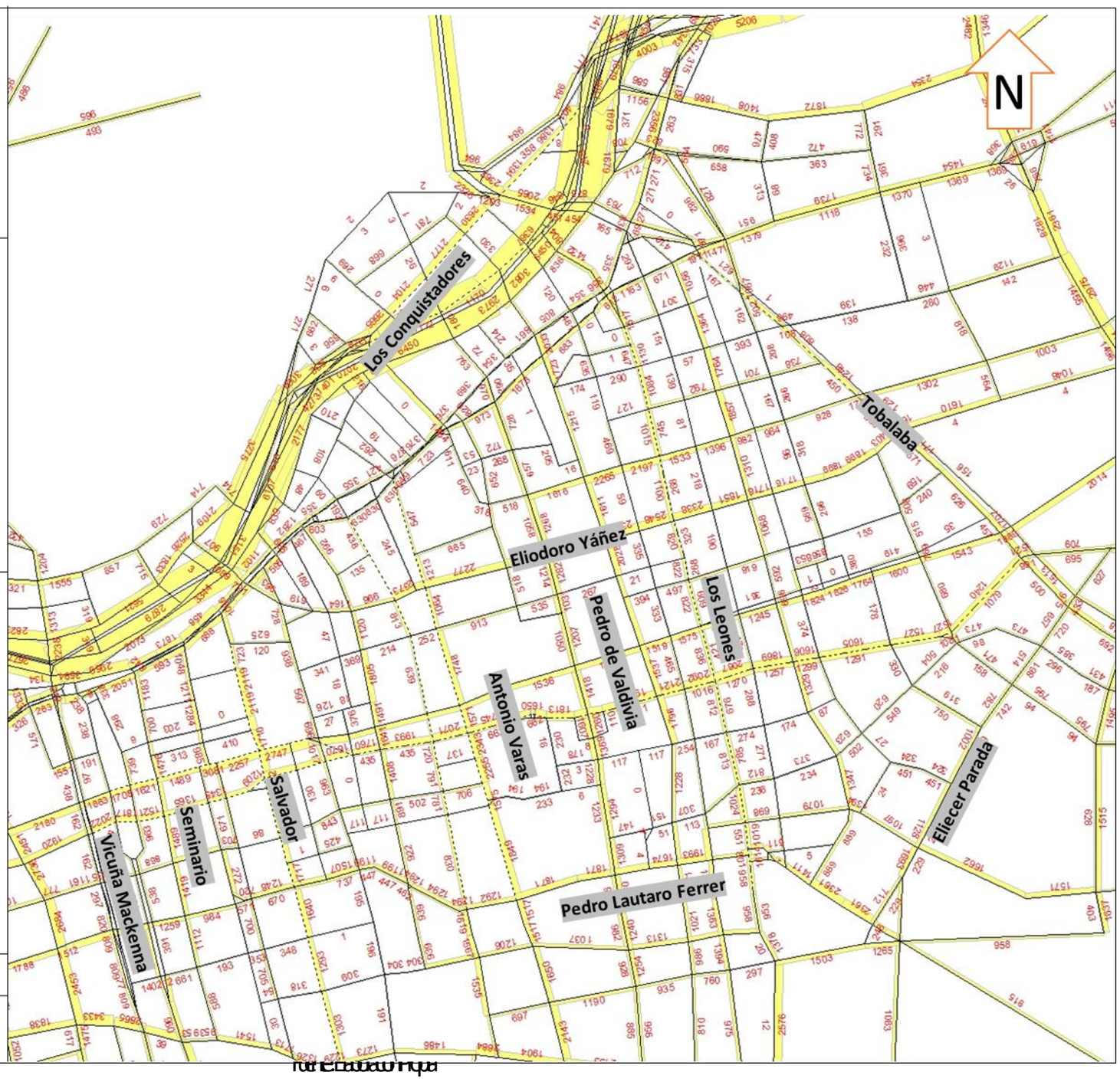


ESTUDIO DE CAPACIDAD VIAL

FLUJO TOTAL PUNTA MAÑANA
CALIBRACIÓN 2021

Rev.	0.	Lamina Nº	1.

Escala 1200m



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA N°356: GRADO DE SATURACIÓN HORA PEAK PUNTA MAÑANA

SIMBOLOGÍA

0 - 0
0 - 60
60 - 90
90 - 90
90 - 120
120 - 999

PLANO UBICACION

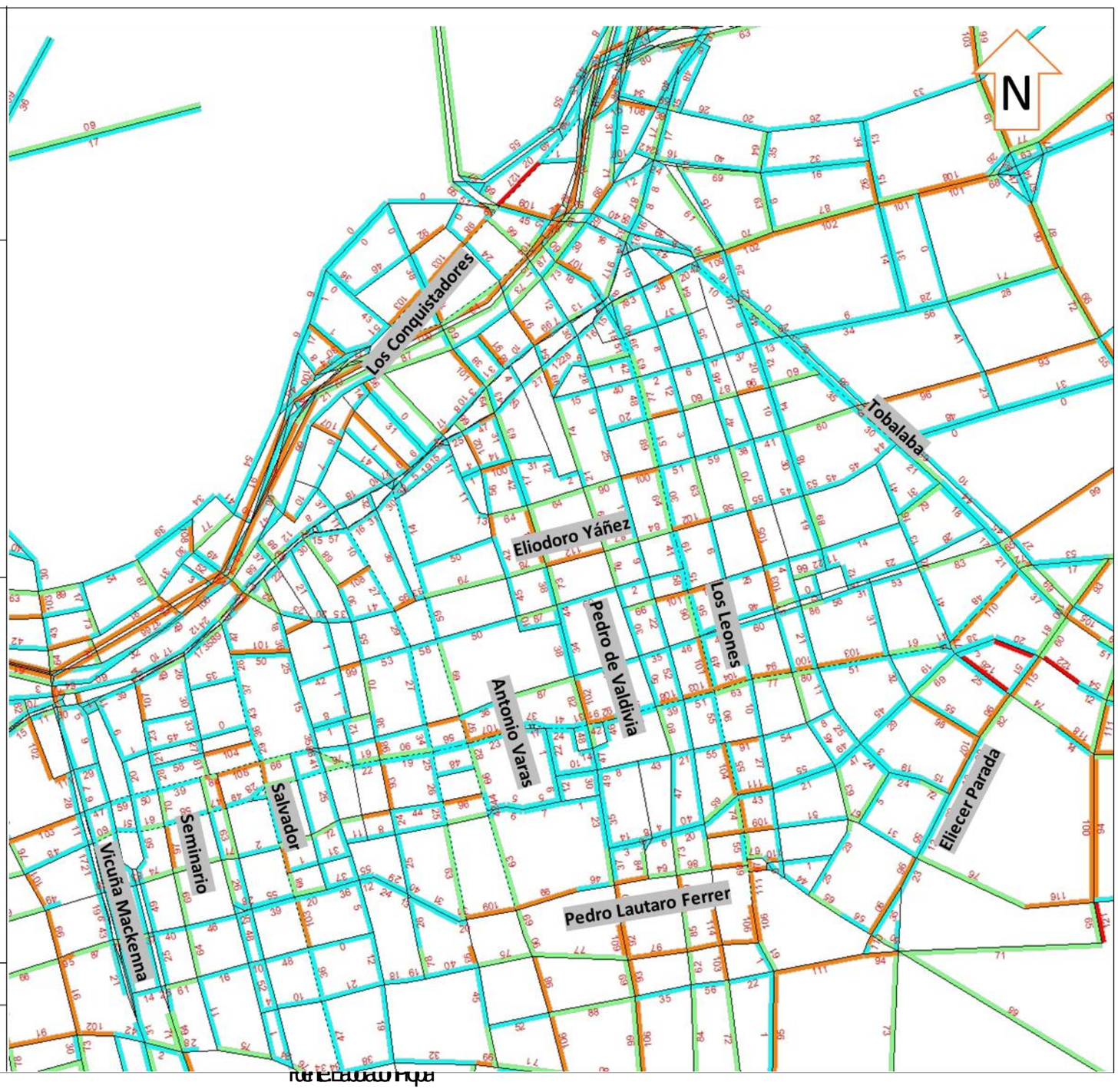


ESTUDIO DE CAPACIDAD VIAL

GRADO DE SATURACIÓN
PUNTA MAÑANA
CALIBRACIÓN 2021

Rev.	0.	Lamina Nº	1.

Escala 1200m



Fuente: Elaboración Propia

3.5.6 Resultados de Calibración del Periodo Punta Mediodía

3.5.6.1 Indicadores de Ajuste

A continuación se muestra los grados de ajustes alcanzados. Se presentan los resultados de la calibración en una tabla que indica los valores alcanzados para los estadísticos relevantes para la calibración del modelo y las figuras de la regresión lineal obtenida.

Se comparan los resultados obtenidos con la situación inicial sin ajustar, mostrándose una mejoría considerable con los nuevos datos utilizados y ajustes realizados.

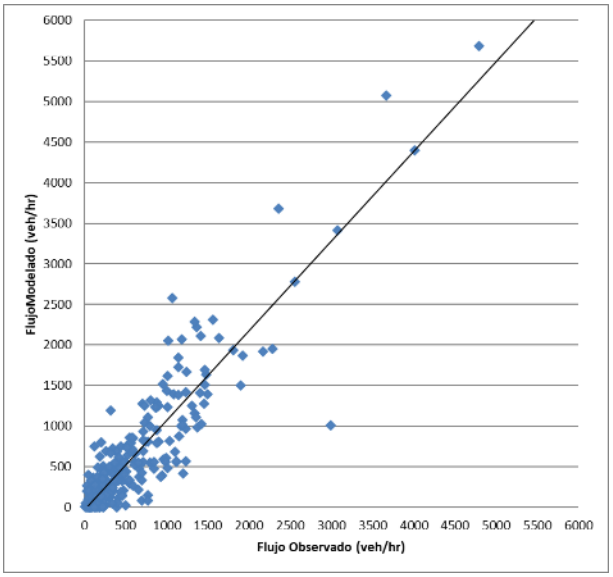
CUADRO Nº 3.5-41: INDICADORES DE AJUSTE CALIBRACIÓN PUNTA MEDIODÍA

Indicadores	Precalibración	Calibración
R^2 Y = A + B*X	0,8493	0,9071
R^2 Y = B*X	0,8482	0,9036
R^2 Y = X	0,8402	0,9011
Error Promedio por Arco (%)	10,79	9,79
GEH	13,20	12,30
Viajes totales (veh/hr)	150.726	131.148

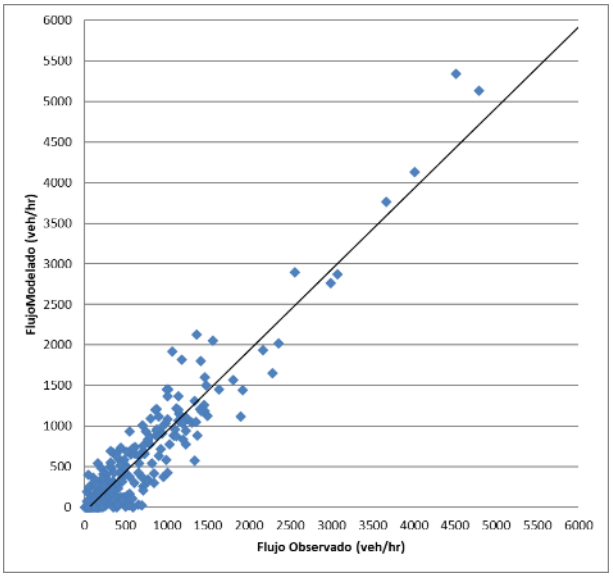
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 3.5-7: REGRESIÓN LINEAL AJUSTE CALIBRACIÓN PUNTA MEDIODÍA

PRECALIBRACIÓN



CALIBRACIÓN



Fuente: Elaboración Propia

En el Anexo digital se entregan los datos y resultados del Modelo SATURN Inner-Buffer para el periodo fuera de punta del año 2021.

3.5.6.2 Matrices de Viajes Resultantes de la Calibración

A continuación se presenta un resumen con el total de viajes obtenidos a nivel agregado:

CUADRO Nº 3.5-42: TOTALES DE VIAJES PUNTA MEDIODÍA

MATRIZ A PRIORI

Tipo Zona	Local	Directa	Externa	Total
Local	10,666	12,498	5,676	**28,840**
Directa	13,608	28,421	10,863	**52,893**
Externa	6,768	15,291	46,933	**68,993**
Total	**31,042**	**56,211**	**63,473**	**150,726**

MATRIZ AJUSTADA

Tipo Zona	Local	Directa	Externa	Total
Local	10,210	9,970	4,383	**24,564**
Directa	10,293	23,504	8,901	**42,699**
Externa	6,293	13,110	44,482	**63,885**
Total	**26,796**	**46,585**	**57,767**	**131,148**

Fuente: Elaboración Propia

Respecto de la situación inicial se observa una caída sustantiva en los viajes de la matriz, motivado principalmente por una reducción de la movilidad interna (zonas locales) respecto de la matriz inicial. Esta baja también se observa, aunque en menor medida, en las comunas adyacentes y sectores más alejados respecto de Providencia.

3.5.6.3 Asignación de Flujos y Grados de Saturación

Las figuras siguientes presentan los flujos asignados resultantes en la red calibrada y los grados de saturación de las vías, alcanzados en la calibración. Los cuadros usados para la construcción de estas figuras se presentan en el Anexo A.

FIGURA N°358 FLUJO TOTAL EN ARCO PERIODO PUNTA MEDIODÍA

SIMBOLOGÍA

Flujo Total

6361 4240 2120

PLANO UBICACION

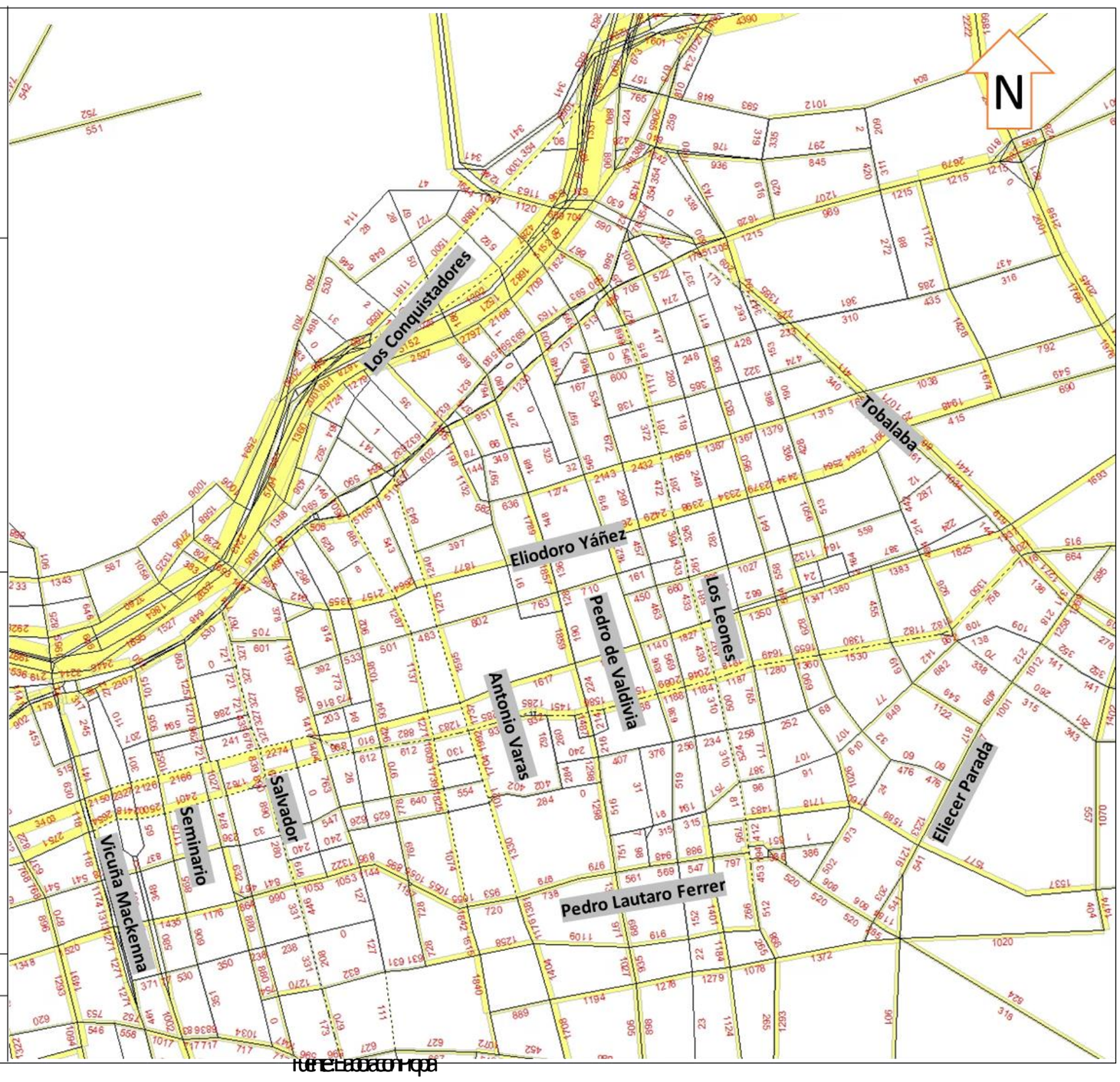


ESTUDIO DE CAPACIDAD VIAL

FLUJO TOTAL PUNTA MEDIODÍA
CALIBRACIÓN 2021

Rev.	0.	Lamina Nº	1.

Escala 1200m



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA N°359 GRADO DE SATURACIÓN EN EL PERIODO PUNTA MEDIODÍA

SIMBOLOGÍA

0 - 0
0 - 60
60 - 90
90 - 90
90 - 120
120 - 999

PLANO UBICACION



ESTUDIO DE CAPACIDAD VIAL

GRADO DE SATURACIÓN
PUNTA MEDIODÍA
CALIBRACIÓN 2021

Rev.	0.	Lamina Nº	1.

Escala 1200m



Fuente: Elaboración Propia

3.5.7 Resultados de Calibración del Periodo Punta Tarde

3.5.7.1 Indicadores de Ajuste

A continuación se muestra los grados de ajustes alcanzados. Se presentan los resultados de la calibración en una tabla que indica los valores alcanzados para los estadísticos relevantes para la calibración del modelo y las figuras de la regresión lineal obtenida.

Se comparan los resultados obtenidos con la situación inicial sin ajustar, mostrándose una mejoría considerable con los nuevos datos utilizados y ajustes realizados.

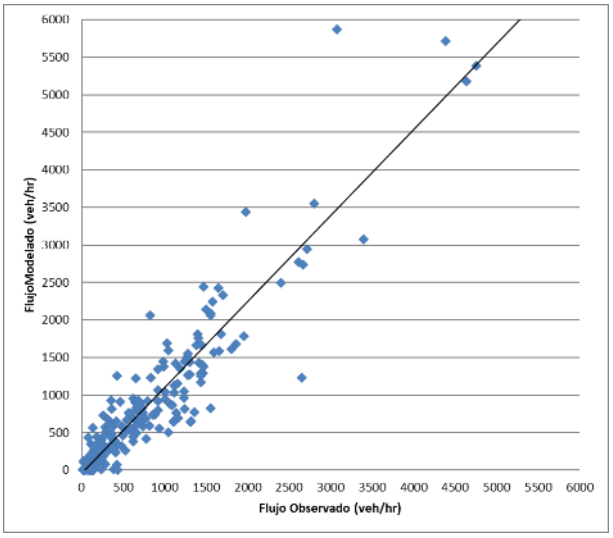
CUADRO Nº 3.5-43: INDICADORES DE AJUSTE CALIBRACIÓN PUNTA TARDE

Indicadores	Precalibración	Calibración
R^2 Y = A + B*X	0,8912	0,9318
R^2 Y = B*X	0,8901	0,9273
R^2 Y = X	0,8740	0,9265
Error Promedio por Arco (%)	8,78	8,64
GEH	11,20	10,75
Viajes totales (veh/hr)	158.663	140.104

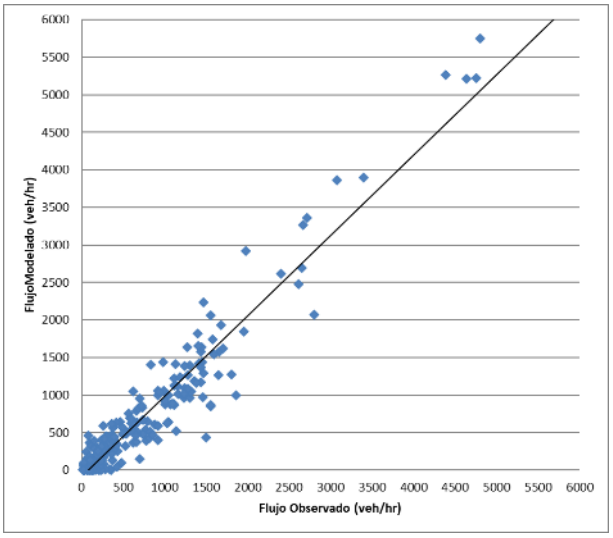
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 3.5-10: REGRESIÓN LINEAL AJUSTE CALIBRACIÓN PUNTA TARDE

PRECALIBRACIÓN



CALIBRACIÓN



Fuente: Elaboración Propia

En el Anexo digital se entregan los datos y resultados del Modelo SATURN Inner-Buffer para el periodo punta mañana del año 2021.

3.5.7.2 Matrices de Viajes Resultantes de la Calibración

A continuación se presenta un resumen con el total de viajes obtenidos a nivel agregado:

CUADRO Nº 3.5-44: TOTALES DE VIAJES PUNTA TARDE

MATRIZ A PRORI

Tipo Zona	Local	Directa	Externa	Total
Local	11,470	11,272	15,422	**38,164**
Directa	13,384	25,237	26,262	**64,883**
Externa	1,625	2,731	51,260	**55,616**
Total	**26,479**	**39,240**	**92,944**	**158,663**

MATRIZ AJUSTADA

Tipo Zona	Local	Directa	Externa	Total
Local	12,004	10,587	12,472	**35,063**
Directa	10,496	21,344	21,111	**52,951**
Externa	3,123	2,380	46,587	**52,090**
Total	**25,623**	**34,311**	**80,170**	**140,104**

Fuente: Elaboración Propia

Respecto de la situación inicial se observa que la cantidad de viajes baja considerablemente, siendo en este caso el patrón de viajes de paso (zonas directas y externas) aquel que se ve más afectado.

3.5.7.3 Asignación de Flujos y Grados de Saturación

Las figuras siguientes presentan los flujos asignados resultantes en la red calibrada y los grados de saturación de las vías, alcanzados en la calibración.

Los cuadros usados para la construcción de estas figuras se presentan en el Anexo A.

FIGURA Nº3.5.11: FLUJO TOTAL DE HORA PEAK PUNTA TARDE

SIMBOLOGÍA

Flujo Total

6744
4496
2248

PLANO UBICACION



ESTUDIO DE CAPACIDAD VIAL

FLUJO TOTAL PUNTA TARDE
CALIBRACIÓN 2021

Rev.	0.	Lamina Nº	1.

Escala 1200m

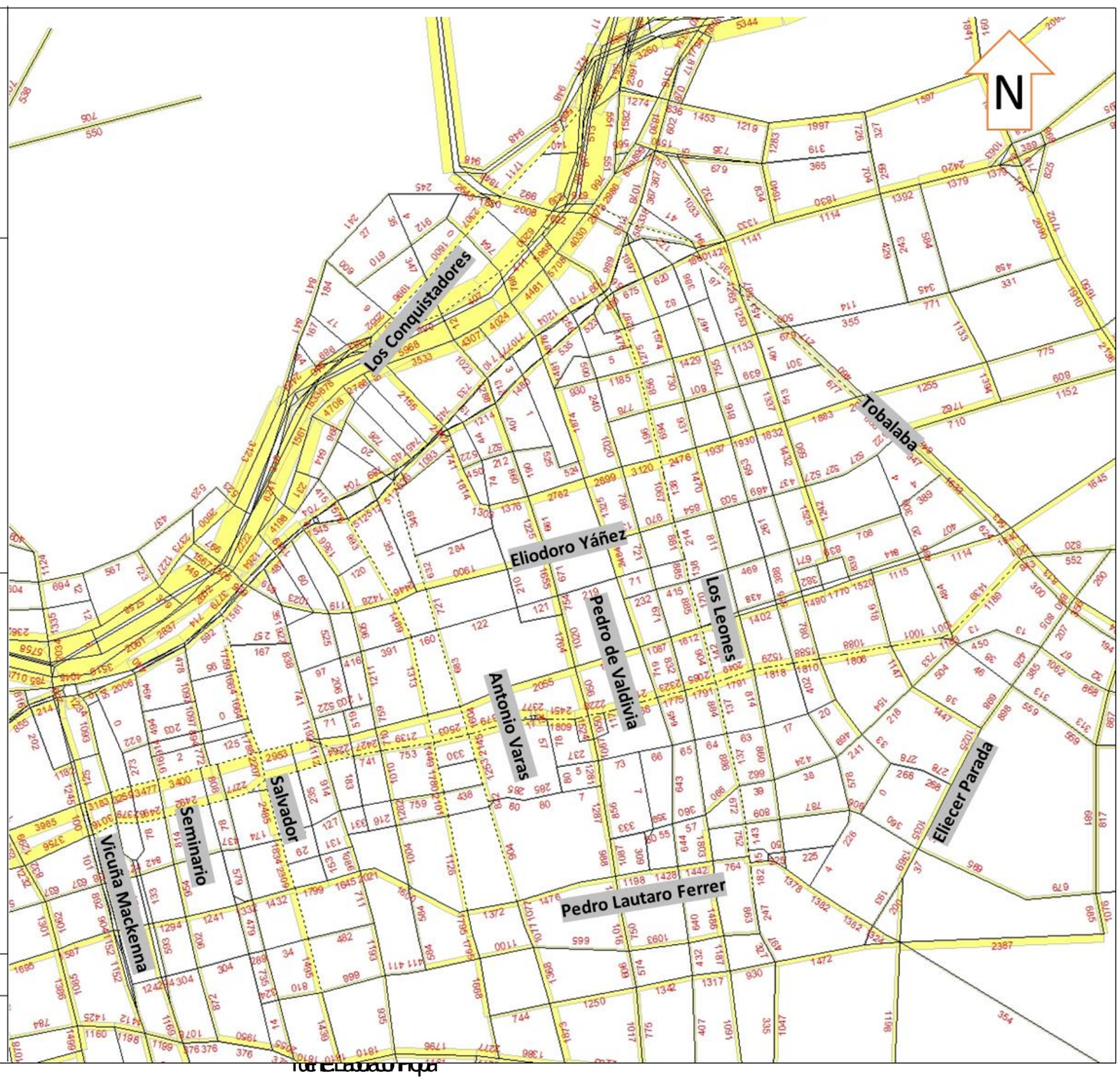


FIGURA Nº3.5.12: GRADO DE SATURACION RED VIAL HORA PEAK PUNTA TARDE

SIMBOLOGÍA

0 - 0
0 - 60
60 - 90
90 - 90
90 - 120
120 - 999

PLANO UBICACION



ESTUDIO DE CAPACIDAD VIAL

GRADO DE SATURACIÓN
PUNTA TARDE
CALIBRACIÓN 2021

Rev.	0.	Lamina Nº	1.

Escala 1200m



3.6 Tarea 12. Vehículos No Motorizados

Para el análisis de vehículos no motorizados (bicicletas, scooters, monopatín, etc.), en primer lugar se reportan los datos provenientes de las mediciones realizadas en la Tarea 3 del estudio. Luego, en base a dichos datos se genera una matriz de viajes de vehículos no motorizados y finalmente se presenta el diagnóstico.

3.6.1 Información de Vehículos No Motorizados

3.6.1.1 Reporte de Mediciones de Flujos en Puntos de Control

En el presente estudio se realizó un amplio trabajo en terreno para obtener información de flujo de ciclos. Se realizaron tres tipos de mediciones, que se resumen en el cuadro siguiente.

CUADRO Nº 3.6-1: RESUMEN DE MEDICIONES DE CICLOS

Tipo de medición	Descripción	Consideración para bicicletas	Detalles de las mediciones	Código para numeración de puntos
Vehicular continua	Se mide flujo vehicular durante 2 días, en un total de 30 horas	Mediciones solo en calzada y ciclovías	Tarea 3.4	C
Vehicular periódica	Se mide flujo vehicular en los 3 periodos de análisis	Mediciones solo en calzada y ciclovías	Tarea 3.9	P
Ciclos	Se mide flujo de biciclos en los 3 periodos de análisis	Mediciones de ciclos en calzada, ciclovía y vereda	Tarea 3.9	B

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa, el alcance de las mediciones es diferente y por lo tanto no son directamente comparables los resultados.

A continuación se presentan los resultados de las mediciones; para las mediciones continuas, se han seleccionado solo los periodos de análisis (datos en otros horarios se pueden encontrar en el Anexo Digital 3.2).

3.6.1.1.1 Periodo Punta Mañana

CUADRO Nº 3.6-2: FLUJO DE CICLOS EN CALZADA Y CICLOVÍA CON DATOS DE MEDICIONES VEHICULARES CONTINUAS Y PERIODICAS, PMA (CICLOS/HORA)

PC	Intersección	Bicicletas	Scooter	Total ciclos
C01	Los Conquistadores - El Cerro	2	8	**10**
C02	Andrés Bello con Lyon	165	6	**171**
C03	Avda. Sta. María con La Concepción	9	8	**17**
C04	Pedro de Valdivia con Providencia	43	7	**50**
C05	Tobalaba con Providencia	23	5	**28**
C06	Eleodoro Yáñez con Providencia	20	4	**24**
C07	Rancagua – Gral. Bustamante	11	3	**14**
C08	Pocuro Tobalaba	127	3	**130**
C09	Bilbao - Ricardo Lyon	257	4	**261**
C10	Sta. Isabel con Salvador	148	16	**164**
C11	Lautaro Ferrer con Los Leones	56	7	**63**
C12	Diego Almagro con Hernando de Aguirre	25	4	**29**
C13	Manuel Montt con Lautaro Ferrer	17	4	**21**
C14	Antonio Varas con Pocuro	68	2	**70**
C15	Suecia con Eliodoro Yáñez	20	0	**20**
P01	Eliodoro Yáñez / Marchant Pereira	9	3	**12**
P02	Eliodoro Yáñez / Luis Thayer Ojeda	18	1	**18**
P03	Eliodoro Yáñez / Av. Manuel Montt	62	0	**62**
P04	Av. Francisco Bilbao / Ricardo Lyon	48	0	**48**
P05	Dr. Pedro Lautaro Ferrer / Av. Ricardo Lyon	54	1	**54**
P06	Av. Francisco Bilbao / José Manuel Infante	20	1	**21**
P07	Dr. Lautaro Ferrer / Av. Pedro de Valdivia	9	0	**9**
P08	Dar del Plata / Av. Pedro de Valdivia	3	1	**4**
P09	Av. Tobalaba / Av. Cristóbal Colón	9	0	**9**
P10	Carlos Antúnez / Av. Pedro de Valdivia	4	0	**4**
P11	Carlos Antúnez / Holanda	5	0	**5**
P12	Avenida Pocuro / Amapolas	6	0	**6**
P13	Rancagua / Av. Salvador	30	0	**30**
P14	Avenida Providencia / Tobalaba	2	0	**3**
P15	Av. Providencia	21	0	**21**
P16	Bellavista / Monte Carmelo	6	0	**6**
P17	Carmen Sylvia / Holanda	5	0	**5**
P18	Andrés Bello / Almte. Pestene	6	1	**7**
P19	Av. Providencia	6	0	**6**
P20	Lota / Av. El Boque	14	0	**14**
P21	Av. Pocuro / Suecia	7	1	**8**
P22	Francisco Bilbao / Amapolas	6	0	**6**
P23	Diag. Ote. / Antonio Varas	18	0	**18**
P24	Alférez Real / Av. Manuel Montt	15	0	**15**
P25	Av. Francisco Bilbao / Seminario	21	0	**21**
P26	General Bustamante / Santa Isabel	10	0	**10**
P27	Andrés Bello / La Concepción	11	1	**12**
P28	Los Conquistadores / Pedro de Valdivia	17	1	**18**
P29	Av. Santa María / Pedro Letelier	3	0	**3**
P30	Av. Providencia / Los Leones	6	0	**7**

Fuente: Elaboración propia.

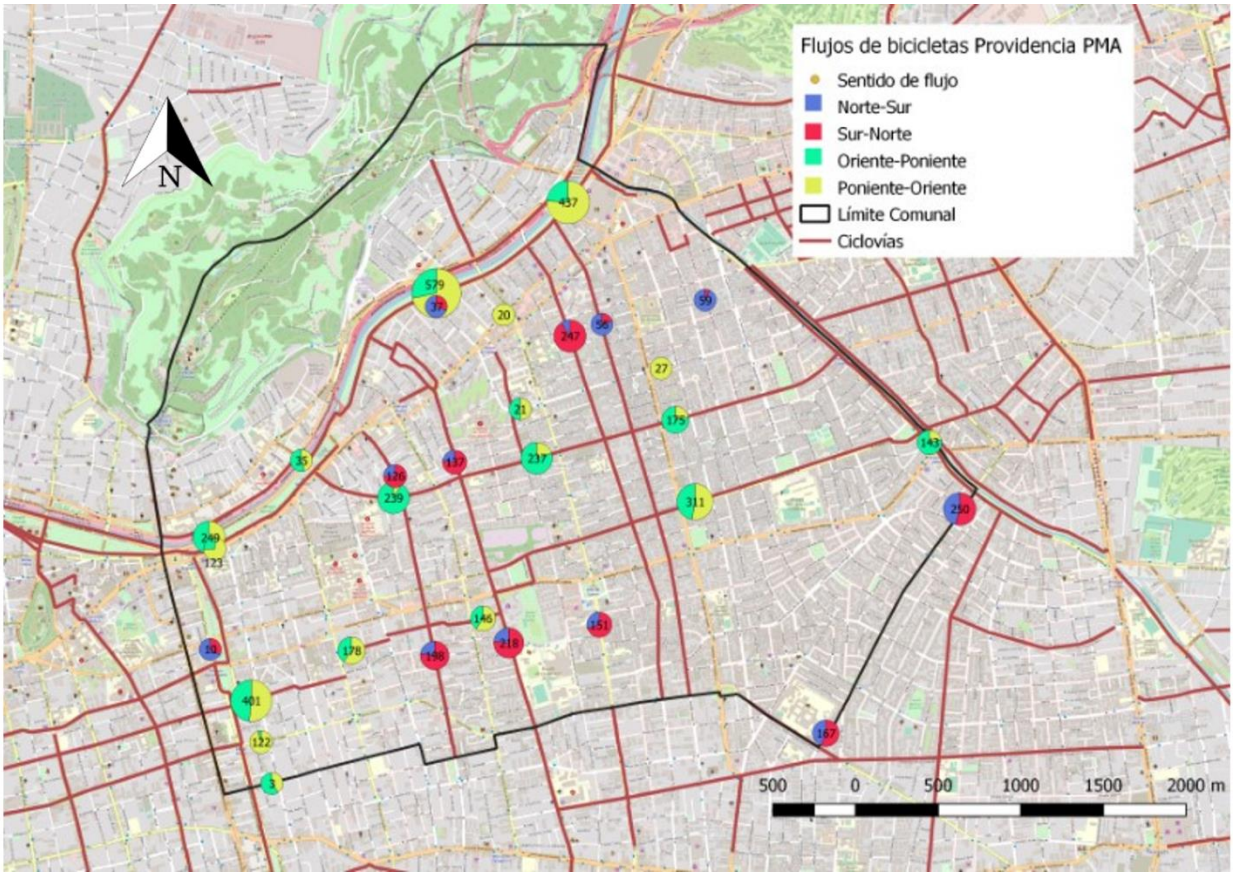
En el cuadro anterior destacan las intersecciones de Bilbao con Ricardo Lyon, Sta. Isabel con Salvador y Pocuro con Tobalaba, todas intersecciones donde hay ciclovías. Los scooters son minoritarios.

CUADRO Nº 3.6-3: FLUJO DE CICLOS EN CALZADA, CICLOVÍA Y VEREDA CON DATOS DE MEDICIONES DE CICLOS, PMA (CICLOS/HORA)

PC	Eje	Tramo	Norte-Sur	Sur-Norte	Oriente-Poniente	Poniente-Oriente	Total
B01	Puyehue	Manuel Montt y Antonio Varas	0	0	59	87	**146**
B02	Miguel Claro	Clemente Fabrés y M.A. Maira	46	152	0	0	**198**
B03	Miguel Claro	Eliodoro Yáñez y Galvarino Gallardo	31	95	0	0	**126**
B04	Ramón Carnicer	Rancagua y Bilbao	7	3	0	0	**10**
B05	Providencia	Bustamante y Seminario	0	0	31	91	**123**
B06	Andrés Bello	Bustamante y Seminario	0	0	118	131	**249**
B07	Hernando de Aguirre	Lota y Traiguen	55	4	0	0	**59**
B08	Marín	Bustamante y Seminario	0	0	194	207	**401**
B09	Santa Isabel	Bustamante y Seminario	0	0	5	117	**122**
B10	Malaquías Concha	Bustamante y Seminario	0	0	2	1	**3**
B11	Pedro León Gallo	Salvador y J.M. Infante	0	0	72	106	**178**
B12	Antonio Varas	Eliodoro Yáñez y Galvarino Gallardo	32	105	0	0	**137**
B13	Eliodoro Yáñez	Miguel Claro y Román Díaz	0	0	219	20	**239**
B14	Antonio Varas	Vasconia y Puyehue	51	167	0	0	**218**
B15	Pedro de Valdivia	Vasconia y Bustos	45	106	0	0	**151**
B16	Elicier Parada	J.G. Errázuriz y Echeñique	73	93	0	0	**167**
B17	Elicier Parada	Diego de Almagro y Tobalaba	115	135	0	0	**250**
B18	Tobalaba	Pocuro y Bilbao	0	0	113	30	**143**
B19	Pocuro	Los Leones y Holanda	0	0	147	163	**311**
B20	Eliodoro Yáñez	Los Leones y Holanda	0	0	137	38	**175**
B21	Eliodoro Yáñez	M. Pereira y P. Valdivia	0	0	191	47	**237**
B22	Carlos Antúnez	Los Leones y Holanda	0	0	0	27	**27**
B23	Carlos Antúnez	M. Pereira y P. Valdivia	0	0	11	11	**21**
B24	Suecia	Lota y Traiguén	45	11	0	0	**56**
B25	Lyon	Lota y Traiguén	23	225	0	0	**247**
B26	La Concepción	A. Bello y Providencia	25	11	0	0	**37**
B27	Andrés Bello	La Concepción y P. Valdivia	0	0	164	415	**579**
B28	Andrés Bello	Los Leones y Tobalaba	0	0	105	332	**437**
B29	Puente del Arzobispo	Puente del Arzobispo	0	0	19	16	**35**
B30	Providencia	P. Valdivia y Noguera	0	0	0	20	**20**

Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 3.6-1: FLUJO DE CICLOS EN CALZADA, CICLOVÍA Y VEREDA CON DATOS DE MEDICIONES DE CICLOS, PMA



Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a las mediciones de flujo de ciclos en ciclovías, estos son relativamente bajos, considerando que la capacidad de una ciclovía tipo bidireccional es del orden de 3000 ciclos/hora.[31]

Destaca el alto flujo en Andrés Bello. Se observa además una fuerte predominancia de los viajes en sentido sur-norte y poniente-oriente.

[31] Fuente: "Manual de diseño para tráfico de bicicletas" de CROW (Holanda, 2006).

3.6.1.1.2 Periodo Punta Medio Día

CUADRO Nº 3.6-4: FLUJO DE CICLOS EN CALZADA Y CICLOVÍA CON DATOS DE MEDICIONES VEHICULARES CONTINUAS Y PERIODICAS, PMD (CICLOS/HORA)

PC	Intersección	Bicicletas	Scooter	Total ciclos
C01	Los Conquistadores - El Cerro	2	6	**8**
C02	Andrés Bello con Lyon	25	7	**32**
C03	Avda. Sta. María con La Concepción	11	6	**17**
C04	Pedro de Valdivia con Providencia	60	4	**64**
C05	Tobalaba con Providencia	78	6	**84**
C06	Eleodoro Yáñez con Providencia	33	2	**35**
C07	Rancagua – Gral. Bustamante	31	2	**33**
C08	Pocuro Tobalaba	38	1	**39**
C09	Bilbao - Ricardo Lyon	149	7	**156**
C10	Sta. Isabel con Salvador	36	13	**49**
C11	Lautaro Ferrer con Los Leones	46	9	**55**
C12	Diego Almagro con Hernando de Aguirre	29	11	**40**
C13	Manuel Montt con Lautaro Ferrer	65	8	**73**
C14	Antonio Varas con Pocuro	48	1	**49**
C15	Suecia con Eliodoro Yáñez	44	4	**48**
P01	Eliodoro Yáñez / Marchant Pereira	4	1	**5**
P02	Eliodoro Yáñez / Luis Thayer Ojeda	14	0	**14**
P03	Eliodoro Yáñez / Av. Manuel Montt	17	0	**17**
P04	Av. Francisco Bilbao / Ricardo Lyon	19	1	**20**
P05	Dr. Pedro Lautaro Ferrer / Av. Ricardo Lyon	8	1	**9**
P06	Av. Francisco Bilbao / José Manuel Infante	18	0	**19**
P07	Dr. Lautaro Ferrer / Av. Pedro de Valdivia	5	0	**5**
P08	Dar del Plata / Av. Pedro de Valdivia	2	0	**3**
P09	Av. Tobalaba / Av. Cristóbal Colón	9	0	**9**
P10	Carlos Antúnez / Av. Pedro de Valdivia	2	0	**2**
P11	Carlos Antúnez / Holanda	11	0	**11**
P12	Avenida Pocuro / Amapolas	2	0	**3**
P13	Rancagua / Av. Salvador	13	1	**13**
P14	Avenida Providencia / Tobalaba	7	0	**8**
P15	Av. Providencia	17	0	**17**
P16	Bellavista / Monte Carmelo	9	0	**9**
P17	Carmen Sylvia / Holanda	11	0	**11**
P18	Andrés Bello / Almte. Pestene	3	0	**3**
P19	Av. Providencia	14	0	**14**
P20	Lota / Av. El Boque	14	1	**15**
P21	Av. Pocuro / Suecia	12	0	**12**
P22	Francisco Bilbao / Amapolas	3	0	**3**
P23	Diag. Ote. / Antonio Varas	5	0	**5**
P24	Alférez Real / Av. Manuel Montt	11	0	**11**
P25	Av. Francisco Bilbao / Seminario	11	0	**11**
P26	General Bustamante / Santa Isabel	6	0	**6**
P27	Andrés Bello / La Concepción	5	1	**6**
P28	Los Conquistadores / Pedro de Valdivia	17	1	**17**
P29	Av. Santa María / Pedro Letelier	4	1	**5**
P30	Av. Providencia / Los Leones	9	0	**10**

Fuente: Elaboración propia.

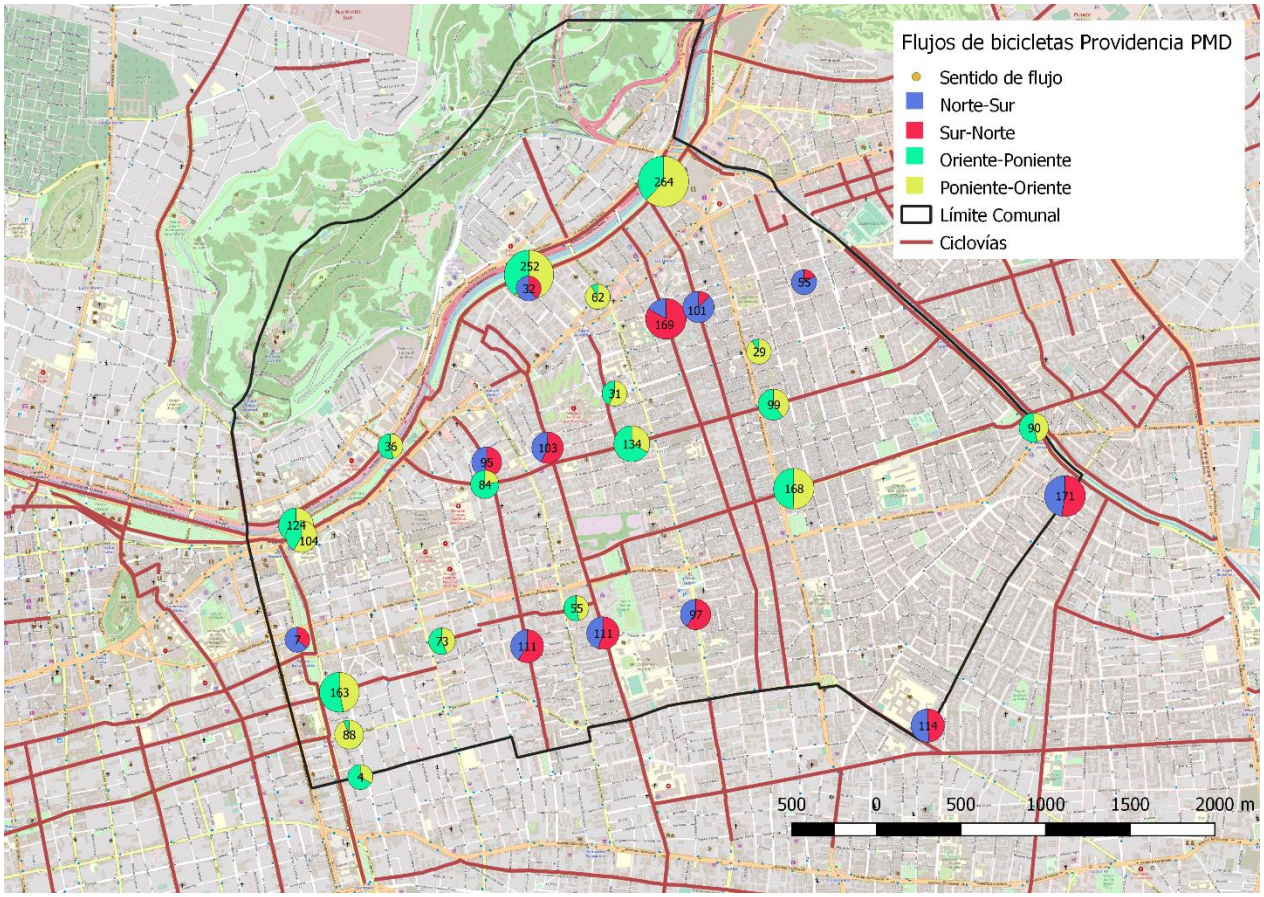
Al igual que en PMA, el mayor flujo se observa en la intersección de Bilbao - Ricardo Lyon. Los flujos en PMD son en promedio, un 30% menores que en PMA, aunque se observan algunos puntos donde el flujo aumenta (por ejemplo, Manuel Montt con P. Lautaro Ferrer y Providencia con Tobalaba).

CUADRO Nº 3.6-5: FLUJO DE CICLOS EN CALZADA, CICLOVÍA Y VEREDA CON DATOS DE MEDICIONES DE CICLOS, PMD (CICLOS/HORA)

PC	Eje	Tramo	Norte-Sur	Sur-Norte	Oriente-Poniente	Poniente-Oriente	Total
B01	Puyehue	Manuel Montt y Antonio Varas	0	0	29	25	**55**
B02	Miguel Claro	Clemente Fabrés y M.A. Maira	45	66	0	0	**111**
B03	Miguel Claro	Eliodoro Yáñez y Galvarino Gallardo	44	51	0	0	**95**
B04	Ramón Carnicer	Rancagua y Bilbao	5	3	0	0	**7**
B05	Providencia	Bustamante y Seminario	0	0	43	61	**104**
B06	Andrés Bello	Bustamante y Seminario	0	0	69	55	**124**
B07	Hernando de Aguirre	Lota y Traiguén	45	9	0	0	**55**
B08	Marín	Bustamante y Seminario	0	0	87	76	**163**
B09	Santa Isabel	Bustamante y Seminario	0	0	5	83	**88**
B10	Malaquías Concha	Bustamante y Seminario	0	0	3	1	**4**
B11	Pedro León Gallo	Salvador y J.M. Infante	0	0	41	32	**73**
B12	Antonio Varas	Eliodoro Yáñez y Galvarino Gallardo	45	59	0	0	**103**
B13	Eliodoro Yáñez	Miguel Claro y Román Díaz	0	0	65	19	**84**
B14	Antonio Varas	Vasconia y Puyehue	50	61	0	0	**111**
B15	Pedro de Valdivia	Vasconia y Bustos	38	59	0	0	**97**
B16	Elicier Parada	J.G. Errázuriz y Echeñique	59	55	0	0	**114**
B17	Elicier Parada	Diego de Almagro y Tobalaba	81	90	0	0	**171**
B18	Tobalaba	Pocuro y Bilbao	0	0	49	41	**90**
B19	Pocuro	Los Leones y Holanda	0	0	83	85	**168**
B20	Eliodoro Yáñez	Los Leones y Holanda	0	0	60	39	**99**
B21	Eliodoro Yáñez	M. Pereira y P. Valdivia	0	0	90	44	**134**
B22	Carlos Antúnez	Los Leones y Holanda	0	0	3	27	**29**
B23	Carlos Antúnez	M. Pereira y P. Valdivia	0	0	13	18	**31**
B24	Suecia	Lota y Traiguén	88	13	0	0	**101**
B25	Lyon	Lota y Traiguén	28	141	0	0	**169**
B26	La Concepción	A. Bello y Providencia	19	13	0	0	**32**
B27	Andrés Bello	La Concepción y P. Valdivia	0	0	101	151	**252**
B28	Andrés Bello	Los Leones y Tobalaba	0	0	101	163	**264**
B29	Puente del Arzobispo	Puente del Arzobispo	0	0	19	17	**36**
B30	Providencia	P. Valdivia y Noguera	0	0	5	57	**62**

Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 3.6-2: FLUJO DE CICLOS EN CALZADA, CICLOVÍA Y VEREDA CON DATOS DE MEDICIONES DE CICLOS, PMD



Fuente: Elaboración propia.

El flujo en ciclovías es, en promedio, un 40% más bajo en PMD que PMA. Nuevamente se observa un alto flujo en Andrés Bello y Pocuro.

3.6.1.1.3 Periodo Punta Tarde

CUADRO Nº 3.6-6: FLUJO DE CICLOS EN CALZADA Y CICLOVÍA, CON DATOS DE MEDICIONES VEHICULARES CONTINUAS Y PERIODICAS, PTA (CICLOS/HORA)

PC	Intersección	Bicicletas	Scooter	Total ciclos
C01	Los Conquistadores - El Cerro	1	8	**9**
C02	Andrés Bello con Lyon	21	5	**26**
C03	Avda. Sta. María con La Concepción	13	4	**17**
C04	Pedro de Valdivia con Providencia	70	4	**74**
C05	Tobalaba con Providencia	47	12	**59**
C06	Eleodoro Yáñez con Providencia	59	12	**71**
C07	Rancagua – Gral. Bustamante	177	3	**180**
C08	Pocuro Tobalaba	134	1	**135**
C09	Bilbao - Ricardo Lyon	238	6	**244**
C10	Sta. Isabel con Salvador	40	12	**52**
C11	Lautaro Ferrer con Los Leones	33	7	**40**
C12	Diego Almagro con Hernando de Aguirre	71	1	**72**
C13	Manuel Montt con Lautaro Ferrer	30	2	**32**
C14	Antonio Varas con Pocuro	61	3	**64**
C15	Suecia con Eliodoro Yáñez	125	6	**131**
P01	Eliodoro Yáñez / Marchant Pereira	4	1	**5**
P02	Eliodoro Yáñez / Luis Thayer Ojeda	18	2	**20**
P03	Eliodoro Yáñez / Av. Manuel Montt	49	0	**49**
P04	Av. Francisco Bilbao / Ricardo Lyon	43	0	**43**
P05	Dr. Pedro Lautaro Ferrer / Av. Ricardo Lyon	29	0	**29**
P06	Av. Francisco Bilbao / José Manuel Infante	36	0	**37**
P07	Dr. Lautaro Ferrer / Av. Pedro de Valdivia	5	0	**5**
P08	Dar del Plata / Av. Pedro de Valdivia	4	0	**5**
P09	Av. Tobalaba / Av. Cristóbal Colón	13	1	**14**
P10	Carlos Antúnez / Av. Pedro de Valdivia	8	0	**8**
P11	Carlos Antúnez / Holanda	13	0	**13**
P12	Avenida Pocuro / Amapolas	3	0	**3**
P13	Rancagua / Av. Salvador	43	1	**43**
P14	Avenida Providencia / Tobalaba	4	1	**5**
P15	Av. Providencia	27	0	**27**
P16	Bellavista / Monte Carmelo	13	0	**13**
P17	Carmen Sylvia / Holanda	10	0	**10**
P18	Andrés Bello / Almte. Pestene	2	0	**2**
P19	Av. Providencia	9	0	**9**
P20	Lota / Av. El Boque	18	0	**18**
P21	Av. Pocuro / Suecia	32	1	**33**
P22	Francisco Bilbao / Amapolas	7	0	**8**
P23	Diag. Ote. / Antonio Varas	19	0	**19**
P24	Alférez Real / Av. Manuel Montt	24	0	**24**
P25	Av. Francisco Bilbao / Seminario	26	0	**26**
P26	General Bustamante / Santa Isabel	23	0	**23**
P27	Andrés Bello / La Concepción	2	1	**2**
P28	Los Conquistadores / Pedro de Valdivia	44	1	**45**
P29	Av. Santa María / Pedro Letelier	10	0	**10**
P30	Av. Providencia / Los Leones	13	0	**13**

Fuente: Elaboración propia.

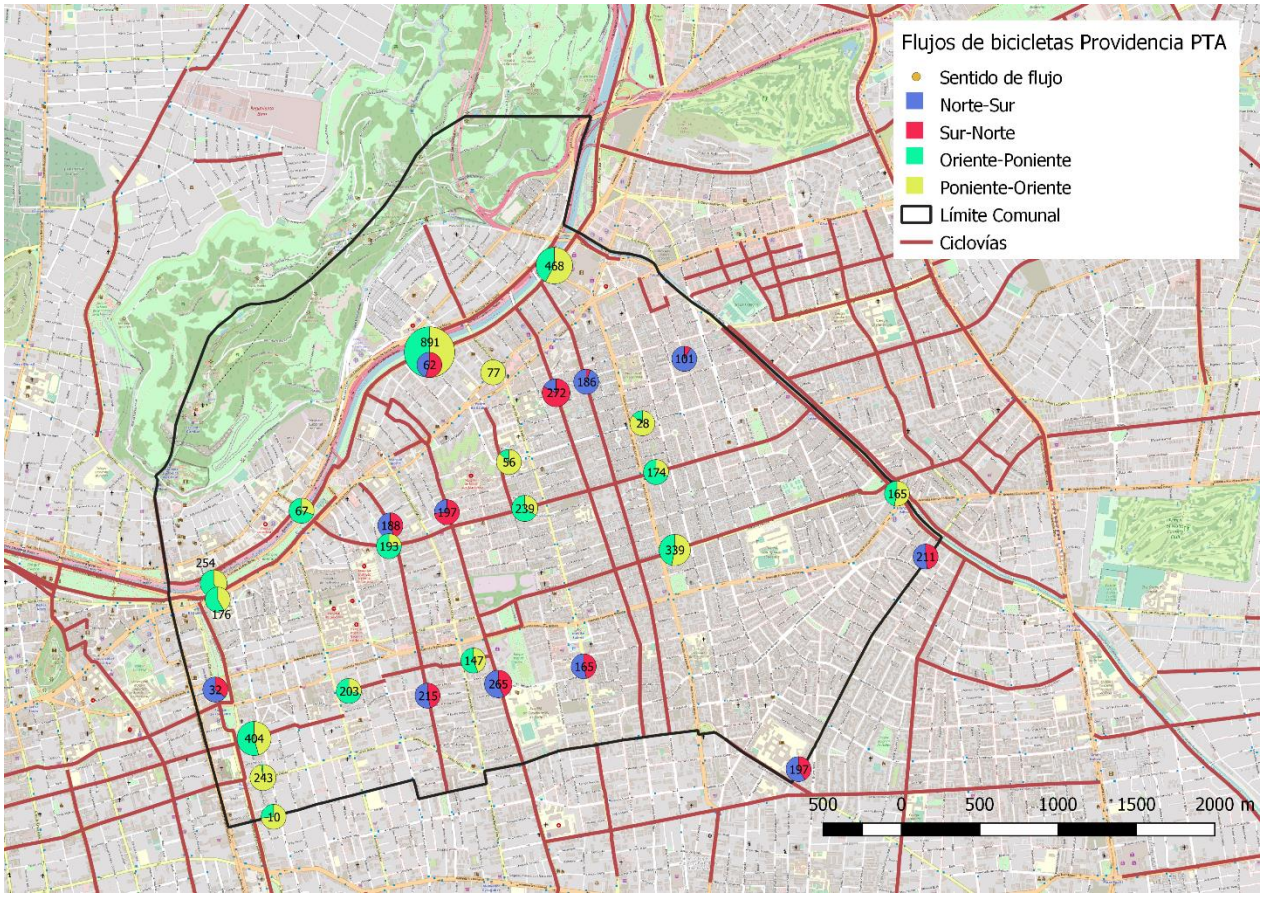
El flujo de ciclos en calzada es más alto en PTA que en el resto de los periodos considerados; se midieron alrededor de 15% más ciclos que en PMA, aun cuando las intersecciones con mayor flujo son las mismas identificadas para PMA.

CUADRO Nº 3.6-7: FLUJO DE CICLOS EN CALZADA, CICLOVÍA Y VEREDA CON DATOS DE MEDICIONES DE CICLOS, PTA (CICLOS/HORA)

PC	Eje	Tramo	Norte-Sur	Sur-Norte	Oriente-Poniente	Poniente-Oriente	Total
B01	Puyehue	Manuel Montt y Antonio Varas	0	0	82	65	**147**
B02	Miguel Claro	Clemente Fabrés y M.A. Maira	115	99	0	0	**215**
B03	Miguel Claro	Eliodoro Yáñez y Galvarino Gallardo	103	85	0	0	**188**
B04	Ramón Carnicer	Rancagua y Bilbao	21	11	0	0	**32**
B05	Providencia	Bustamante y Seminario	0	0	103	73	**176**
B06	Andrés Bello	Bustamante y Seminario	0	0	147	107	**254**
B07	Hernando de Aguirre	Lota y Traiguén	92	9	0	0	**101**
B08	Marín	Bustamante y Seminario	0	0	219	185	**404**
B09	Santa Isabel	Bustamante y Seminario	0	0	5	237	**243**
B10	Malaquías Concha	Bustamante y Seminario	0	0	3	7	**10**
B11	Pedro León Gallo	Salvador y J.M. Infante	0	0	144	59	**203**
B12	Antonio Varas	Eliodoro Yáñez y Galvarino Gallardo	53	144	0	0	**197**
B13	Eliodoro Yáñez	Miguel Claro y Román Díaz	0	0	147	46	**193**
B14	Antonio Varas	Vasconia y Puyehue	149	115	0	0	**265**
B15	Pedro de Valdivia	Vasconia y Bustos	89	77	0	0	**165**
B16	Elicier Parada	J.G. Errázuriz y Echeñique	116	81	0	0	**197**
B17	Elicier Parada	Diego de Almagro y Tobalaba	110	101	0	0	**211**
B18	Tobalaba	Pocuro y Bilbao	0	0	77	88	**165**
B19	Pocuro	Los Leones y Holanda	0	0	158	181	**339**
B20	Eliodoro Yáñez	Los Leones y Holanda	0	0	121	53	**174**
B21	Eliodoro Yáñez	M. Pereira y P. Valdivia	0	0	159	80	**239**
B22	Carlos Antúnez	Los Leones y Holanda	0	0	4	24	**28**
B23	Carlos Antúnez	M. Pereira y P. Valdivia	0	0	7	49	**56**
B24	Suecia	Lota y Traiguén	176	10	0	0	**186**
B25	Lyon	Lota y Traiguén	48	224	0	0	**272**
B26	La Concepción	A. Bello y Providencia	28	34	0	0	**62**
B27	Andrés Bello	La Concepción y P. Valdivia	0	0	444	447	**891**
B28	Andrés Bello	Los Leones y Tobalaba	0	0	197	271	**468**
B29	Puente del Arzobispo	Puente del Arzobispo	0	0	107	77	**184**
B30	Providencia	P. Valdivia y Noguera	0	0	0	77	**77**

Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 3.6-3: FLUJO DE CICLOS EN CALZADA, CICLOVÍA Y VEREDA CON DATOS DE MEDICIONES DE CICLOS, PMD



Fuente: Elaboración propia.

A diferencia de lo que ocurre en PMA, en PTA los viajes tienen predominantemente sentido norte-sur y oriente poniente.

3.6.2 Reporte de Encuesta Origen - Destino a Ciclos

3.6.2.1 Factores de Expansión

De acuerdo con las especificaciones detalladas en la Tarea 3.10, se levantaron **6.012 encuestas a usuarios de ciclos** que circulaban la comuna en 20 puntos de control.

Los factores de expansión de estas encuestas se calcularon en base a los conteos de ciclos correspondientes, para cada punto de control y periodo. Los factores de expansión calculados se presentan en el Anexo Digital 12.1.

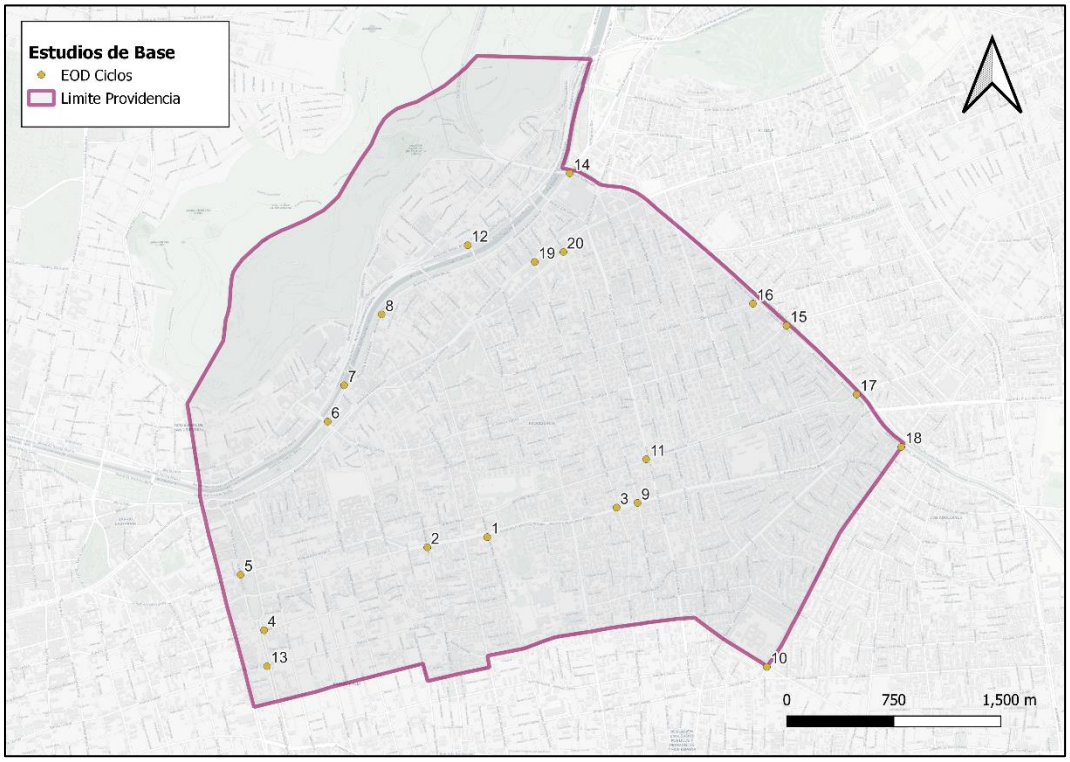
Los puntos de control se presentan en la siguiente cuadro junto a las consideraciones realizadas, además en la figura 3.6-3 se muestra la ubicación de los puntos de medición:

CUADRO Nº 3.6-8: PUNTOS DE CONTROL Y SUS CARACTERÍSTICAS

PC	Intersección	Accesos	Observación
EOD1	Antonio Varas / Bilbao	Norte / Sur	Ciclovía por Antonio Varas
EOD2	Miguel Claro / Bilbao	Norte / Sur	Ciclovía por Miguel Claro
EOD3	Ricardo Lyon / Bilbao	Sur	Ciclovía Ricardo Lyon, reportar si hay contraflujo (norte-sur)
EOD4	Marín / Gral. Bustamante	Oriente / Poniente	Vereda norte posee ciclovía
EOD5	Rancagua / Ramón Carnicer	Norte / Sur	Ciclovía declarada al costado del parque
EOD6	Andrés Bello / C. del Arzobizpo	Sur / Poniente	Ciclistas desde el sur por Eliodoro Yañez / Desde el poniente por Parque Balmaceda
EOD7	Acceso Mapocho Pedaleable	Oriente / Poniente	Encuestar en rampa de entrada/salida
EOD8	Andrés Bello / Santa Beatriz	Sur	Ciclovía por Santa Beatriz
EOD9	Suecia / Bilbao	Norte	Ciclovía Suecia
EOD10	Eliecer Parada / Jaime Guzmán	Oriente / Poniente	Nueva ciclovía Eliecer Parada
EOD11	Pocuro / Los Leones	Oriente / Poniente	
EOD12	Sta. Maria / P. de Valdivia Nte.	Todos	Hay ciclovía en todas las ramas
EOD13	Sta. Isabel / Bustamante	Oriente / Poniente	Ciclovía en acceso poniente, continua en dirección al norte
EOD14	Andrés Bello / Nva. Tobalaba	Norte / Sur / Oriente / Poniente	Enfocarse en Andrés Bello
EOD15	Eliodoro Yañez / Tobalaba	Oriente	Ciclovía Eliodoro Yañez sentido oriente-poniente
EOD16	Carlos Antúnez / Tobalaba	Poniente	No posee ciclovía, la idea es ver si hace par vial con E. Yañez. Cruce ciclista habilitado por Tobalaba
EOD17	Pocuro / Tobalaba	Oriente / Poniente	Ciclovía de Pocuro bidireccional
EOD18	Tobalaba / Eliecer Parada	Norte / Sur / Oriente / Poniente	Nueva ciclovía Eliecer Parada
EOD19	Nueva de Lyon / Providencia	Sur	
EOD20	Suecia / Nva. Providencia	Norte	

Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 3.6-3: UBICACIÓN PUNTOS DE CONTROL EOD CICLOS



Fuente: Elaboración propia.

Respecto al tamaño muestral es una información que se conoce sólo una vez procesados los conteos vehiculares realizados en paralelo al desarrollo de las encuestas. Sin embargo, en cada punto de control se registró una muestra satisfactoria en base a la fórmula que determina el tamaño muestral de manera de garantizar una estimación de los viajes entre O y D al 95% de confianza y con un error máximo del 10%, para los viajes que se presentan en una proporción superior al 50%.

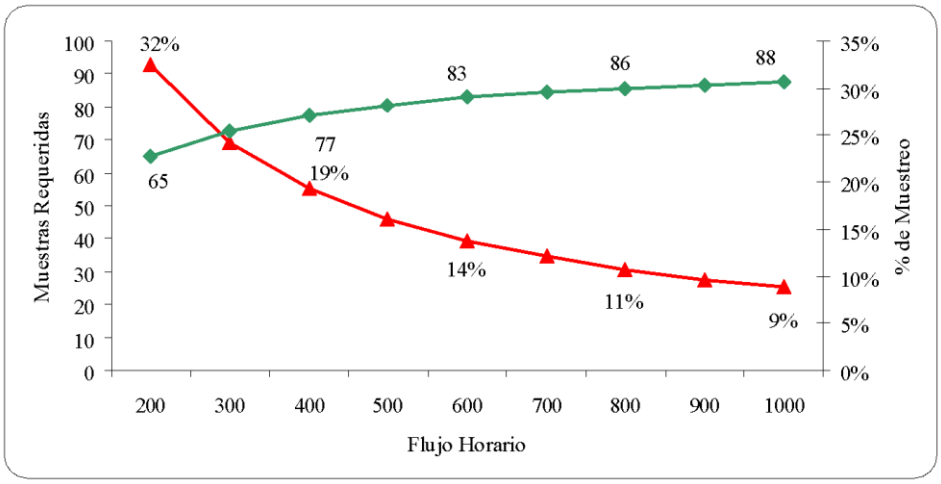
En el caso de un muestreo aleatorio simple (m.a.s.), el tamaño de muestra para un error máximo igual a un nivel de confianza de 1-α, queda determinado por la siguiente expresión:

$$\eta \geq \frac{\rho(1-\rho)}{\left(\frac{e}{z}\right)^2 + \frac{\rho(1-\rho)}{N}}$$

Donde:
η: Número de vehículos a encuestar
ρ: Proporción de viajes con un destino determinado
e: Nivel aceptable de error (expresado como una proporción)
z: Variable normal estándar para el nivel de confianza requerido
N: Flujo total observado de vehículos de transporte privado en el punto de control

En función de esas especificaciones, se generan tamaños de muestras entre un 33% para flujos en el arco de 200 ciclos/hr, y del orden del 10% de los viajes para flujos superiores a 900 ciclos/hr.

FIGURA Nº 3.6-3: TAMAÑO MUSTRAL SEGÚN VOLUMEN DE TRÁNSITO



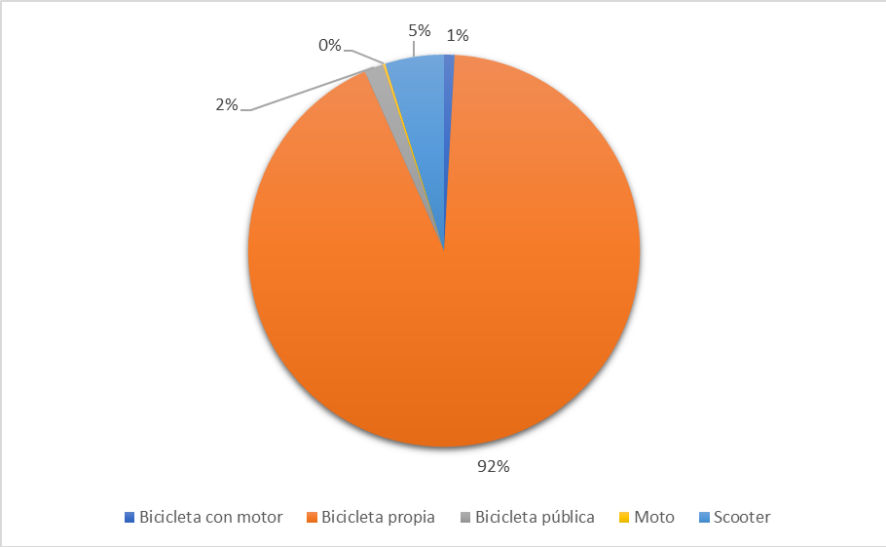
Fuente: Elaboración propia.

En base a esto y los factores de expansión obtenidos el muestreo realizado es bastante satisfactorio, salvo en algunos accesos que no eran el enfoque principal de la medición del PC pero que se decidieron incluir para robustecer la muestra.

3.6.2.2 Caracterización de los Ciclistas y sus Viajes

A continuación se presentan los principales resultados de la EOD en cuanto a las características personales y de viaje.

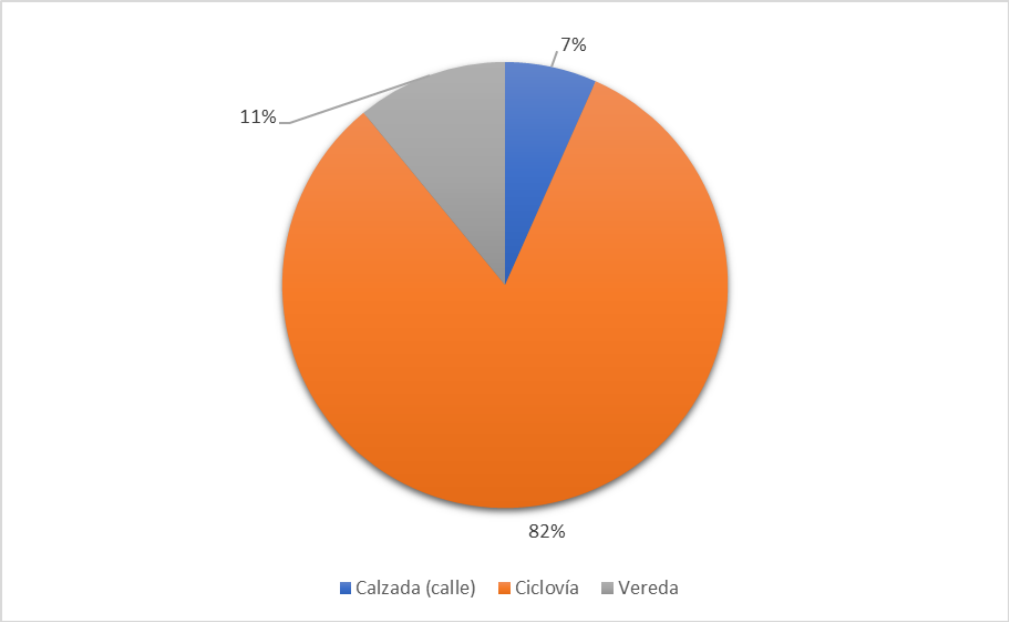
FIGURA Nº 3.6-3: RESULTADOS EOD A CICLOS – TIPO DE CICLO



Fuente: Elaboración propia.

Del gráfico anterior se observa que la gran mayoría de los usuarios de ciclo usan bicicletas (92%), siendo estas principalmente propias. Las bicicletas públicas representan solo un 2% del total, mientras que los scooters el 5%.

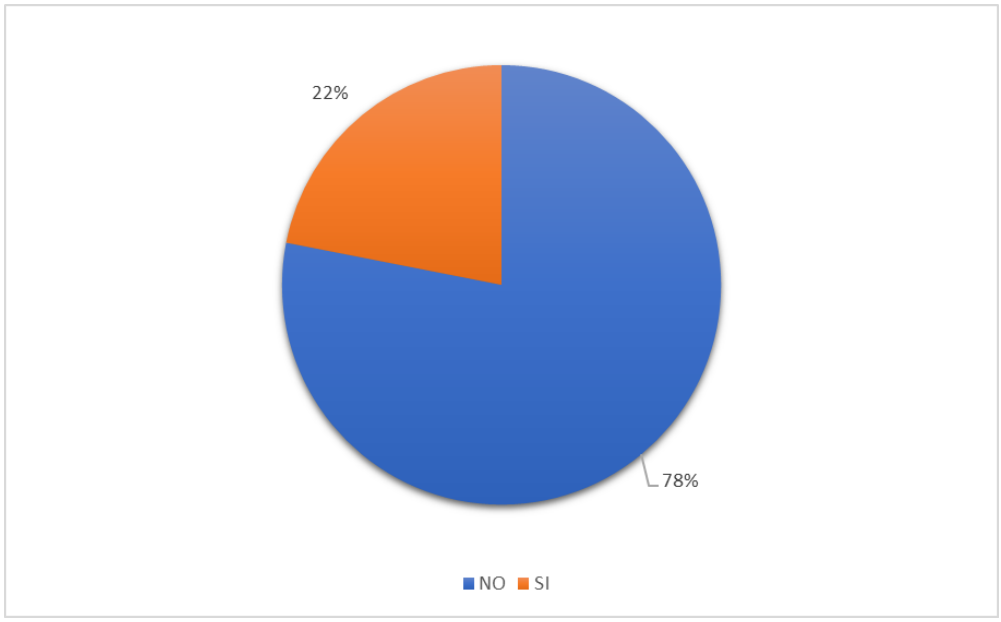
FIGURA Nº 3.6-4: RESULTADOS EOD A CICLOS – USO DE VIALIDAD



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al uso de la vialidad, la mayoría de las personas encuestadas estaban usando ciclovías al momento de contestar la encuesta. Se destaca que los encuestadores, por un tema de seguridad y con el fin de aumentar la tasa de respuesta, priorizaron las encuestas en ciclovías y veredas, por sobre calzadas.

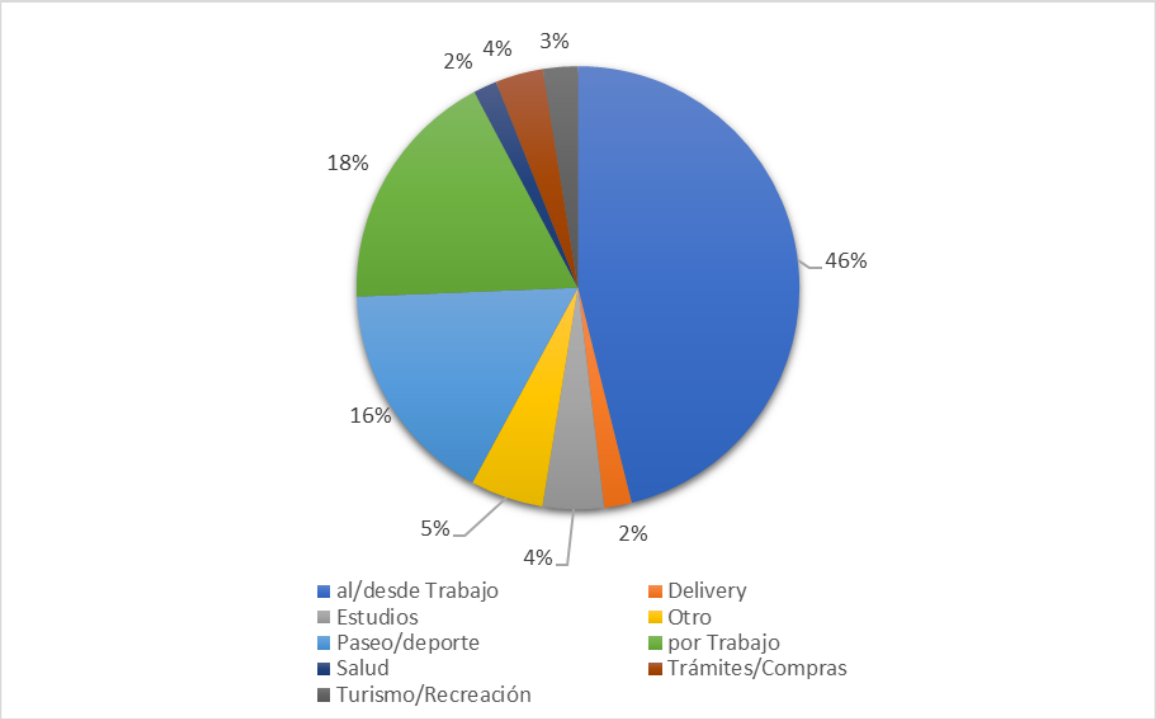
FIGURA Nº 3.6-5: RESULTADOS EOD A CICLOS – LUGAR DE RESIDENCIA EN PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior se muestra un resultado interesante: solo un porcentaje minoritario de los ciclistas que circula por la comuna son residentes de estas. En otras palabras, mayoritariamente, los usuarios de ciclos provienen de otras comunas distintas a Providencia.

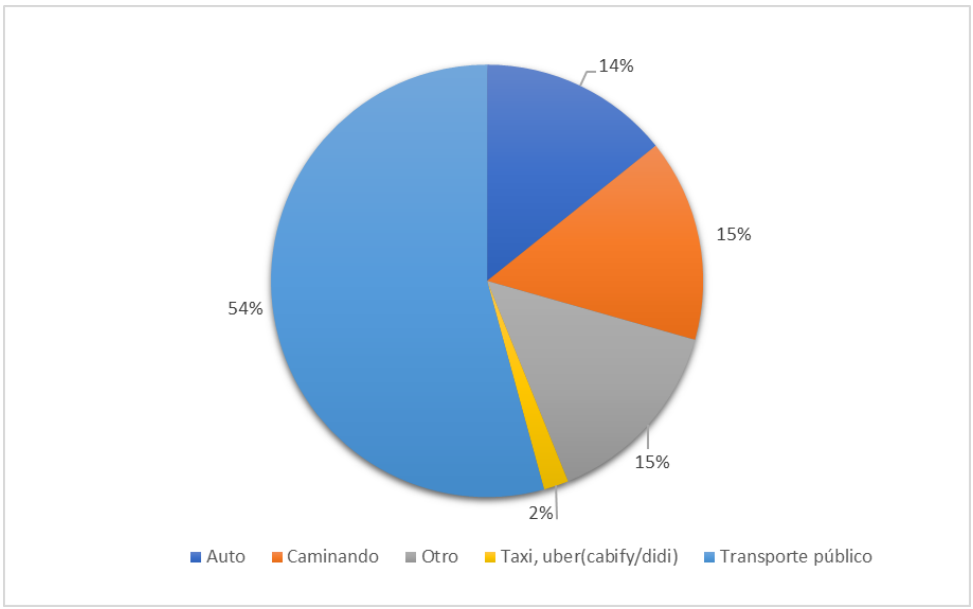
FIGURA Nº 3.6-6: RESULTADOS EOD A CICLOS – PROPÓSITO DEL VIAJE



Fuente: Elaboración propia.

Se identificaron variados propósitos de viaje, siendo dominantes los viajes al/por trabajo y por paseo o deporte. En tercer lugar, se posicionan los viajes por trabajo, que corresponden a aquellos viajes asociados a actividades laborales (realizar trámites, asistir a reuniones, comprar insumos), pero que no involucran el traslado desde/hacia el hogar. Estos tres motivos de viaje representan el 81% de los viajes. Los viajes por motivo delivery son minoritarios.

FIGURA Nº 3.6-7: RESULTADOS EOD A CICLOS – MODO ALTERNATIVO A LOS CICLOS



Fuente: Elaboración propia.

En la encuesta se consultó cómo harían su viaje si no pudiera usar ciclo, de tal manera de poder identificar potenciales cambios modales. Originalmente se había considerado preguntar qué modo usaba antes, pero esta respuesta podría haber estado distorsionada por los confinamientos de los años 2020 y 2021, por lo que se prefirió consultar sobre un escenario hipotético.

De acuerdo con los resultados de la encuesta, el principal sustituto de los ciclos es el transporte público, seguido por la caminata. En tercer y cuarto lugar se ubican, respectivamente, otros modos y el auto particular.

La caracterización anterior, desagregada por periodo, se presenta en el cuadro siguiente.

CUADRO Nº 3.6-9: CARACTERIZACIÓN DE LOS CICLISTAS Y SUS VIAJES

Característica	PMA	PMD	PTA	Promedio
Tipo de ciclo				
Bicicleta propia	91%	93%	93%	**93%**
Bicicleta pública	2%	1%	2%	**2%**
Bicicleta con motor	0%	2%	1%	**1%**
Moto	0%	0%	0%	**0%**
Scooter	7%	3%	4%	**5%**
Uso de la vialidad				
Ciclovía	83%	85%	80%	**82%**
Vereda	13%	10%	10%	**11%**
Calzada (calle)	4%	5%	10%	**7%**
Residencia en Providencia				
No	78%	77%	79%	**78%**
Sí	22%	23%	21%	**22%**
Propósito del viaje				
Al/desde Trabajo	52%	32%	47%	**46%**
Por Trabajo	1%	4%	2%	**2%**
Estudios	3%	8%	4%	**4%**
Turismo/Recreación	1%	3%	4%	**3%**
Salud	2%	3%	1%	**2%**
Trámites/Compras	1%	6%	4%	**3%**
Delivery	1%	4%	2%	**2%**
Paseo/deporte	26%	17%	12%	**16%**
Otro	3%	7%	6%	**5%**
Modo alternativo				
Transporte público	56%	48%	54%	**53%**
Auto	15%	14%	13%	**14%**
Caminando	13%	20%	14%	**15%**
Taxi, uber(cabify/didi)	1%	3%	2%	**2%**
Otro	13%	15%	15%	**14%**

Fuente: Elaboración propia.

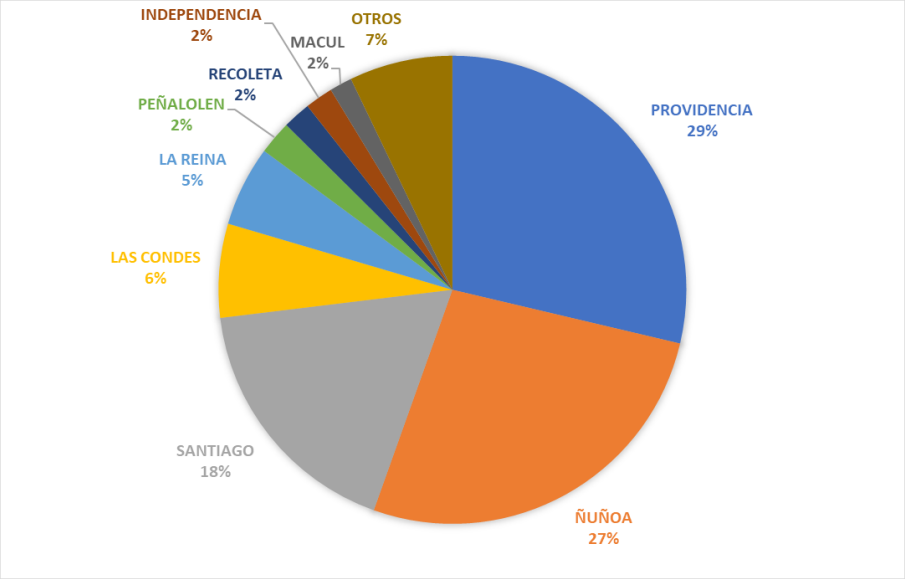
3.6.2.3 Matriz de Viajes en Bicicleta

Usando los factores de expansión, se construyeron matrices de viajes en ciclos, las cuales se presentan en el Anexo Digital 12.2. Por un lado, se analizan los viajes a nivel de comuna y por otro los viajes a nivel de comuna (Matriz Providencia) y principales centros generadores y atractores de viajes dentro de la comuna.

Matriz de viajes entre comunas

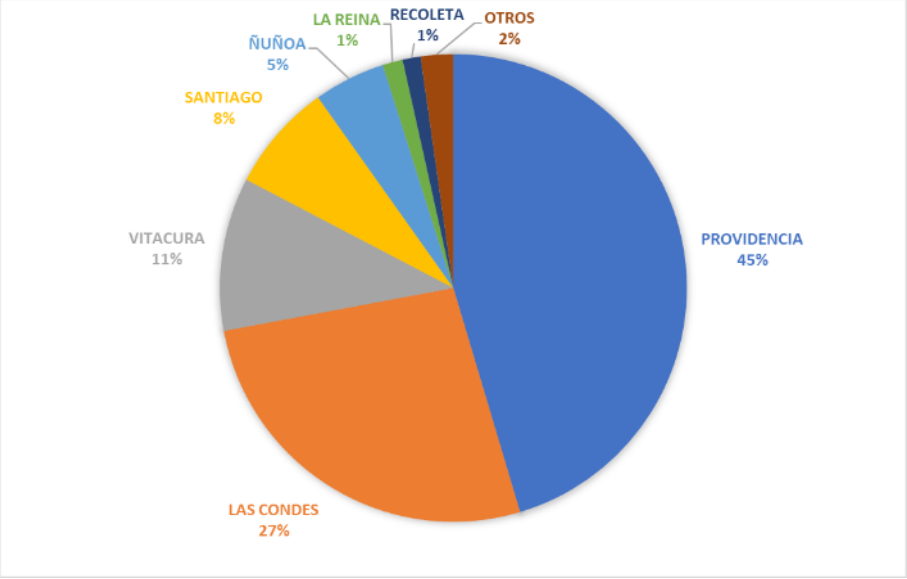
Con respecto a los resultados de la matriz de viajes entre comunas (Anexo 12.2.1), en el periodo punta mañana se aprecia el alto nivel de viajes generados en las comunas de Ñuñoa y Santiago y la alta atractividad de Las Condes y Vitacura. Siendo estas las comunas que siguen en magnitud a la comuna de Providencia, la cual presenta mayor atracción que generación de viajes (ver Figuras 3.6-9 y 3.6-10).

FIGURA Nº 3.6-8: COMUNA DE ORIGEN DE LOS VIAJES EN CICLOS QUE CIRCULAN POR PROVIDENCIA EN LA PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración propia.

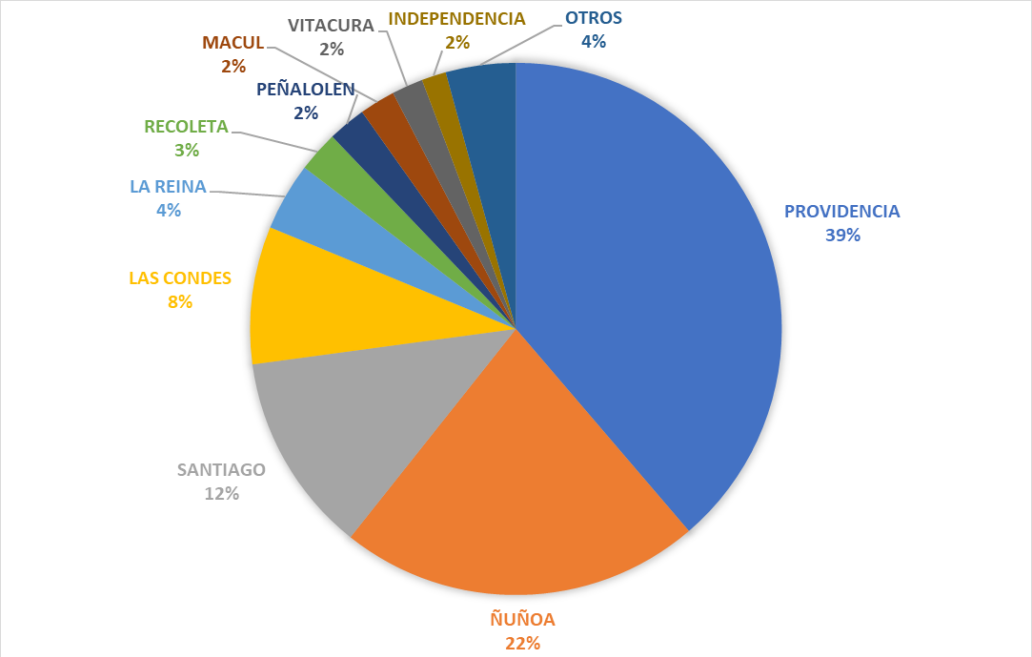
FIGURA Nº 3.6-9: COMUNA DE DESTINO DE LOS VIAJES EN CICLOS QUE CIRCULAN POR PROVIDENCIA EN LA PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración propia.

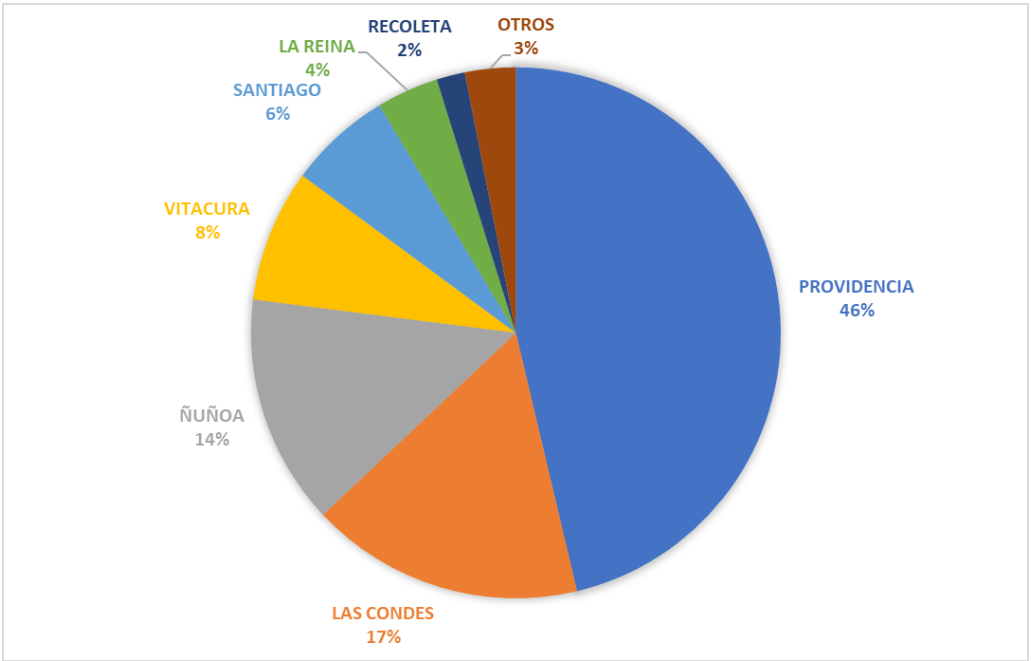
En el periodo Punta Mediodía se observa un comportamiento similar teniendo Providencia una mayor participación porcentual en la generación de viajes, además la comuna de Ñuñoa surge como un centro que atrae viajes (ver Figuras 3.6-11 y 3.6-12).

FIGURA Nº 3.6-10: COMUNA DE ORIGEN DE LOS VIAJES EN CICLOS QUE CIRCULAN POR PROVIDENCIA EN LA PUNTA MEDIODIA



Fuente: Elaboración propia.

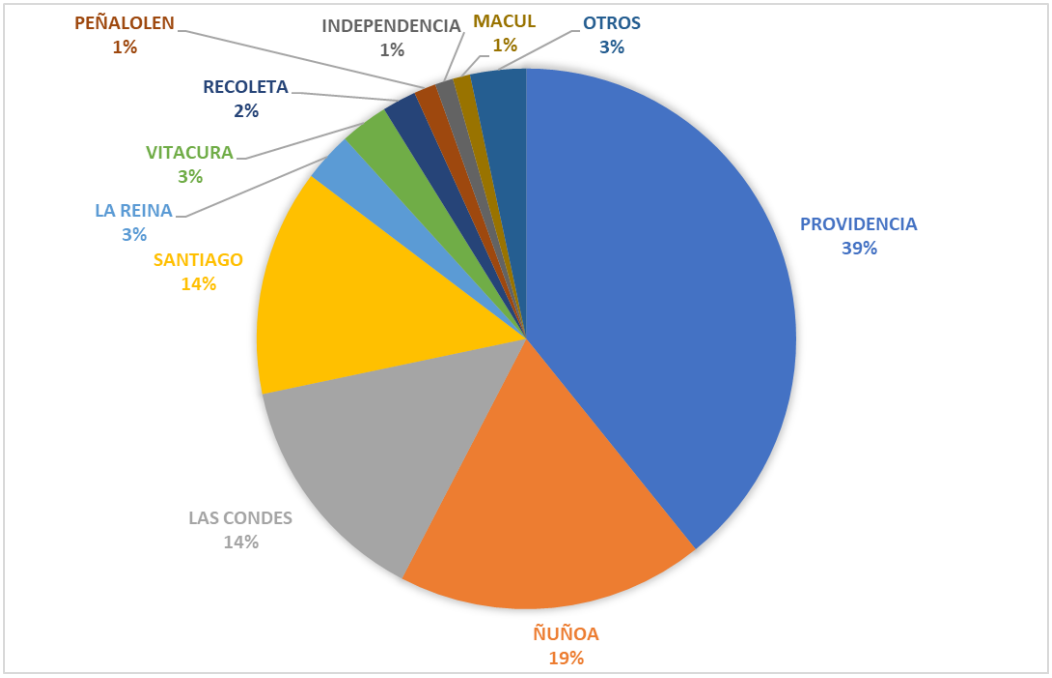
FIGURA Nº 3.6-11: COMUNA DE DESTINO DE LOS VIAJES EN CICLOS QUE CIRCULAN POR PROVIDENCIA EN LA PUNTA MEDIODIA



Fuente: Elaboración propia.

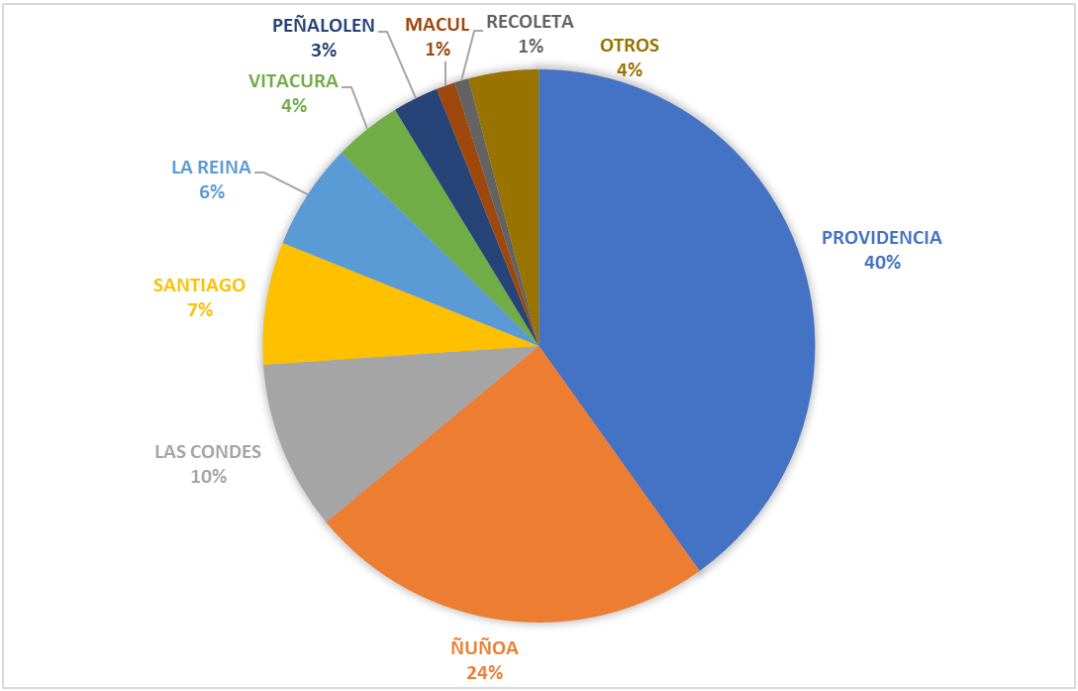
En la Punta Tarde, se observa que la comuna de Ñuñoa se consolida como la segunda comuna que más atrae viajes en ciclos, desplazando a la comuna de Las Condes (ver Figuras 3.6-13 y 3.6-14).

FIGURA Nº 3.6-12: COMUNA DE ORIGEN DE LOS VIAJES EN CICLOS QUE CIRCULAN POR PROVIDENCIA EN LA PUNTA TARDE



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 3.6-13: COMUNA DE DESTINO DE LOS VIAJES EN CICLOS QUE CIRCULAN POR PROVIDENCIA EN LA PUNTA TARDE



Fuente: Elaboración propia.

En todos los períodos se observa que la mayoría de los viajes en ciclos que circulan por Providencia son de comunas aledañas demostrando que los viajes en ciclos son prioritariamente son elegidos en viajes de corta distancia.

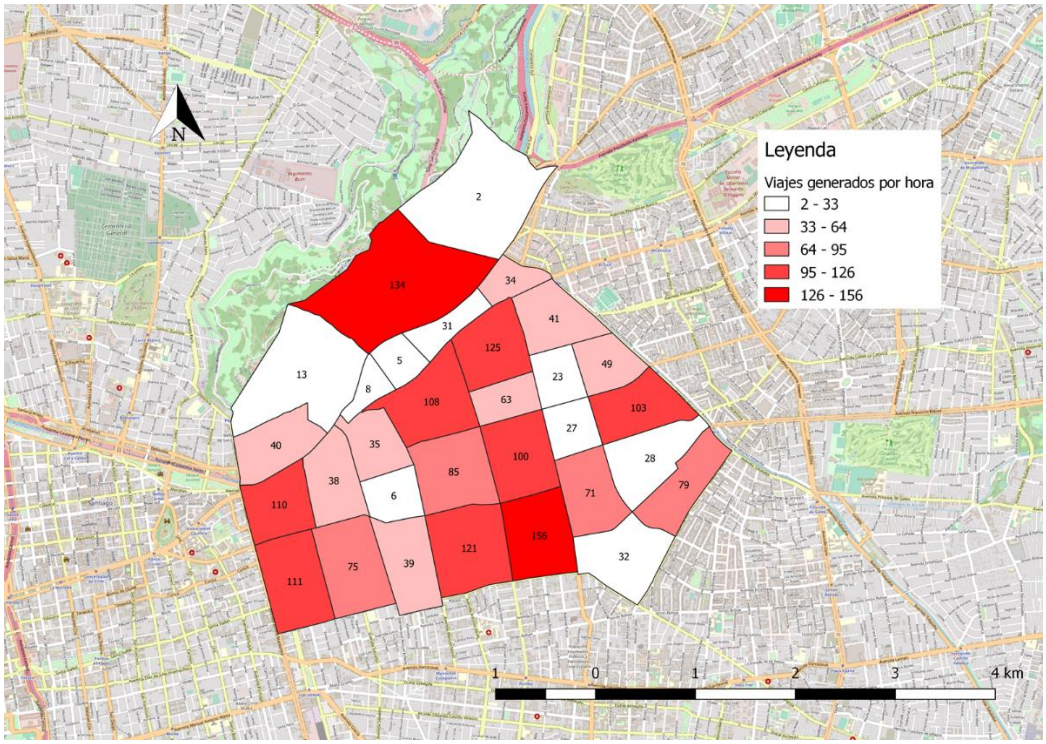
Matriz de viajes en la Comuna de Providencia

Se generó la matriz de viajes por zonas de la comuna de Providencia (Anexo 12.2.2). Por otro lado, se generaron mapas que permiten visualizar cuales son los principales centros generados y atractores de viajes por periodo.

En estos mapas es posible apreciar que respecto a la generación de viajes es bastante homogénea teniendo la zona central de la comuna en torno a Av. Providencia una importante generación de viajes y también las zonas residenciales más hacia los extremos de la comuna. Respecto a la atracción un centro de alta importancia atractiva es el cerro San Cristóbal donde muchos ciclistas viajan por recreación y/o deporte y también el eje Av. Providencia hacia el Oriente presenta una alta atractividad con motivos de trabajo y/o también recreación o compras.

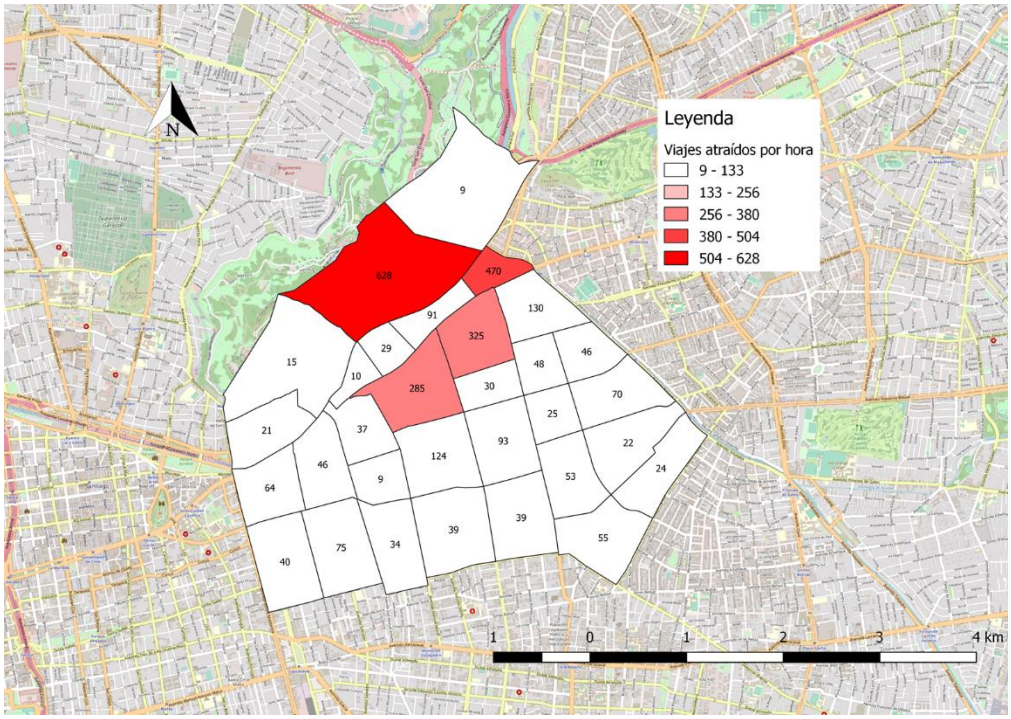
En las siguientes figuras se presentan los viajes generados y atraídos a nivel de zona, desagregado por periodo.

FIGURA Nº 3.6-14: ORIGEN DE VIAJES EN CICLOS - PMA



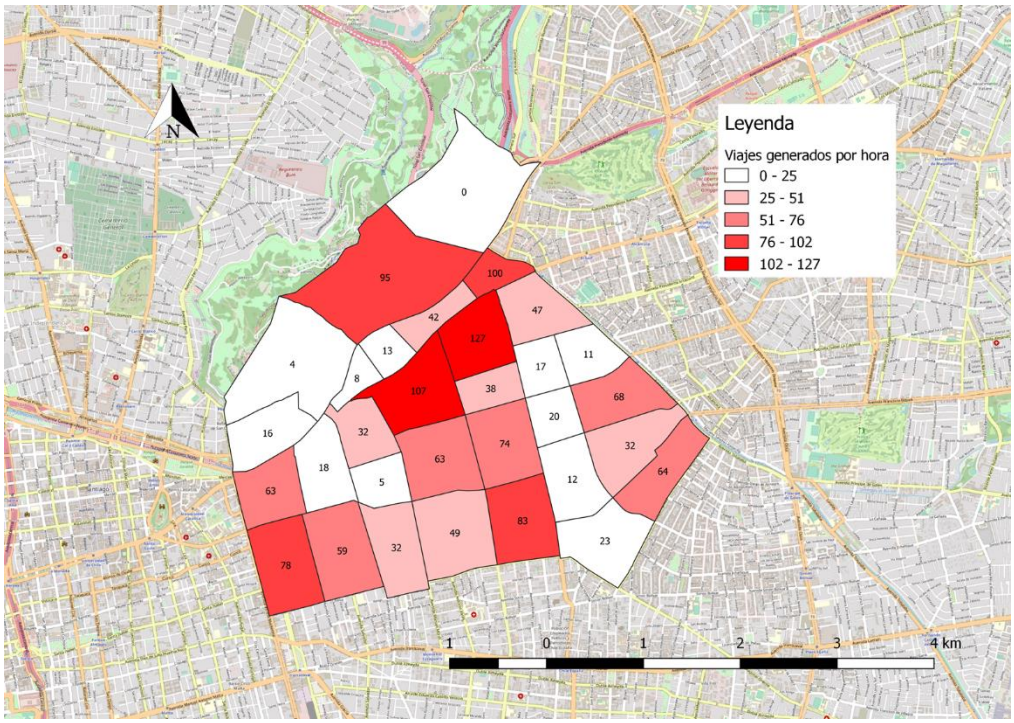
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 3.6-15: DESTINO DE VIAJES EN CICLOS - PMA



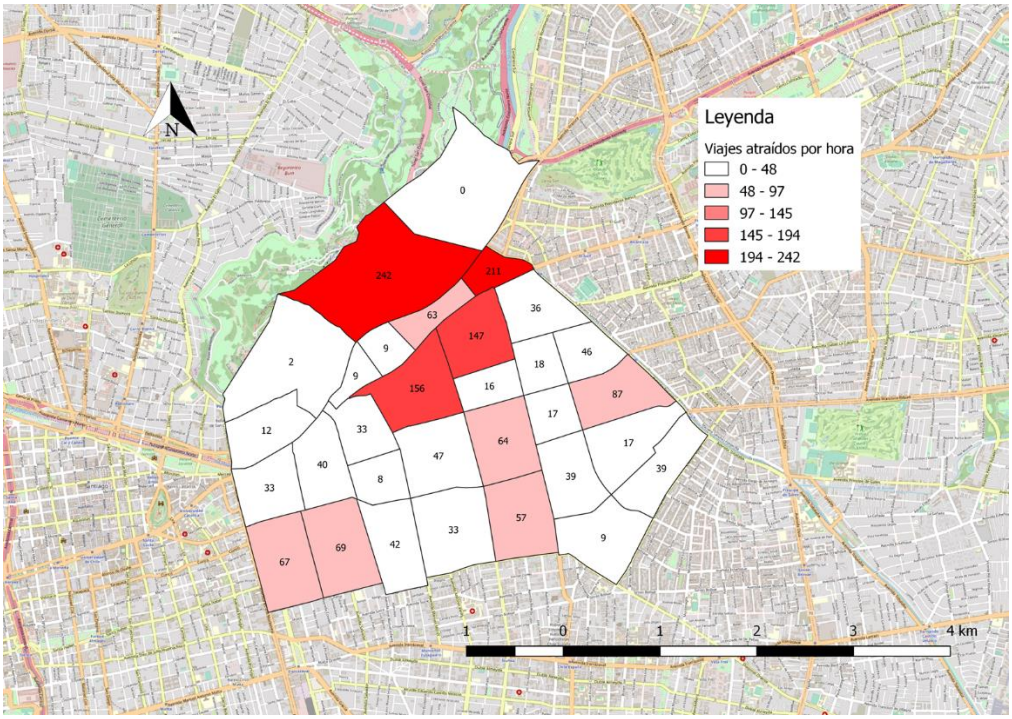
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 3.6-16: ORIGEN DE VIAJES EN CICLOS - PMD



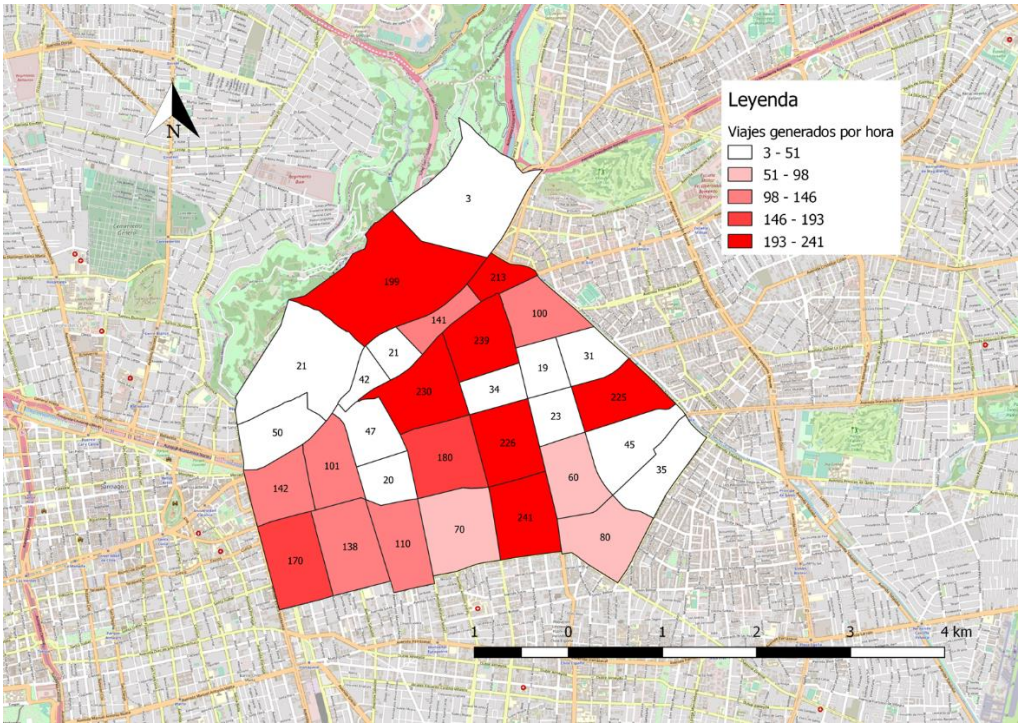
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 3.6-17: DESTINO DE VIAJES EN CICLOS - PMD



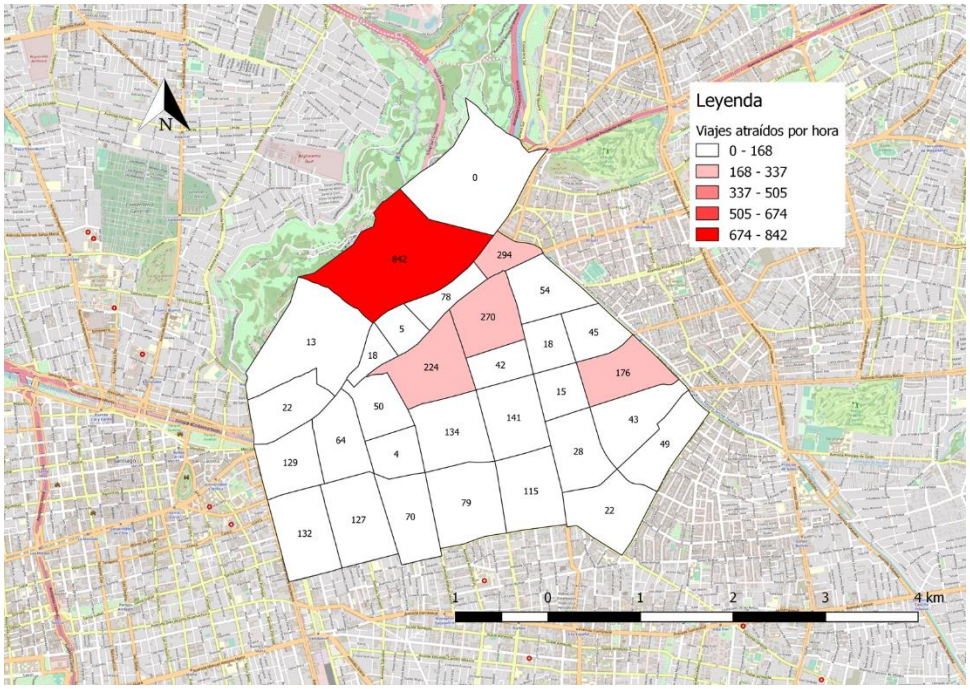
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 3.6-18: ORIGEN DE VIAJES EN CICLOS - PTA



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 3.6-19: DESTINO DE VIAJES EN CICLOS - PTA



Fuente: Elaboración propia.

CUADRO Nº 3.6-10: MATRIZ DE VIAJES EN CICLOS, PUNTA MAÑANA (CICLOS/HORA)

O/D	42	52	65	66	67	68	69	70	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	219	220	221	222	223	225	228	Total
42	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	2	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**15**
43	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**11**
50	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**6**
52	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**3**
53	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	**9**
60	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**4**
64	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**2**
65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	**4**
66	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	2	0	1	1	6	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	**30**
67	2	0	0	2	8	1	2	8	12	0	0	0	2	0	1	2	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	**46**
68	0	0	0	0	0	0	4	2	0	0	0	5	0	0	7	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	2	0	2	9	0	**51**
69	0	0	0	0	4	3	7	0	0	0	0	1	1	0	28	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	5	0	10	0	0	0	0	**61**
70	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	2	**16**
71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
72	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0	0	4	0	2	31	2	0	0	0	0	0	0	1	0	6	0	4	0	12	0	0	1	0	**66**
73	0	0	0	4	0	0	0	1	1	5	0	6	2	0	9	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	**39**
74	0	0	0	0	0	1	1	0	7	0	0	5	3	1	9	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	2	**45**
75	0	0	0	0	4	0	9	0	1	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	**30**
76	0	0	0	0	0	0	2	1	0	3	0	0	1	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	3	0	0	**21**
77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	**10**
78	0	3	3	2	3	0	0	4	3	0	0	0	2	0	18	0	2	0	0	3	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	**46**
79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	**18**
80	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	10	1	0	0	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	**22**
81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	**10**
82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	**22**
83	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	**7**
84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**21**
85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	28	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	**33**
86	0	0	0	0	0	2	13	2	7	6	0	2	0	1	14	0	11	0	0	2	0	8	0	2	2	0	0	2	4	0	0	0	4	**82**
87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	**7**
88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5	0	9	0	0	5	0	**23**
218	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**3**
219	0	0	0	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**11**
220	0	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	1	0	20	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	**34**
221	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**10**
222	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	**4**
223	0	0	0	0	1	0	0	1	2	2	2	1	1	1	1	0	2	0	4	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	6	0	0	**28**
225	0	0	0	0	0	9	0	0	4	0	0	0	0	0	2	0	4	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**21**
226	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	**4**
228	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**3**
Total	**3**	**3**	**3**	**12**	**23**	**34**	**54**	**24**	**54**	**23**	**18**	**43**	**15**	**10**	**238**	**14**	**36**	**10**	**9**	**11**	**0**	**32**	**16**	**3**	**13**	**1**	**14**	**18**	**99**	**1**	**16**	**23**	**8**	**880**

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO Nº 3.6-11: MATRIZ DE VIAJES EN CICLOS, PUNTA MEDIO DÍA (CICLOS/HORA)

O/D	42	45	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	88	217	219	220	221	222	223	225	226	228	Total
38	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**8**
41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	**2**
57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	**8**
60	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**4**
64	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**3**
65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	**3**
66	5	0	0	10	1	3	0	0	4	2	0	0	0	0	5	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**32**
67	0	0	4	7	1	2	0	0	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	**32**
68	0	0	0	0	1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	1	2	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0	**23**
69	0	0	0	7	0	5	1	0	1	0	2	0	0	0	20	0	1	0	1	0	0	4	4	0	0	0	3	6	0	0	2	0	0	**59**
70	0	0	0	0	3	1	0	0	2	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	**17**
71	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
72	0	0	0	0	4	0	4	0	0	2	1	0	1	2	3	0	0	0	0	0	0	1	7	2	0	0	0	5	0	10	0	0	0	**40**
73	0	0	2	0	6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	**12**
74	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	3	1	1	0	9	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	0	0	0	2	0	**25**
75	0	0	0	2	2	1	0	0	1	0	3	0	0	0	2	0	1	0	0	2	0	0	2	0	0	1	0	2	0	0	1	0	0	**21**
76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	**5**
77	0	0	0	0	0	2	0	2	2	4	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	**20**
78	0	0	2	0	5	2	0	0	1	1	1	1	1	0	4	1	0	0	0	1	4	2	5	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	**36**
80	0	2	1	2	0	2	0	0	0	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**10**
81	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**2**
82	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	**10**
83	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**6**
84	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8	**26**
85	0	0	0	0	1	1	0	0	5	0	2	0	3	0	11	1	0	0	3	2	0	5	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	**36**
86	0	0	0	2	2	9	4	0	6	0	0	2	0	5	21	2	0	1	0	2	0	4	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	**63**
88	0	0	0	0	0	1	0	2	0	4	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**9**
219	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	4	0	2	0	**15**
220	8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	6	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	**22**
221	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	5	0	0	0	0	1	0	2	0	0	8	**24**
222	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	**6**
223	0	0	0	2	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	**20**
225	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	**12**
226	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	**4**
228	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	**24**
Total	**12**	**2**	**9**	**33**	**49**	**52**	**9**	**3**	**31**	**21**	**18**	**12**	**15**	**7**	**95**	**14**	**13**	**1**	**16**	**9**	**16**	**33**	**35**	**8**	**8**	**12**	**5**	**51**	**5**	**22**	**4**	**5**	**17**	**640**

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO Nº 3.6-12: MATRIZ DE VIAJES EN CICLOS, PUNTA TARDE (CICLOS/HORA)

O/D	38	42	44	50	52	57	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	219	220	221	222	223	225	226	228	Total
60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	**3**
63	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**3**
65	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**8**
66	0	0	0	0	0	0	0	3	13	1	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	2	0	0	7	0	3	0	0	0	**36**
67	0	0	0	4	0	0	0	9	0	1	0	0	0	3	0	3	8	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	4	0	3	0	0	0	5	3	0	0	0	0	**60**
68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	2	8	0	0	19	0	2	0	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	**57**
69	0	3	0	0	6	0	0	4	0	1	3	0	0	2	0	0	2	0	0	32	5	0	0	0	1	0	0	5	0	0	0	3	3	15	0	0	0	0	0	**84**
70	3	0	0	0	0	0	3	0	3	1	0	0	0	0	4	3	0	0	1	25	0	0	0	0	0	1	16	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**64**
71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	**12**
72	0	3	0	0	0	0	0	3	0	4	7	2	0	5	1	3	0	0	0	31	0	3	0	2	0	10	0	2	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	3	**84**
73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	9	0	0	0	0	0	5	1	0	0	4	0	0	0	0	2	0	0	0	0	5	0	0	0	2	0	**31**
74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	3	0	0	10	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	7	0	3	0	0	0	**41**
75	0	0	0	0	0	0	3	3	0	1	13	1	0	0	2	16	3	3	1	15	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	3	**76**
76	0	0	0	0	0	0	0	3	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	4	2	0	8	0	0	0	0	0	2	0	0	0	**33**
77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**20**
78	0	5	0	0	0	0	0	1	0	3	1	0	2	1	0	4	1	1	0	18	0	0	3	0	0	3	11	12	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	**67**
79	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	**9**
80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**8**
81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**7**
82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0	0	0	**12**
83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	8	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	**17**
84	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	**12**
85	0	0	1	0	3	0	0	3	0	6	0	4	0	16	0	0	0	0	0	23	0	1	0	0	2	0	0	2	0	0	0	1	0	7	0	0	1	0	0	**74**
86	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	27	8	0	0	8	0	0	0	0	10	0	5	0	0	0	3	0	10	4	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	**83**
87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	**7**
88	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	**16**
97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**6**
219	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	0	0	0	0	0	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**14**
220	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**5**
221	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	8	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	3	6	3	0	0	0	**32**
222	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	**15**
223	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	3	0	0	0	**25**
225	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**12**
226	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**9**
228	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**5**
Total	**3**	**13**	**1**	**6**	**9**	**2**	**6**	**28**	**41**	**30**	**86**	**22**	**2**	**59**	**29**	**33**	**34**	**7**	**6**	**253**	**9**	**20**	**3**	**12**	**8**	**19**	**49**	**73**	**8**	**11**	**2**	**7**	**5**	**97**	**9**	**17**	**4**	**2**	**22**	**1044**

Fuente: Elaboración propia

3.7 Tarea 13. Peatones

Para el análisis de los peatones se consideran tanto las mediciones realizadas de peatones en la Tarea 3 del presente estudio, como la información de demanda de transporte público. También se analizan mediciones de estudios anteriores vigentes. Luego, en base a dichos datos se presenta un diagnóstico.

3.7.1 Información de Peatones

3.7.1.1 Ubicación de Puntos de medición

El cuadro siguiente presenta la ubicación de los puntos de medición de peatones realizadas en noviembre de 2021, donde se indica en la última columna la motivación que se tuvo para la definición de cada punto.

FIGURA Nº 3.7-1: UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN DE PEATONES

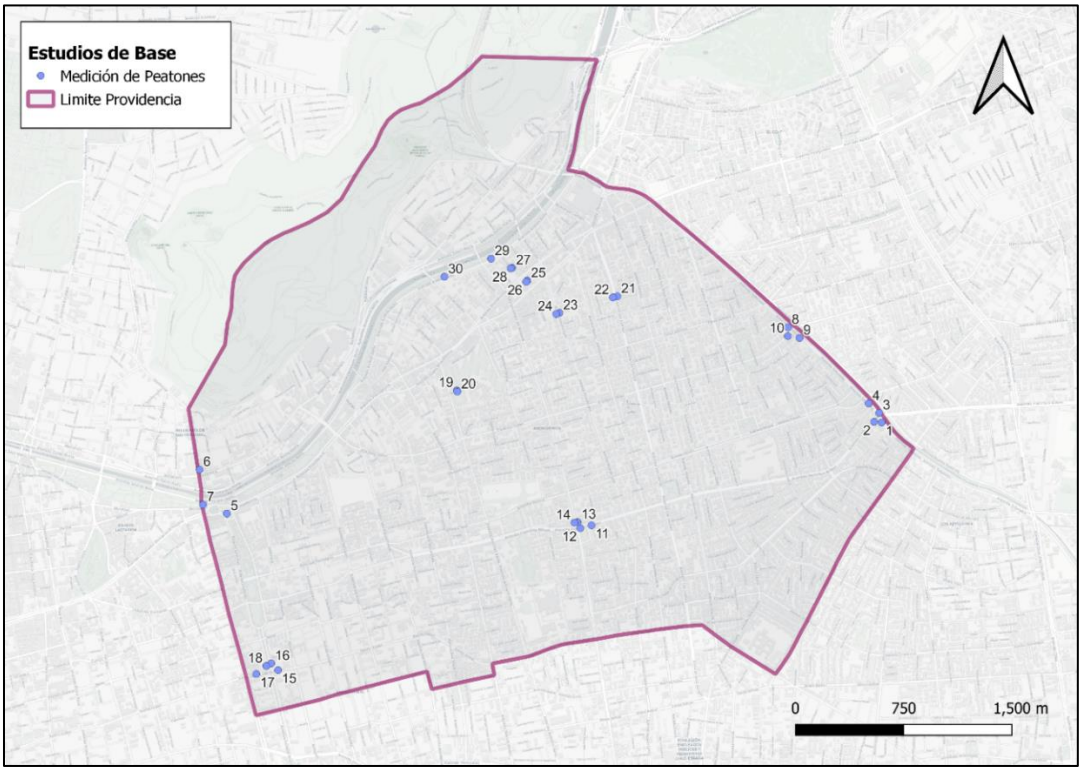
PC	Calle	Tramo a Medir	Vereda	Motivo de su ubicación
1	Tobalaba	F. Bilbao y Mayflower	Sur	Metro Francisco Bilbao
2	Francisco Bilbao	Tobalaba y San Juan de la Luz	Oriente	
3	Tobalaba	F. Bilbao y Las Achiras, oriente de estación	Norte	
4	Tobalaba	F. Bilbao y Las Achiras, poniente de estación	Norte	
5	Providencia	Ramón Carnicer y Gral. Bustamante	Sur	Plaza Italia
6	Pío Nono	Bellavista y Dardignac	Oriente	Frente U. Chile
7	Vicuña Mackena	Merced y Andrés Bello	Oriente	Plaza Italia
8	Tobalaba	E. Yañez y Ramón Sotomayor Valdés	Sur	Metro Colón
9	Tobalaba	E. Yañez y Marcel Duhaut	Sur	
10	Eliodoro Yáñez	Tobalaba y Amapolas	Sur	
11	Francisco Bilbao	Pasaje P. de Valdivia y Rodó	Sur	Metro I. de Suárez
12	Francisco Bilbao	Pasaje P. de Valdivia y P. de Valdivia	Sur	
13	Pedro de Valdivia	F. Bilbao y California	Oriente	
14	Pedro de Valdivia	F. Bilbao y California	Poniente	
15	Santa Isabel	Gral. Bustamante y Seminario	Norte	Metro Santa Isabel
16	Gral. Bustamante	Santa Isabel y Santa Victoria	Oriente	
17	Santa Isabel	V. Mackenna y Arq. Tomás Reyes Prieto	Norte	
18	Gral. Bustamante	Santa Isabel y Santa Victoria	Poniente	
19	Dr. Solís de Ovando	Antonio Varas y Hospital	Norte	Hospital
20	Dr. Solís de Ovando	Antonio Varas y Hospital	Sur	
21	Los Leones	Carmen Sylva y Lota	Oriente	Impacto efectos de arborización
22	Los Leones	Carmen Sylva y Lota	Poniente	
23	Ricardo Lyon	Carmen Sylva y Lota	Oriente	
24	Ricardo Lyon	Carmen Sylva y Lota	Poniente	
25	Guardia Vieja	Providencia y Nueva Providencia	Oriente	Potencial peatonalización
26	Guardia Vieja	Providencia y Nueva Providencia	Poniente	
27	Las Urbinas	Providencia y Andrés Bello	Oriente	
28	Las Urbinas	Providencia y Andrés Bello	Poniente	
29	Andrés Bello	P. de Valdivia y Orrego Luco	Norte	Impacto de conflicto con ciclistas
30	Andrés Bello	La Concepción y Mons. Sanz	Norte	

Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia se quiso captar con las mediciones realizadas los accesos a las estaciones del Metro, accesos a centros universitarios y hospitalarios, efectos de áreas verdes, potenciales áreas de peatonalización y vías de conflictos con ciclistas.

La siguiente figura muestra la ubicación de los puntos de medición.

FIGURA Nº 3.7-2: UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN DE PEATONES

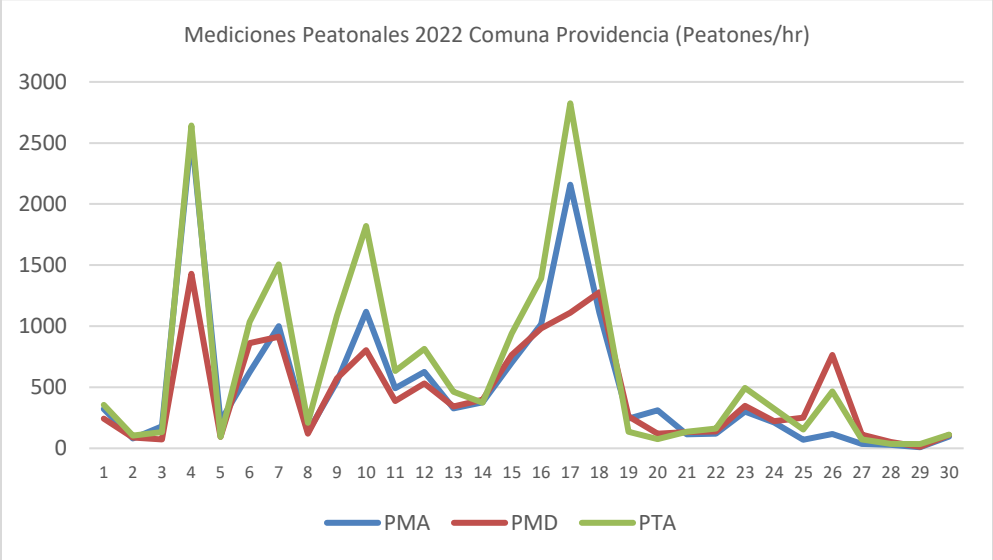


Fuente: Elaboración propia.

3.7.1.2 Reporte de Mediciones de Flujos Peatonales

En el gráfico y cuadro siguiente, se resumen las mediciones periódicas de flujo peatonal, desagregando por punto de control, vereda y periodo.

FIGURA Nº 3.7-3: FLUJOS PEATONALES POR PERIODO COMUNA DE PROVIDENCIA AÑO 2022



Fuente: Elaboración propia.

CUADRO Nº 3.7-1: FLUJO DE PEATONES POR PUNTO DE CONTROL (PEATONES/HORA)

PC	Calle	Tramo	Vereda	PMA	PMD	PTA
1	Tobalaba	F. Bilbao y Mayflower	Sur	321	242	355
2	Francisco Bilbao	Tobalaba y San Juan de la Luz	Oriente	81	88	103
3	Tobalaba	F. Bilbao y Las Achiras, oriente de estación	Norte	179	73	134
4	Tobalaba	F. Bilbao y Las Achiras, poniente de estación	Norte	2570	1429	2644
5	Providencia	Ramón Carnicer y Gral. Bustamante	Sur	223	93	94
6	Pío Nono	Bellavista y Dardignac	Oriente	622	861	1035
7	Vicuña Mackenna	Merced y Andrés Bello	Oriente	999	914	1505
8	Tobalaba	E. Yáñez y Ramón Sotomayor Valdés	Sur	133	121	209
9	Tobalaba	E. Yáñez y Marcel Duhaut	Sur	547	573	1087
10	Eliodoro Yáñez	Tobalaba y Amapolas	Sur	1119	805	1821
11	Francisco Bilbao	Pasaje P. de Valdivia y Rodó	Sur	493	388	633
12	Francisco Bilbao	Pasaje P. de Valdivia y P. de Valdivia	Sur	626	531	815
13	Pedro de Valdivia	F. Bilbao y California	Oriente	327	343	462
14	Pedro de Valdivia	F. Bilbao y California	Poniente	376	397	374
15	Santa Isabel	Gral. Bustamante y Seminario	Norte	701	765	941
16	Gral. Bustamante	Santa Isabel y Santa Victoria	Oriente	1015	981	1391
17	Santa Isabel	V. Mackenna y Arq. Tomás Reyes Prieto	Norte	2158	1111	2825
18	Gral. Bustamante	Santa Isabel y Santa Victoria	Poniente	1111	1279	1453
19	Dr. Solís de Ovando	Antonio Varas y Hospital	Norte	242	261	135
20	Dr. Solís de Ovando	Antonio Varas y Hospital	Sur	312	120	75
21	Los Leones	Carmen Sylva y Lota	Oriente	115	132	135
22	Los Leones	Carmen Sylva y Lota	Poniente	120	137	163
23	Ricardo Lyon	Carmen Sylva y Lota	Oriente	301	348	495
24	Ricardo Lyon	Carmen Sylva y Lota	Poniente	211	223	324
25	Guardia Vieja	Providencia y Nueva Providencia	Oriente	69	250	153
26	Guardia Vieja	Providencia y Nueva Providencia	Poniente	117	764	467
27	Las Urbinas	Providencia y Andrés Bello	Oriente	37	111	73
28	Las Urbinas	Providencia y Andrés Bello	Poniente	28	51	36
29	Andrés Bello	P. de Valdivia y Orrego Luco	Norte	9	12	35
30	Andrés Bello	La Concepción y Mons. Sanz	Norte	96	110	112

Fuente: Elaboración propia.

Del gráfico y cuadro anterior, se observa que los puntos N° 16, 17 y 18, ubicados en los accesos a Metro Santa Isabel de la Línea 5 y los puntos N°4 de acceso a Metro Bilbao y N°10 de acceso a Metro Colon de la Línea 4, presentan los mayores flujos de peatones, siendo en orden de magnitud superiores al resto de los puntos medidos.

Los puntos N°6 y N°7 ubicados en el sector de Pza. Italia, también presentan volúmenes de peatones importantes.

Los puntos de los sectores de potencial peatonalización, como Las Urbinas, presentan los niveles menores de flujos medidos, junto al sector de Andrés Bello. A su vez, Guardia Vieja presenta un flujo algo mayor solo en la Punta mediodía y la Punta tarde.

Los flujos de sectores con mayor arborización, como los puntos N°21, 22, 23 y 24, presentan flujos mayores, pero inferiores en orden de magnitud a los sectores de accesos a las estaciones de Metro.

Por último, se aprecia también que en la punta tarde, en general los flujos peatonales aumentan respecto a los otros periodos del día.

3.7.1.3 Análisis de Otras Mediciones de Flujos Peatonales existentes

Como parte del "**Estudio de capacidad vial y peatonal de la Modificación Nº5 del Plan Regulador Comunal de Providencia 2007**", solicitado por la Secretaría Regional Metropolitana del Ministerio de Vivienda y Urbanismo a la Municipalidad de Providencia, se realizaron el año 2018 mediciones de peatones en la comuna.

El objetivo principal de dicho estudio, fue generar los antecedentes que respalden la factibilidad, desde el punto de vista del transporte vehicular y peatonal, de la Modificación Nº5 del PRC de Providencia, que involucra principalmente el sector comprendido por el norte desde Av. Andrés Bello, por el sur diversas vías en sentido oriente-poniente (como Nueva Providencia, A. Barros Errázuriz, Barcelona, Lota y San Pío X), por el oriente Nueva Tobalaba y por el poniente Huelén. Incluyó además los terrenos ocupados por el Campus Lo Contador de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

Se definieron mediciones de flujos peatonales en 14 secciones de vías ubicadas principalmente en las distintas vías locales que conforman el área de estudio (ver figura siguiente). Las mediciones se realizaron en noviembre 2018.

La medición se realizó a nivel de secciones de vía registrando el total de peatones que circulaban por ambas veredas en cada sentido de circulación. Para cada período definido las mediciones se llevaron a cabo también para un intervalo de 2 horas.

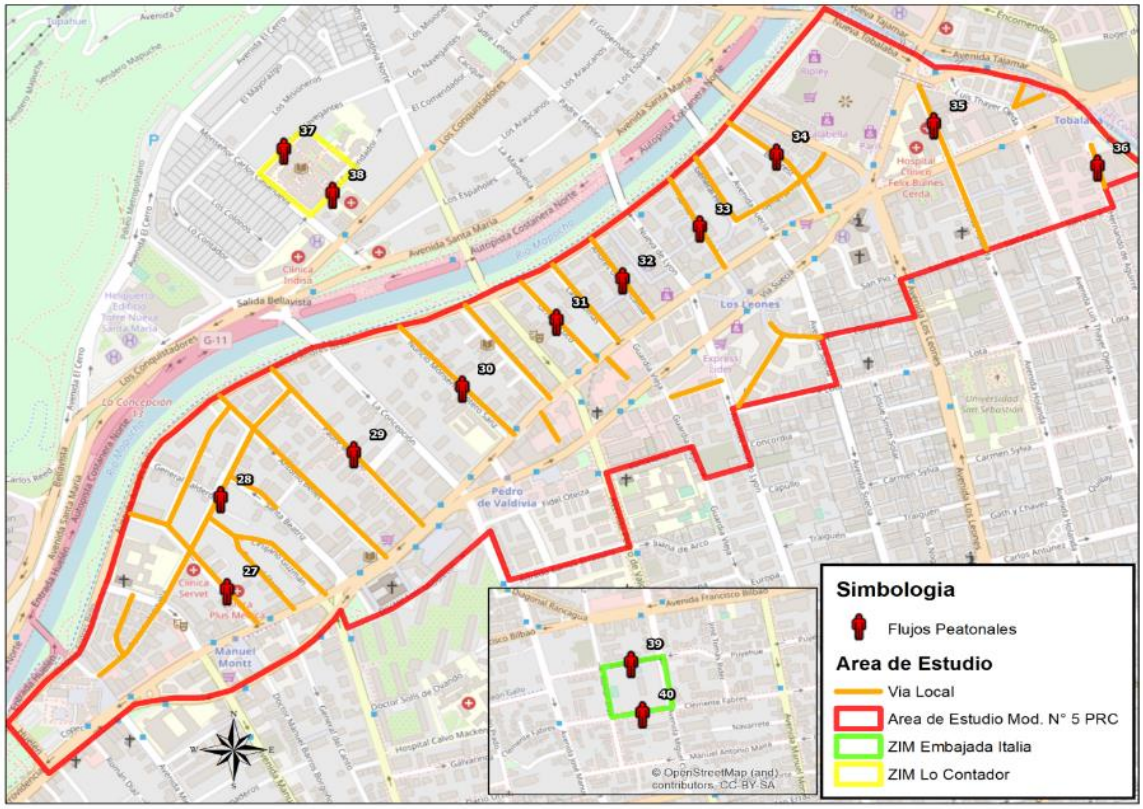
Las vías donde se desarrollaron las mediciones de flujos peatonales se muestran en el cuadro y la figura siguiente.

CUADRO Nº 3.7-2: DEFINICION DE VIAS CON MEDICIONES DE FLUJOS PEATONALES

Punto de control	Vía medida
27	Almirante Pastene
28	Pérez Valenzuela
29	Padre Mariano
30	Monseñor Nuncio Sotero Sanz de Villalba
31	Orrego Luco
32	Andrés de Fuenzalida
33	Santa Magdalena
34	Bucarest
35	Holanda (Hospital Félix Bulnes)
36	Hernando de Aguirre
37	Los Navegantes
38	El Comendador
39	Elena Blanco
40	Clemente Fabres

Fuente: Estudio de capacidad vial y peatonal de la Modificación Nº5 del Plan Regulador Comunal de Providencia 2007, Municipalidad de Providencia 2018

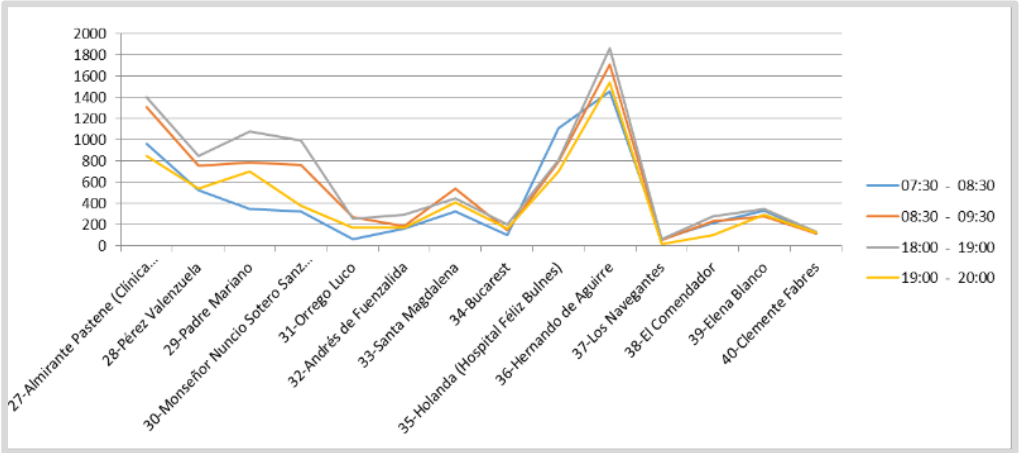
FIGURA Nº 3.7-4: UBICACIÓN DE PUNTOS DE MEDICION DE FLUJOS PEATONALES



Fuente: Estudio de capacidad vial y peatonal de la Modificación Nº5 del Plan Regulador Comunal de Providencia 2007, Municipalidad de Providencia 2018

El grafico y cuadro siguiente presentan un resumen de las mediciones de peatones realizadas, para cada una de las horas medidas de cada período, en cada punto de control, donde resaltan el Punto de Control 35 (Holanda acceso a Hospital), 36 (Hernando de Aguirre) y 27 (Almirante Pastene acceso a Clínicas). En este sector de medición de la Mod. N°5 del PRC, los flujos peatonales permanecen estables en la mayoría de los puntos de control, durante los cuatro periodos medidos del día.

FIGURA Nº 3.7-5: FLUJOS PEATONALES COMUNA DE PROVIDENCIA AÑO 2018



Fuente: Estudio de capacidad vial y peatonal de la Modificación Nº5 del Plan Regulador Comunal de Providencia 2007, Municipalidad de Providencia 2018

CUADRO Nº 3.7-3: MEDICIONES PEATONALES POR PUNTO DE CONTROL Y HORA-PERÍODO

N°	Intersección	Fecha	Hora	1	2	3	4	TOTAL
27	Almirante Pastene (Clínica Médica)	11/14/2018	07:30 - 08:30	499	92	309	61	961
			08:30 - 09:30	698	116	426	67	1307
			18:00 - 19:00	164	742	109	386	1401
			19:00 - 20:00	98	468	85	192	843
28	Pérez Valenzuela	11/14/2018	07:30 - 08:30	41	161	94	229	525
			08:30 - 09:30	45	226	127	356	754
			18:00 - 19:00	215	68	479	83	845
			19:00 - 20:00	126	52	301	58	537
29	Padre Mariano	11/14/2018	07:30 - 08:30	120	56	120	53	349
			08:30 - 09:30	349	89	243	107	788
			18:00 - 19:00	198	364	200	313	1075
			19:00 - 20:00	111	241	161	183	696
30	Monseñor Nuncio Sotero Sanz de Villalba	11/13/2018	07:30 - 08:30	89	44	163	29	325
			08:30 - 09:30	251	95	351	68	765
			18:00 - 19:00	257	325	115	294	991
			19:00 - 20:00	71	117	49	139	376
31	Orrego Luco	11/13/2018	07:30 - 08:30	20	8	20	10	58
			08:30 - 09:30	103	19	127	23	272
			18:00 - 19:00	17	79	37	124	257
			19:00 - 20:00	16	44	48	64	172
32	Andrés de Fuenzalida	11/13/2018	07:30 - 08:30	60	24	47	30	161
			08:30 - 09:30	49	53	61	22	185
			18:00 - 19:00	64	72	38	115	289
			19:00 - 20:00	43	55	27	41	166
33	Santa Magdalena	11/13/2018	07:30 - 08:30	111	45	116	48	320
			08:30 - 09:30	152	84	226	80	542
			18:00 - 19:00	72	146	133	94	445
			19:00 - 20:00	67	96	131	112	406
34	Bucarest	11/13/2018	07:30 - 08:30	55	10	28	6	99
			08:30 - 09:30	87	26	26	9	148
			18:00 - 19:00	41	90	45	27	203
			19:00 - 20:00	31	51	39	39	160
35	Holanda (Hospital Féliz Bulnes)	11/13/2018	07:30 - 08:30	733	215	113	44	1105
			08:30 - 09:30	330	220	194	50	794
			18:00 - 19:00	182	171	168	289	810
			19:00 - 20:00	172	129	152	248	701
36	Hernando de Aguirre	11/13/2018	07:30 - 08:30	216	502	273	463	1454
			08:30 - 09:30	315	470	300	624	1709
			18:00 - 19:00	522	414	565	361	1862
			19:00 - 20:00	383	341	461	356	1541
37	Los Navegantes	11/14/2018	07:30 - 08:30	1	1	37	21	60
			08:30 - 09:30	5	2	34	10	51
			18:00 - 19:00	3	16	17	27	63
			19:00 - 20:00	2	2	7	2	13
38	El Comendador	11/14/2018	07:30 - 08:30	119	26	45	29	219
			08:30 - 09:30	121	17	58	33	229
			18:00 - 19:00	37	72	45	124	278
			19:00 - 20:00	19	16	12	51	98
39	Elena Blanco	11/14/2018	07:30 - 08:30	90	202	19	17	328
			08:30 - 09:30	88	171	10	11	280
			18:00 - 19:00	219	93	18	15	345
			19:00 - 20:00	192	78	13	7	290
40	Clemente Fabres	11/14/2018	07:30 - 08:30	18	48	7	43	116
			08:30 - 09:30	9	47	11	49	116
			18:00 - 19:00	28	58	17	24	127
			19:00 - 20:00	26	26	25	43	120

Fuente: Estudio de capacidad vial y peatonal de la Modificación Nº5 del Plan Regulador Comunal de Providencia 2007, Municipalidad de Providencia 2018

3.7.1.4 Reporte de Mediciones de Flujos de Equipamientos

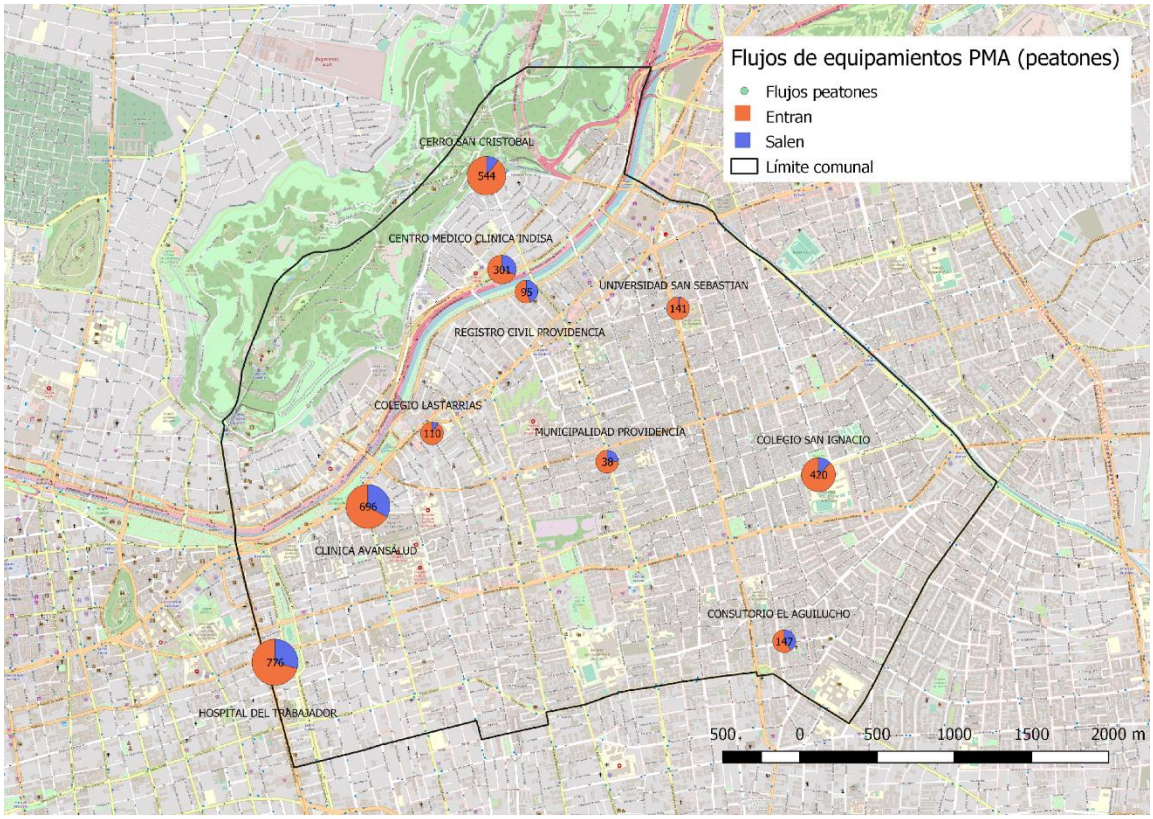
A finales del 2021 se realizaron mediciones de flujos en determinados equipamientos de la comuna (ver detalles en Tarea 3.9). A continuación se reportan los resultados de dichas mediciones, considerando solo los peatones que acceden y egresan de cada equipamiento.

CUADRO Nº 3.7-4: PEATONES QUE ACCEDEN Y EGRESAN A EQUIPAMIENTOS COMUNALES, PERIODO PMA (PEATONES/HORA)

PC	Centro a medir	Acceso	Entran	Salen
2	Registro Civil Providencia	Principal	53	42
5	Clínica Indisa, Centro Médico Los Españoles	Por Los Españoles	208	93
7	Clínica Avansalud	Avenida Salvador	466	230
8	Hospital del Trabajador	Por Ramón Carnicer	336	127
		Entrada Centro Médico por Vicuña Mackenna	178	85
		Por Vicuña Mackenna	246	117
9	Cerro San Cristóbal	Pedro de Valdivia	487	57
11	CESFAM El Aguilucho	El Aguilucho	89	58
12	Universidad San Sebastián	Carmen Silva	78	2
		Esquina Lota/Los Leones	309	2
		Holanda	25	7
13	Colegio San Ignacio El Bosque	Acceso Principal	367	53
14	Liceo Lastarria	Miguel Claro	100	10
15	Municipalidad de Providencia	Marchant Pereira	21	14
		Pedro De Valdivia	36	4

Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 3.7-6: PEATONES QUE ACCEDEN Y EGRESAN A EQUIPAMIENTOS COMUNALES, PERIODO PMA



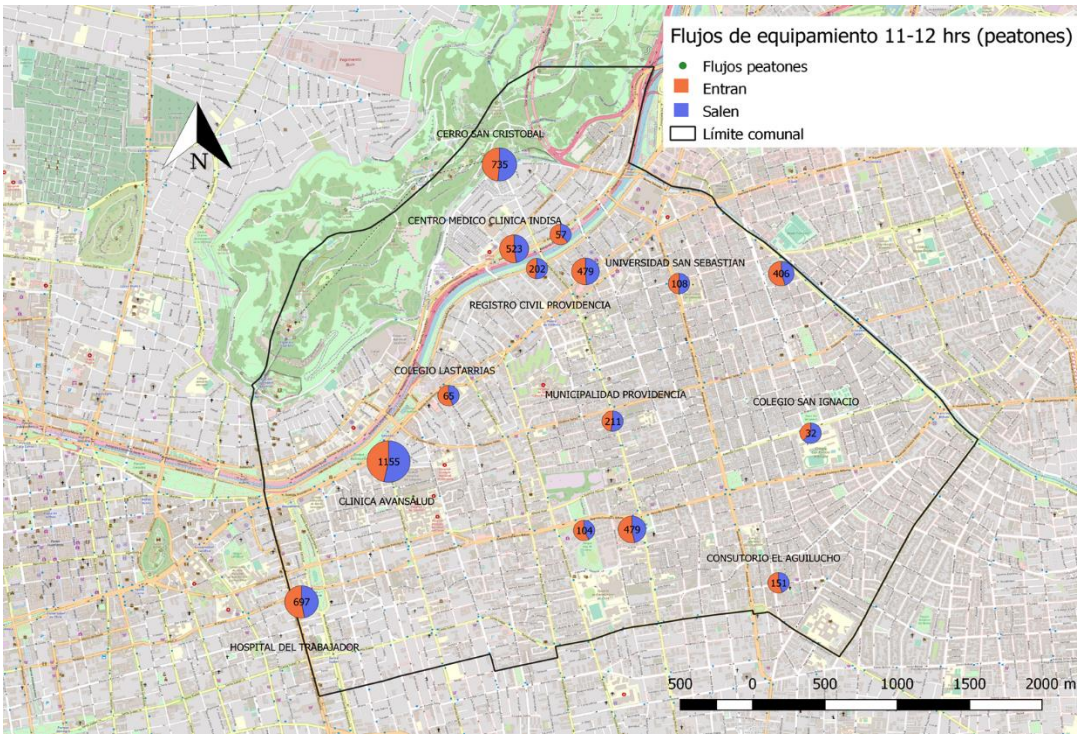
Fuente: Elaboración propia.

CUADRO Nº3.7-3: PEATONES QUE ACCEDEN Y EGRESAN A EQUPAMIENTOS COMUNALES, PERIODO PMD (PEATONES/HORA)

PC	Centro a medir	Acceso	Entran	Salen
1	Drugstore	Centro Comercial	44	38
		Providencia	83	48
		Las Urbinas	28	15
2	Registro Civil Providencia	Principal	89	100
3	Líder Express Tobalaba	Las Camelias	150	138
4	Centro Comercial Madrid	Plaza De Pedro De Valdivia	192	110
5	Clínica Indisa, Centro Médico Los Españoles	Por Los Españoles	303	247
6	Parque de las Esculturas	Santa Maria	72	34
7	Clínica Avansalud	Avenida Salvador	595	535
8	Hospital del Trabajador	Por Ramon Carnicer	231	120
		Entrada Centro Médico por V. Mackenna	310	202
		Por Vicuña Mackenna	243	215
9	Cerro San Cristóbal	Pedro de Valdivia	612	283
10	Parque Inés de Suarez	Francisco Bilbao	63	24
		Vasconia	73	56
11	CESFAM El Aguilucho	El Aguilucho	77	73
12	Universidad San Sebastián	Carmen Silva	27	18
		Esquina Lota/Los Leones	122	76
		Holanda	7	6
13	Colegio San Ignacio El Bosque	Acceso principal	13	38
14	Liceo Lastarria	Miguel Claro	38	15
15	Municipalidad de Providencia	Marchant Pereira	71	86
		Pedro de Valdivia	103	93

Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 3.7-7: PEATONES QUE ACCEDEN Y EGRESAN A EQUIPAMIENTOS COMUNALES, PERIODO PMD



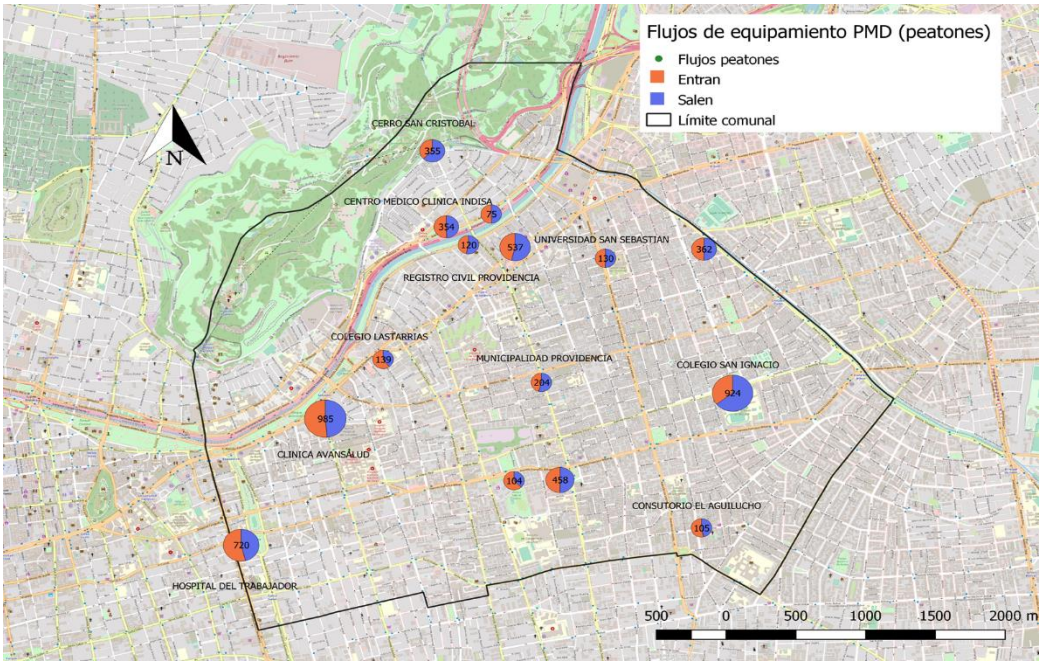
Fuente: Elaboración propia.

CUADRO Nº3.7-4: PEATONES QUE ACCEDEN Y EGRESAN A EQUIPAMIENTOS COMUNALES, PERIODO PTA (PEATONES/HORA)

PC	Centro a medir	Acceso	Entran	Salen
1	Drugstore	Centro Comercial	68	84
		Providencia	153	160
		Las Urbinas	27	45
2	Registro Civil Providencia	Principal	56	64
3	Líder Express Tobalaba	Las Camelias	180	182
4	Centro Comercial Madrid	Plaza De Pedro De Valdivia	228	230
5	Clínica Indisa, Centro Médico Los Españoles	Por Los Españoles	179	175
6	Parque de las Esculturas	Santa Maria	38	37
7	Clínica Avansalud	Avenida Salvador	505	480
8	Hospital del Trabajador	Por Ramon Carnicer	223	172
		Entrada Centro Médico por V. Mackenna	171	184
		Por Vicuña Mackenna	158	136
9	Cerro San Cristóbal	Pedro de Valdivia	133	222
10	Parque Inés de Suarez	Francisco Bilbao	96	48
		Vasconia	34	29
11	CESFAM El Aguilucho	El Aguilucho	56	49
12	Universidad San Sebastián	Carmen Silva	45	39
		Esquina Lota/Los Leones	149	156
13	Colegio San Ignacio El Bosque	Acceso principal	327	597
14	Liceo Lastarria	Miguel Claro	84	55
15	Municipalidad de Providencia	Marchant Pereira	78	103
		Pedro de Valdivia	108	118

Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 3.7-8: PEATONES QUE ACCEDEN Y EGRESAN A EQUIPAMIENTOS COMUNALES, PERIODO PTA



Fuente: Elaboración propia.

Si bien se observan flujos importantes de peatones en algunos centros de equipamientos, como Centros médicos, el Cerro San Cristóbal y Centros de estudios, los niveles de flujos son bastante inferiores que los sectores entorno a las estaciones de Metro y están localizados solo en ciertos periodos del día.

3.7.1.5 Información de Usuarios Transporte Público

Providencia es una comuna privilegiada en términos de transporte público; en total, circulan en la comuna 60 servicios de buses, con una frecuencia media de 8,5 buses/hora en periodo punta mañana, y existe una amplia red de Metro, con presencia de las líneas 1, 4, 5 y 6. Esta oferta de transporte público mejorará significativamente con la puesta en operación el 2027 de la Línea 7 del Metro y de la Línea 8 en estudio.

El acceso a los paraderos de buses y estaciones de Metro se hace, naturalmente, a pie. Es por esto que para entender el movimiento de peatones resulta relevante analizar la demanda, a nivel de paraderos de buses que tiene la comuna. Esta información fue presentada en la Tarea 3.13, y en esta sección se analizan los mismos datos con un enfoque en el peatón.

Tal como se dijo en la Tarea 3.13 de la Etapa 2 del estudio, la demanda de usuarios del sistema RED de transporte público de Santiago, se obtuvo en base a la información sobre la cantidad de subidas y bajadas de pasajeros a nivel de paradero de la matriz de viajes BIP del mes de agosto del año 2019 (previo a pandemia), siendo ésta corregida por evasión de acuerdo a la información de viajes publicada en la página web del DTPM.

Los 50 paraderos de la comuna, identificados con la mayor afluencia de pasajeros por periodo, se presentan en el cuadro siguiente.

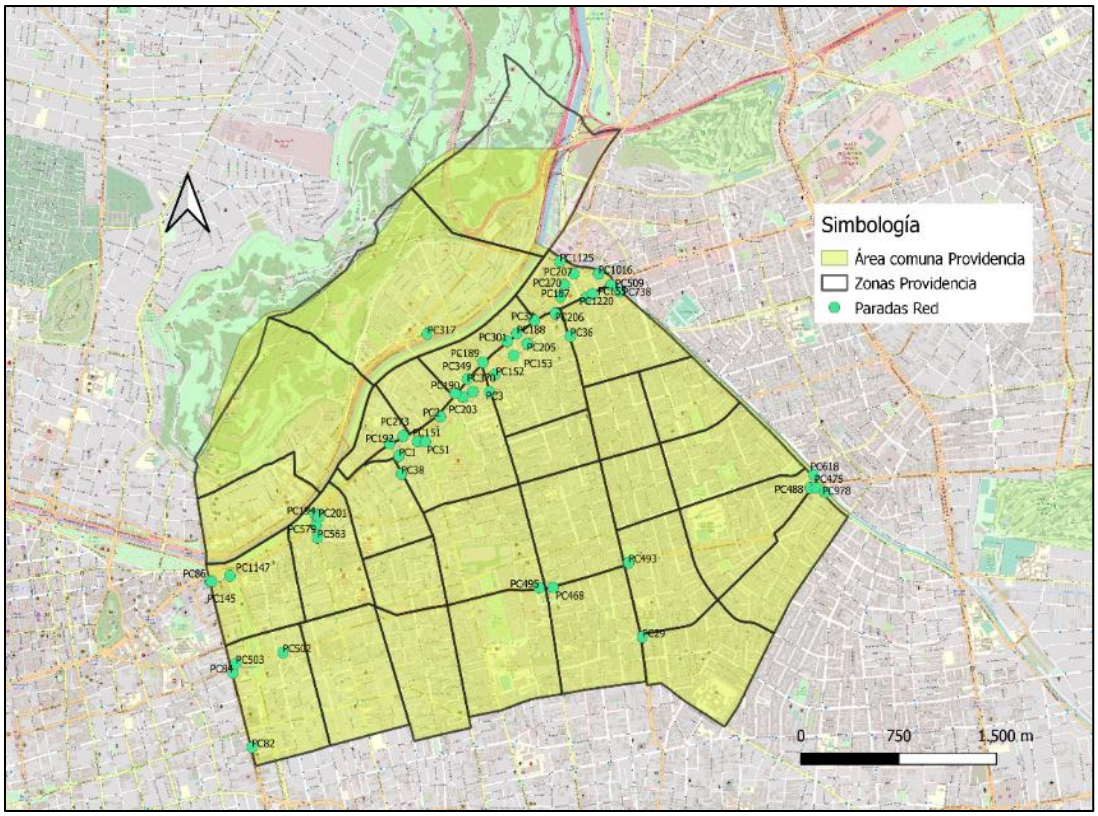
CUADRO Nº3.7-5: AFLUENCIA DE PASAJEROS EN 50 PARADEROS RED DE MAYOR DEMANDA EN COMUNA DE PROVIDENCIA (PASAJEROS/HORA)

Parada	PMA			FPU			PTA		
	Subidas	Bajadas	Suma	Subidas	Bajadas	Suma	Subidas	Bajadas	Suma
PC155	1271	691	1962	336	385	720	585	234	819
PC475	837	357	1194	218	178	396	396	747	1143
PC488	717	355	1072	200	121	320	231	720	951
PC618	887	155	1041	261	181	442	103	644	747
PC349	52	932	985	144	223	367	764	3	767
PC36	21	899	920	1	373	373	1	740	741
PC207	1375	192	1567	129	78	206	162	48	210
PC86	77	1124	1200	47	222	268	125	299	424
PC1016	67	349	416	160	324	483	320	345	665
PC468	416	263	679	162	111	273	291	233	524
PC188	80	143	223	322	246	569	453	209	661
PC1220	772	114	886	1	0	1	108	457	565
PC370	183	458	641	117	221	338	139	315	454
PC190	51	227	278	274	177	451	535	163	699
PC145	149	180	329	169	75	244	808	39	847
PC187	154	46	199	368	137	505	625	63	688
PC579	28	1009	1037	34	262	296	1	1	2
PC37	52	500	552	97	278	375	159	168	327
PC495	200	315	515	104	112	217	194	316	510
PC189	95	78	172	281	170	450	414	126	540
PC203	482	78	559	193	104	297	121	173	294
PC2	73	537	611	95	275	369	65	90	155
PC1147	781	45	827	49	18	68	17	209	226
PC205	307	267	574	144	132	276	111	104	215
PC192	49	214	263	137	218	355	247	189	435
PC502	16	297	313	11	137	148	10	545	555
PC201	212	438	649	129	87	216	80	61	141
PC3	312	111	423	259	35	294	229	49	279

Parada	PMA			FPU			PTA		
	Subidas	Bajadas	Suma	Subidas	Bajadas	Suma	Subidas	Bajadas	Suma
PC1	102	398	501	154	124	278	143	59	201
PC153	93	319	412	94	175	269	110	124	235
PC84	161	318	480	99	104	203	134	95	229
PC563	62	115	177	202	45	247	442	45	487
PC509	106	260							

Fuente: Elaboración propia con datos del DTPM.

FIGURA Nº 3.7-9: 50 PARADEROS RED DE MAYOR DEMANDA EN COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia con datos del DTPM.

Como era esperable, los paraderos de mayor demanda se concentran en Av. Providencia, Nueva Providencia y Vicuña Mackenna; todas estas vías tienen infraestructura especializada para el transporte público. También se observa una alta demanda en paraderos cercanos a estaciones de Metro (Francisco Bilbao de la Línea 4, Inés de Suárez de L6 y Parque Bustamante de la Línea 5).

3.7.2 Diagnóstico Peatonal

Basado en lo reportado en los puntos anteriores de esta Tarea 13, a continuación se presenta un diagnóstico de este modo en la comuna, identificando hechos concretos revelados de las mediciones y potencialidades y debilidades de acuerdo a esto.

- **Sectores de mayor Demanda Peatonal**

  Las veredas con mayor demanda de peatones se dan en sectores de acceso a líneas de Metro, con flujos horarios en el rango de 1000 a 2500 peatones/hr por vereda, lo cual requiere una oferta de veredas apropiada. En ese sentido, los estudios de intermodalidad que realiza en la actualidad Metro

entorno a sus nuevas líneas, resultan fundamentales. Sin embargo, las Líneas 4 y 5 actualmente operativas, no contaron con esos estudios, que tal vez habría que hacerlos en condición de expost de proyectos, dados los impactos peatonales que provocan estas estaciones ubicadas en las vías principales de la comuna.

En los accesos a colegios y centros de salud los flujos peatonales bordean entre los 500 y 1000 peatones por hora. La Plaza Italia y el acceso al cerro San Cristóbal están también en estos órdenes de magnitud, que igual siguen siendo muy inferiores a las veredas de los accesos a las estaciones de Metro.

En general de las mediciones de este estudio y otros consultados, los flujos de peatones del periodo punta tarde son superiores a los flujos del resto de los periodos del día.

En algunos sectores con alta concentración de transporte público y con equipamiento de oficinas y servicios, los flujos de la punta mañana y la punta tarde superan al resto del día.

- **Sectores peatonales sin propósito de viajar en transporte Público**

  En los sectores con vías con potencialidades para calles vivas de veredas amplias como Guardia Vieja, Las Urbinas por ej. o sectores de alta concentración de árboles, como R. Lyon y Los Leones, los flujos de peatones son bajos, muy inferiores a los 500 peatones /hr en algunos casos.

  En estos sectores los flujos además son bastante estables durante todo el día, al existir propósitos distintos al transporte público que motivan la caminata.

  Esto indica que la caminata actualmente no es motivada por el modo en sí, que aporta mayor sustentabilidad al sistema de transporte, sino que sigue siendo motivada por otros propósitos como el trabajo, siendo esta caminata una parte menor o etapa de los viajes que generalmente proviene o se dirigen a otras comunas de Santiago y en transporte público.

  Las razones de la poca demanda de caminata podrían estar influenciadas también por otras condiciones que no se dan en la actualidad, como la seguridad ciudadana, la convivencia vial de modos, la iluminación, temperatura medio ambiente, sombra, etc. Aunque, si bien varias de las veredas de las calles medidas, o que se cuenta con información, reúnen buenos indicadores para estas condiciones, igual existen pocos peatones circulando en ellas.

- **Concentración de servicios de Buses**

  Los datos analizados de las mediciones vigentes, indican una concentración alta de flujos de buses en pocas vías especializadas para el transporte público, lo cual en un fenómeno a estudiar, dado que concentran también los peatones en ellas, con el consiguiente aumento de demanda de veredas que resultan insuficientes para algunos tramos de estas vías.

  Lo más complicado es que no existe en muchos de estos tramos, espacio para ampliar veredas, por la dureza de los sectores muy consolidados de la comuna (como calle Providencia y Nueva Providencia), lo cual indica que es más fácil diversificar los ruteos de los servicios de Buses de RED en otras vías y no seguir concentrándolos en estas vías saturadas de peatones de la comuna.

Varias de estas características actuales del modo caminata serán analizadas en la Etapa 4 siguiente del estudio, como parte de un diagnóstico integrado a realizar de todas las áreas o enfoques que lo motivan, proponiéndose proyectos locales junto con proyectos de carácter metropolitano que traspasan la comuna, principalmente en el ámbito del transporte público como corredores especializados, las redes de ciclovías y las vías intercomunales con alta demanda de flujos de paso.

3.8 Tarea 14. Entrega informe de avance Etapa 3

Para terminar la Etapa 3 se entregó el informe de avance y se realizó una reunión para resumir los principales resultados del trabajo.

Anexo A: Asignación de Flujos en Calibración SATURN

CUADRO Nº A-1: FLUJO TOTAL POR ARCO DE LA RED PERIODO PUNTA MAÑANA

Nodo A	Nodo B	Nodo C	Flujo Observado (veq/hr)	Flujo Modelado (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Diferencia (veq/hr)	Diferencia Porcentual	GEH
1089	1095	1070	191	312	217	121	63%	7,63
1089	1095	2507	806	901	634	95	12%	3,25
1089	1095	6037	79	0	0	-79	-100%	12,57
1070	1095	6037	1743	2218	2460	475	27%	10,67
2508	1095	1070	838	757	2460	-81	-10%	2,87
2508	2506	2507	773	598	609	-175	-23%	6,68
1149	1237	1118	178	433	516	255	143%	14,59
1149	1237	1248	2244	1702	3998	-542	-24%	12,20
1238	1237	1118	668	953	2010	285	43%	10,01
1238	1237	1248	97	203	167	106	109%	8,65
1128	1129	1130	484	651	952	167	35%	7,01
1128	1129	1134	1173	1202	3487	29	2%	0,84
1135	1130	0	1605	2342	3066	737	46%	16,59
1135	1136	0	1179	381	639	-798	-68%	28,57
1128	1129	1133	249	218	703	-31	-12%	2,03
1246	1247	1250	488	397	587	-91	-19%	4,33
1246	1247	3083	101	0	336	-101	-100%	14,21
3085	1247	1250	87	332	310	245	282%	16,93
3085	1247	3083	434	262	540	-172	-40%	9,22
1250	1247	1246	194	131	600	-63	-32%	4,94
1250	1247	3083	251	67	884	-184	-73%	14,59
3053	1313	3049	985	865	2130	-120	-12%	3,95
1302	1313	1314	482	598	852	116	24%	4,99
1309	1312	3052	25	20	36	-5	-20%	1,05
1312	1313	1314	462	742	630	280	61%	11,41
1312	1313	3049	483	103	334	-380	-79%	22,20
3050	1312	3052	2069	1796	1640	-273	-13%	6,21
1313	1312	3052	444	361	255	-83	-19%	4,14
1314	1313	3049	246	381	312	135	55%	7,62
1379	1381	1970	454	468	1230	14	3%	0,65
1379	1381	1362	243	224	508	-19	-8%	1,24
1382	1381	1970	193	147	383	-46	-24%	3,53
1382	1381	1362	1669	1812	2636	143	9%	3,43
1226	1227	1614	112	31	235	-81	-72%	9,58
1226	1227	1700	686	709	2460	23	3%	0,87
1700	1227	1226	1087	1480	1800	393	36%	10,97
1700	1227	1614	151	287	720	136	90%	9,19
1225	1227	1226	87	0	57	-87	-100%	13,19
1225	1227	1614	1011	1204	1350	193	19%	5,80

Nodo A	Nodo B	Nodo C	Flujo Observado (veq/hr)	Flujo Modelado (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Diferencia (veq/hr)	Diferencia Porcentual	GEH
1225	1227	1700	146	50	360	-96	-66%	9,70
1931	1351	1356	641	839	1584	198	31%	7,28
1350	1351	1930	1580	1473	1531	-107	-7%	2,74
1350	1351	1931	77	47	46	-30	-39%	3,81
1350	1351	1356	55	1	1	-54	-98%	10,21
1356	1351	1931	907	663	1710	-244	-27%	8,71
1805	1875	1871	567	282	825	-285	-50%	13,83
1875	1871	1770	1058	1100	1440	42	4%	1,28
1872	1875	1805	131	101	92	-30	-23%	2,79
1872	1875	1871	1064	1453	1334	389	37%	10,97
5105	1870	1871	913	836	825	-77	-8%	2,60
1870	1871	1770	811	694	717	-117	-14%	4,27
1871	1870	5105	576	635	825	59	10%	2,40
1873	1870	1871	785	727	662	-58	-7%	2,11
1873	1870	5105	14	76	69	62	443%	9,24
1723	1725	1730	414	254	1140	-160	-39%	8,75
1730	1725	1723	481	689	1125	208	43%	8,60
1730	1725	1726	117	13	203	-104	-89%	12,90
1728	1725	1723	48	66	975	18	38%	2,38
1728	1725	1726	259	188	2147	-71	-27%	4,75
1728	1725	1730	58	0	789	-58	-100%	10,77
1915	1775	5100	639	603	1647	-36	-6%	1,44
1915	1775	1903	79	29	423	-50	-63%	6,80
1774	1775	5100	169	463	481	294	174%	16,54
1774	1775	1903	1190	1149	1258	-41	-3%	1,20
1903	1775	5100	479	352	1344	-127	-27%	6,23
1270	1271	1272	1741	2064	2047	323	19%	7,41
1270	1271	1856	302	45	64	-257	-85%	19,51
1318	1271	1272	284	337	439	53	19%	3,01
1318	1271	1856	1357	1073	1556	-284	-21%	8,15
1232	1233	1234	360	207	787	-153	-43%	9,09
1232	1233	1242	176	121	340	-55	-31%	4,51
1181	1233	1234	114	364	639	250	219%	16,17
1181	1233	1242	1790	2426	3290	636	36%	13,85
1263	1324	1989	233	270	338	37	16%	2,33
1263	1324	1273	1779	2383	2438	604	34%	13,24
1325	1324	1989	431	690	1510	259	60%	10,94
1325	1324	1273	239	19	399	-220	-92%	19,37
1195	1183	1180	296	210	399	-86	-29%	5,41
1195	1183	1182	1568	2016	2804	448	29%	10,58
1190	1183	1180	902	1131	1029	229	25%	7,18
1190	1183	1182	155	279	253	124	80%	8,42
1990	1306	1323	750	105	2124	-645	-86%	31,20
1990	1306	1307	166	106	600	-60	-36%	5,14
1632	1306	1323	382	288	300	-94	-25%	5,14
1632	1306	1307	1522	1989	1906	467	31%	11,15
1267	1268	1245	191	174	152	-17	-9%	1,26
1267	1268	1857	1515	1826	1670	311	21%	7,61
1620	1268	1245	1212	1907	2144	695	57%	17,60
1620	1268	1267	109	93	185	-16	-15%	1,59
1620	1268	1857	209	0	114	-209	-100%	20,45

Nodo A	Nodo B	Nodo C	Flujo Observado (veq/hr)	Flujo Modelado (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Diferencia (veq/hr)	Diferencia Porcentual	GEH
1857	1268	1267	923	913	1860	-10	-1%	0,33
1770	1771	1825	391	159	324	-232	-59%	13,99
1770	1771	1835	1322	2097	2301	775	59%	18,74
5103	1771	1825	889	1192	1260	303	34%	9,39
5103	1771	1835	91	6	35	-85	-93%	12,21
1330	1343	1928	425	548	2041	123	29%	5,58
1330	1343	1923	356	233	574	-123	-35%	7,17
1328	1343	1928	121	47	292	-74	-61%	8,07
1328	1343	1923	1382	1337	1784	-45	-3%	1,22
1830	1772	5102	572	608	1200	36	6%	1,48
1830	1772	1773	66	28	251	-38	-58%	5,54
1835	1772	1830	116	463	373	347	299%	20,39
1835	1772	5102	176	194	157	18	10%	1,32
1835	1772	1773	1243	1755	1453	512	41%	13,22
5102	1772	1830	950	1062	1230	112	12%	3,53
1263	1264	1243	53	2	707	-51	-96%	9,73
1263	1264	1675	851	1013	2100	162	19%	5,31
1675	1264	1263	956	576	2100	-380	-40%	13,73
1675	1264	1243	53	0	591	-53	-100%	10,30
1325	1264	1263	102	591	535	489	479%	26,27
1325	1264	1243	107	92	498	-15	-14%	1,50
1325	1264	1675	145	100	423	-45	-31%	4,07
1218	1219	1221	624	526	885	-98	-16%	4,09
1218	1219	1220	162	0	260	-162	-100%	18,00
1615	1219	1218	349	106	636	-243	-70%	16,11
1615	1219	1221	330	307	599	-23	-7%	1,29
1615	1219	1220	1472	1342	2832	-130	-9%	3,47
1221	1219	1218	1363	1713	2655	350	26%	8,92
1221	1219	1615	220	0	252	-220	-100%	20,98
1680	1254	1241	133	0	157	-133	-100%	16,31
1680	1254	1263	581	642	2250	61	10%	2,47
1263	1254	1680	894	759	1286	-135	-15%	4,70
1263	1254	1241	308	431	559	123	40%	6,40
1262	1254	1680	44	96	87	52	118%	6,22
1262	1254	1241	705	797	780	92	13%	3,36
1262	1254	1263	298	258	268	-40	-13%	2,40
1176	1179	1180	92	0	664	-92	-100%	13,56
1176	1179	1182	221	5	2295	-216	-98%	20,32
1178	1179	1180	1165	1226	2581	61	5%	1,76
1178	1179	1182	136	143	489	7	5%	0,59
1226	1224	1223	103	0	244	-103	-100%	14,35
1226	1224	1721	319	244	539	-75	-24%	4,47
1705	1225	1224	908	931	1500	23	3%	0,76
1705	1225	1227	41	0	237	-41	-100%	9,06
1225	1224	1721	81	126	1274	45	56%	4,42
1722	1225	1224	127	28	477	-99	-78%	11,25
1722	1225	1227	1589	1255	2761	-334	-21%	8,86
1337	1334	1976	1546	1801	1787	255	16%	6,23
1337	1334	1932	376	318	299	-58	-15%	3,11
1358	1334	1976	204	26	22	-178	-87%	16,60
1358	1334	1932	2085	2165	1895	80	4%	1,74

Nodo A	Nodo B	Nodo C	Flujo Observado (veq/hr)	Flujo Modelado (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Diferencia (veq/hr)	Diferencia Porcentual	GEH
1638	1165	1641	722	679	1491	-43	-6%	1,62
1165	1639	1063	323	0	3600	-323	-100%	25,42
1169	1168	1619	33	0	251	-33	-100%	8,12
1169	1168	1165	1053	437	1454	-616	-58%	22,57
1167	1168	1619	1080	1299	4075	219	20%	6,35
1166	1167	1169	229	148	1318	-81	-35%	5,90
1167	1168	1165	23	0	364	-23	-100%	6,78
3045	1390	1391	1442	1487	3690	45	3%	1,18
1983	1363	3046	328	343	327	15	5%	0,82
1983	1363	1390	618	756	759	138	22%	5,27
1387	1363	3046	1561	1278	2460	-283	-18%	7,51
1417	1416	1315	341	276	404	-65	-19%	3,70
1417	1416	1415	966	924	1860	-42	-4%	1,37
1315	1416	1415	1028	912	1695	-116	-11%	3,72
1420	1416	1315	66	108	65	42	64%	4,50
1420	1416	1415	59	100	60	41	69%	4,60
1175	1176	1179	215	13	2090	-202	-94%	18,92
1175	1176	1174	117	9	839	-108	-92%	13,61
1177	1176	1179	74	96	273	22	30%	2,39
1177	1176	1174	391	763	1155	372	95%	15,49
1295	1294	0	2112	1605	6603	-507	-24%	11,76
3083	1255	0	858	330	3600	-528	-62%	21,66
1214	1213	1212	259	337	1856	78	30%	4,52
1212	1213	1214	723	340	1810	-383	-53%	16,61
1212	1213	1216	108	40	626	-68	-63%	7,90
1192	1213	1214	211	123	626	-88	-42%	6,81
1192	1213	1216	204	60	1304	-144	-71%	12,53
1192	1213	1212	30	0	530	-30	-100%	7,75
1235	1236	1186	152	47	456	-105	-69%	10,53
1235	1236	1267	426	513	1050	87	20%	4,02
1245	1236	1186	1477	1222	4483	-255	-17%	6,94
1245	1236	1267	107	121	765	14	13%	1,31
1700	1705	1225	146	131	691	-15	-10%	1,27
1700	1705	1707	196	122	196	-74	-38%	5,87
1700	1705	1706	1182	734	2236	-448	-38%	14,47
1707	1705	1225	760	730	916	-30	-4%	1,10
1707	1705	1700	175	101	162	-74	-42%	6,30
1707	1705	1706	244	317	349	73	30%	4,36
1720	1706	1705	888	934	3458	46	5%	1,52
1720	1706	1707	103	122	1121	19	18%	1,79
1773	1774	1840	312	171	201	-141	-45%	9,07
1773	1774	1775	1097	1611	1509	514	47%	13,97
5101	1774	1840	1210	1465	2519	255	21%	6,97
5101	1774	1775	189	1	287	-188	-99%	19,29
1323	1318	1271	119	1	704	-118	-99%	15,23
1323	1318	1326	984	384	1620	-600	-61%	22,94
1319	1318	1271	1616	1409	2577	-207	-13%	5,32
1319	1318	1326	84	31	376	-53	-63%	6,99
1370	1364	1362	200	171	502	-29	-15%	2,13
1370	1364	1379	1472	996	1868	-476	-32%	13,55
1365	1364	1362	1263	1398	1566	135	11%	3,70

Nodo A	Nodo B	Nodo C	Flujo Observado (veq/hr)	Flujo Modelado (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Diferencia (veq/hr)	Diferencia Porcentual	GEH
1365	1364	1379	192	336	356	144	75%	8,86
1950	1945	1946	176	0	535	-176	-100%	18,76
1950	1945	1940	531	501	1230	-30	-6%	1,32
1941	1946	1951	745	465	1170	-280	-38%	11,38
1941	1946	1366	102	1	468	-101	-99%	14,07
1945	1946	1951	223	231	1520	8	4%	0,53
1965	1945	1946	1606	1624	2692	18	1%	0,45
1965	1945	1940	148	328	640	180	122%	11,67
1136	1257	1258	1093	1083	2281	-10	-1%	0,30
1136	1257	1281	460	887	840	427	93%	16,45
1246	1257	1258	200	126	396	-74	-37%	5,80
1246	1257	1281	1804	1833	4068	29	2%	0,68
1115	1125	1122	386	349	292	-37	-10%	1,93
1115	1125	1128	1518	1665	1483	147	10%	3,68
1115	1125	1131	13	0	25	-13	-100%	5,10
1122	1125	1128	126	0	157	-126	-100%	15,87
1122	1125	1131	36	0	180	-36	-100%	8,49
1131	1125	1122	146	28	430	-118	-81%	12,65
1131	1125	1128	50	52	374	2	4%	0,28
1237	1118	1115	678	435	1972	-243	-36%	10,30
1237	1118	1114	516	950	1008	434	84%	16,03
1122	1118	1115	23	0	236	-23	-100%	6,78
1122	1118	1114	825	1044	1440	219	27%	7,16
3099	1144	3097	1429	795	2010	-634	-44%	19,01
1637	1145	3100	131	0	516	-131	-100%	16,19

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO Nº A-2: FLUJO TOTAL POR ARCO DE LA RED PERIODO PUNTA MEDIODÍA

Nodo A	Nodo B	Nodo C	Flujo Observado (veq/hr)	Flujo Modelado (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Diferencia (veq/hr)	Diferencia Porcentual	GEH
1089	1095	1070	305	325	255	20	7%	1,13
1089	1095	2507	872	904	812	32	4%	1,07
1089	1095	6037	52	5	4	-47	-90%	8,80
1070	1095	6037	1088	1401	2070	313	29%	8,87
2508	1095	1070	710	1126	2070	416	59%	13,73
2508	2506	2507	509	586	572	77	15%	3,29
1149	1237	1118	169	107	209	-62	-37%	5,28
1149	1237	1248	875	1593	1684	718	82%	20,44
1238	1237	1118	495	530	512	35	7%	1,55
1238	1237	1149	244	232	224	-12	-5%	0,78
1238	1237	1248	79	90	71	11	14%	1,20
1248	1237	1118	107	235	367	128	120%	9,79
1248	1237	1149	1016	1818	2582	802	79%	21,31
1128	1129	1130	529	307	988	-222	-42%	10,86
1128	1129	1134	1152	1345	4012	193	17%	5,46
1135	1130	0	1231	1589	3024	358	29%	9,53
1135	1136	0	1117	737	835	-380	-34%	12,48
1128	1129	1133	124	0	544	-124	-100%	15,75
1246	1247	1250	434	371	355	-63	-15%	3,14
1246	1247	3083	115	197	245	82	71%	6,57
3085	1247	1250	203	678	822	475	234%	22,63
3085	1247	3083	795	630	1299	-165	-21%	6,18
1250	1247	1246	199	353	330	154	77%	9,27
1250	1247	3083	190	4	264	-186	-98%	18,89
3053	1313	3049	1007	1475	1407	468	46%	13,28
1302	1313	1314	177	313	480	136	77%	8,69
1309	1312	3052	55	3	1	-52	-95%	9,66
1312	1313	1314	503	828	655	325	65%	12,60
1312	1313	3049	614	78	350	-536	-87%	28,82
3050	1312	3052	1496	1703	1407	207	14%	5,18
1313	1312	3052	552	932	1091	380	69%	13,95
1314	1313	3049	437	836	838	399	91%	15,82
1379	1381	1970	308	39	1341	-269	-87%	20,42
1379	1381	1362	169	41	556	-128	-76%	12,49
1382	1381	1970	121	226	537	105	87%	7,97
1382	1381	1362	1456	1942	2666	486	33%	11,79
1226	1227	1614	87	59	139	-28	-32%	3,28
1226	1227	1700	653	349	1760	-304	-47%	13,58
1700	1227	1226	961	355	1013	-606	-63%	23,62
1700	1227	1614	103	151	135	48	47%	4,26
1225	1227	1226	160	0	75	-160	-100%	17,89
1225	1227	1614	1004	1195	2069	191	19%	5,76
1225	1227	1700	218	9	232	-209	-96%	19,62
1930	1351	1350	310	-17	632	-327	-105%	27,02
1930	1351	1356	27	0	505	-27	-100%	7,35
1931	1351	1356	347	593	1745	246	71%	11,35
1350	1351	1930	460	221	609	-239	-52%	12,95
1350	1351	1931	86	20	302	-66	-77%	9,07
1356	1351	1931	907	653	1849	-254	-28%	9,09
1356	1351	1350	76	0	392	-76	-100%	12,33

Nodo A	Nodo B	Nodo C	Flujo Observado (veq/hr)	Flujo Modelado (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Diferencia (veq/hr)	Diferencia Porcentual	GEH
1871	1870	1873	563	-93	609	-656	-117%	42,79
1805	1875	1871	995	649	900	-346	-35%	12,07
1875	1871	1770	663	513	1440	-150	-23%	6,19
1872	1875	1805	127	252	560	125	98%	9,08
1872	1875	1871	983	777	609	-206	-21%	6,94
5105	1870	1871	398	324	348	-74	-19%	3,89
5105	1870	1873	32	487	442	455	1422%	28,25
1770	1871	1875	160	313	250	153	96%	9,95
1770	1871	1870	346	142	330	-204	-59%	13,06
1871	1870	5105	1098	868	900	-230	-21%	7,34
1723	1725	1730	413	200	1520	-213	-52%	12,17
1730	1725	1723	326	745	1520	419	129%	18,11
1730	1725	1726	99	0	334	-99	-100%	14,07
1728	1725	1723	63	133	700	70	111%	7,07
1728	1725	1726	317	493	1618	176	56%	8,75
1728	1725	1730	58	0	465	-58	-100%	10,77
1915	1775	1774	144	1	661	-143	-99%	16,79
1915	1775	5100	948	1007	1467	59	6%	1,89
1915	1775	1903	63	52	272	-11	-17%	1,45
1774	1775	1903	447	925	760	478	107%	18,25
1903	1775	1774	554	402	1760	-152	-27%	6,95
1903	1775	5100	263	522	704	259	98%	13,07
1270	1271	1272	1138	1208	1147	70	6%	2,04
1270	1271	1856	299	189	171	-110	-37%	7,04
1318	1271	1272	396	389	750	-7	-2%	0,35
1318	1271	1856	1237	1094	2529	-143	-12%	4,19
1232	1233	1234	769	824	1147	55	7%	1,95
1232	1233	1242	202	354	453	152	75%	9,12
1181	1233	1234	196	459	448	263	134%	14,53
1181	1233	1242	1364	2209	2087	845	62%	19,99
1263	1324	1989	205	108	442	-97	-47%	7,75
1263	1324	1273	1476	2033	3061	557	38%	13,30
1325	1324	1989	228	407	1032	179	79%	10,05
1325	1324	1273	164	46	327	-118	-72%	11,52
1195	1183	1180	204	11	456	-193	-95%	18,61
1195	1183	1182	1565	1568	3226	3	0%	0,08
1190	1183	1180	570	591	555	21	4%	0,87
1190	1183	1182	176	502	457	326	185%	17,71
1990	1306	1323	929	993	2066	64	7%	2,06
1990	1306	1307	256	28	353	-228	-89%	19,13
1632	1306	1323	457	368	302	-89	-19%	4,38
1632	1306	1307	1414	2171	1842	757	54%	17,88
1267	1268	1245	362	319	267	-43	-12%	2,33
1267	1268	1857	1408	1659	1507	251	18%	6,41
1620	1268	1245	823	171	2160	-652	-79%	29,25
1620	1268	1267	163	0	532	-163	-100%	18,06
1620	1268	1857	148	0	578	-148	-100%	17,20
1857	1268	1267	952	1305	1840	353	37%	10,51
1770	1771	1825	181	0	260	-181	-100%	19,03
1770	1771	1835	555	911	1060	356	64%	13,15
5103	1771	1825	715	159	944	-556	-78%	26,60

Nodo A	Nodo B	Nodo C	Flujo Observado (veq/hr)	Flujo Modelado (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Diferencia (veq/hr)	Diferencia Porcentual	GEH
5103	1771	1770	31	88	399	57	184%	7,39
5103	1771	1835	57	92	436	35	61%	4,05
1835	1771	1825	55	59	111	4	7%	0,53
1835	1771	1770	476	393	731	-83	-17%	3,98
1330	1343	1928	483	645	1419	162	34%	6,82
1330	1343	1923	308	638	544	330	107%	15,17
1328	1343	1928	145	0	79	-145	-100%	17,03
1328	1343	1923	1336	1010	1920	-326	-24%	9,52
1830	1772	5102	776	1070	1380	294	38%	9,68
1830	1772	1773	76	20	192	-56	-74%	8,08
1835	1772	1830	62	70	66	8	13%	0,98
1835	1772	1773	588	1014	849	426	72%	15,05
5102	1772	1830	731	679	1269	-52	-7%	1,96
5102	1772	1835	39	107	286	68	174%	7,96
1773	1772	1835	551	343	801	-208	-38%	9,84
1773	1772	5102	58	106	294	48	83%	5,30
1263	1264	1243	54	4	942	-50	-93%	9,28
1263	1264	1675	1012	1334	2160	322	32%	9,40
1675	1264	1263	590	70	2146	-520	-88%	28,63
1675	1264	1243	35	12	795	-23	-66%	4,74
1325	1264	1263	81	218	180	137	169%	11,20
1325	1264	1243	167	633	525	466	279%	23,30
1325	1264	1675	171	292	242	121	71%	7,95
1218	1219	1221	699	217	855	-482	-69%	22,52
1218	1219	1220	238	0	454	-238	-100%	21,82
1615	1219	1218	304	335	612	31	10%	1,73
1615	1219	1221	236	529	665	293	124%	14,98
1615	1219	1220	1070	1224	2451	154	14%	4,55
1221	1219	1218	1010	275	2321	-735	-73%	29,00
1221	1219	1615	218	214	684	-4	-2%	0,27
1680	1254	1241	201	76	215	-125	-62%	10,62
1680	1254	1263	717	847	1710	130	18%	4,65
1263	1254	1680	545	370	900	-175	-32%	8,18
1263	1254	1241	207	127	291	-80	-39%	6,19
1262	1254	1680	45	74	76	29	64%	3,76
1262	1254	1241	1172	1114	1307	-58	-5%	1,72
1262	1254	1263	390	398	631	8	2%	0,40
1176	1179	1180	155	0	381	-155	-100%	17,61
1176	1179	1182	536	317	1620	-219	-41%	10,60
1178	1179	1180	1459	1304	3210	-155	-11%	4,17
1178	1179	1182	244	27	544	-217	-89%	18,64
1226	1224	1223	392	0	34	-392	-100%	28,00
1226	1224	1721	191	648	663	457	239%	22,31
1705	1225	1224	846	288	517	-558	-66%	23,43
1705	1225	1227	52	409	400	357	687%	23,51
1225	1224	1721	56	254	1565	198	354%	15,90
1722	1225	1224	98	3	768	-95	-97%	13,37
1722	1225	1227	1902	795	3417	-1107	-58%	30,15
1976	1334	1337	666	306	608	-360	-54%	16,33
1337	1334	1976	411	98	608	-313	-76%	19,62
1337	1334	1932	218	0	364	-218	-100%	20,88

Nodo A	Nodo B	Nodo C	Flujo Observado (veq/hr)	Flujo Modelado (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Diferencia (veq/hr)	Diferencia Porcentual	GEH
1358	1334	1976	181	142	97	-39	-22%	3,07
1358	1334	1932	1807	2094	1519	287	16%	6,50
1358	1334	1337	112	101	69	-11	-10%	1,07
1638	1165	1641	613	693	1226	80	13%	3,13
1165	1639	1063	350	0	404	-350	-100%	26,46
1169	1168	1619	23	0	215	-23	-100%	6,78
1169	1168	1165	717	195	1126	-522	-73%	24,44
1167	1168	1619	747	1171	3628	424	57%	13,69
1166	1167	1169	406	172	1372	-234	-58%	13,76
1167	1168	1165	28	0	226	-28	-100%	7,48
3045	1390	1391	1142	1385	3780	243	21%	6,84
1983	1363	3046	446	338	293	-108	-24%	5,45
1983	1363	1390	421	683	753	262	62%	11,15
1387	1363	3046	1303	1665	2520	362	28%	9,40
1417	1416	1315	580	721	720	141	24%	5,53
1417	1416	1415	880	948	1035	68	8%	2,25
1315	1416	1415	875	1328	1260	453	52%	13,65
1420	1416	1315	55	95	78	40	73%	4,62
1420	1416	1415	49	25	25	-24	-49%	3,95
1175	1176	1179	587	386	1309	-201	-34%	9,11
1175	1176	1174	123	652	840	529	430%	26,87
1177	1176	1179	97	22	420	-75	-77%	9,72
1177	1176	1174	267	343	1237	76	28%	4,35
1295	1294	0	1309	1876	2733	567	43%	14,21
1294	1295	0	904	1542	3375	638	71%	18,24
3083	1255	0	1231	831	3600	-400	-32%	12,46
1214	1213	1216	10	0	669	-10	-100%	4,47
1214	1213	1212	606	277	1664	-329	-54%	15,66
1212	1213	1214	369	69	370	-300	-81%	20,27
1212	1213	1216	148	1	552	-147	-99%	17,03
1192	1213	1214	201	288	646	87	43%	5,56
1192	1213	1216	305	279	1190	-26	-9%	1,52
1192	1213	1212	49	0	394	-49	-100%	9,90
1235	1236	1186	265	320	268	55	21%	3,22
1235	1236	1267	773	911	743	138	18%	4,76
1245	1236	1186	1639	1461	2048	-178	-11%	4,52
1245	1236	1267	189	190	156	1	1%	0,07
1700	1705	1225	334	74	567	-260	-78%	18,20
1700	1705	1707	272	282	261	10	4%	0,60
1700	1705	1706	1039	936	2310	-103	-10%	3,28
1707	1705	1225	518	547	1046	29	6%	1,26
1707	1705	1700	158	22	166	-136	-86%	14,34
1707	1705	1706	223	178	310	-45	-20%	3,18
1720	1706	1705	772	1009	3227	237	31%	7,94
1720	1706	1707	139	341	1216	202	145%	13,04
1773	1774	1840	269	201	162	-68	-25%	4,44
1773	1774	1775	396	833	678	437	110%	17,63
5101	1774	1840	1140	1427	2118	287	25%	8,01
5101	1774	1773	78	46	212	-32	-41%	4,06
5101	1774	1775	128	92	274	-36	-28%	3,43
1775	1774	1773	699	403	880	-296	-42%	12,61

Nodo A	Nodo B	Nodo C	Flujo Observado (veq/hr)	Flujo Modelado (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Diferencia (veq/hr)	Diferencia Porcentual	GEH
1323	1318	1271	221	39	567	-182	-82%	15,96
1323	1318	1326	1200	1038	1305	-162	-14%	4,84
1319	1318	1271	1342	1444	2664	102	8%	2,73
1319	1318	1326	182	242	561	60	33%	4,12
1370	1364	1362	237	394	469	157	66%	8,84
1370	1364	1379	1463	1761	1921	298	20%	7,42
1365	1364	1362	734	886	1057	152	21%	5,34
1365	1364	1379	232	334	333	102	44%	6,06
1950	1945	1946	229	0	521	-229	-100%	21,40
1950	1945	1940	699	666	1198	-33	-5%	1,26
1941	1946	1951	659	236	1140	-423	-64%	20,00
1941	1946	1366	155	37	456	-118	-76%	12,04
1945	1946	1951	160	6	1536	-154	-96%	16,90
1965	1945	1946	1355	925	2831	-430	-32%	12,74
1965	1945	1940	145	193	665	48	33%	3,69
1136	1257	1246	225	533	372	308	137%	15,82
1136	1257	1258	1234	1137	1008	-97	-8%	2,82
1136	1257	1281	343	311	353	-32	-9%	1,77
1246	1257	1281	865	1534	1283	669	77%	19,32
1281	1257	1246	1181	1572	2335	391	33%	10,54
1281	1257	1258	204	160	233	-44	-22%	3,26
1115	1125	1122	323	452	546	129	40%	6,55
1115	1125	1128	1368	1052	1450	-316	-23%	9,08
1115	1125	1131	14	1	178	-13	-93%	4,75
1122	1125	1128	123	51	156	-72	-59%	7,72
1122	1125	1131	48	0	137	-48	-100%	9,80
1131	1125	1122	161	0	449	-161	-100%	17,94
1131	1125	1128	83	1	360	-82	-99%	12,65
1237	1118	1115	477	361	1374	-116	-24%	5,67
1237	1118	1114	435	511	655	76	17%	3,49
1122	1118	1115	60	0	696	-60	-100%	10,95
1122	1118	1114	800	499	2090	-301	-38%	11,81
3099	1144	3097	1419	765	1658	-654	-46%	19,79
1637	1145	3100	125	0	524	-125	-100%	15,81
1637	1145	1144	221	62	236	-159	-72%	13,37
3098	1145	3100	1121	368	2180	-753	-67%	27,60

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO Nº A-3: FLUJO TOTAL POR ARCO DE LA RED PERIODO PUNTA TARDE

Nodo A	Nodo B	Nodo C	Flujo Observado (veq/hr)	Flujo Modelado (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Diferencia (veq/hr)	Diferencia Porcentual	GEH
1089	1095	1070	154	100	104	-54	-35%	4,79
1089	1095	2507	1234	737	778	-497	-40%	15,83
1089	1095	6037	43	2	2	-41	-95%	8,64
1070	1095	6037	1413	2195	2280	782	55%	18,41
2508	1095	1070	984	2046	2280	1062	108%	27,28
2508	2506	2507	661	498	1800	-163	-25%	6,77
1238	1237	1118	644	880	880	236	37%	8,55
1238	1237	1149	518	528	528	10	2%	0,44
1248	1237	1118	175	7	612	-168	-96%	17,61
1248	1237	1149	2402	2024	6922	-378	-16%	8,04
1128	1129	1130	619	641	666	22	4%	0,88
1128	1129	1134	1468	821	3375	-647	-44%	19,12
1135	1130	0	772	567	3150	-205	-27%	7,92
1135	1136	0	1302	478	1162	-824	-63%	27,62
1128	1129	1133	95	0	662	-95	-100%	13,78
1246	1247	1250	593	418	418	-175	-30%	7,78
1246	1247	3083	66	10	10	-56	-85%	9,08
3085	1247	1250	188	669	719	481	256%	23,24
3085	1247	3083	1307	746	971	-561	-43%	17,51
1250	1247	1246	244	145	405	-99	-41%	7,10
1250	1247	3083	110	3	526	-107	-97%	14,24
3053	1313	3049	1135	1411	1440	276	24%	7,74
1302	1313	1314	353	567	576	214	61%	9,98
1309	1312	3052	27	2	2	-25	-93%	6,57
1312	1313	1314	531	750	750	219	41%	8,65
1312	1313	3049	600	246	386	-354	-59%	17,21
3050	1312	3052	1113	1064	1440	-49	-4%	1,49
1313	1312	3052	582	585	826	3	1%	0,12
1314	1313	3049	921	768	768	-153	-17%	5,26
1379	1381	1970	386	208	1128	-178	-46%	10,33
1379	1381	1362	186	10	377	-176	-95%	17,78
1382	1381	1970	70	44	450	-26	-37%	3,44
1382	1381	1362	1679	1830	3280	151	9%	3,60
1226	1227	1614	86	49	157	-37	-43%	4,50
1226	1227	1700	924	791	1620	-133	-14%	4,54
1700	1227	1226	777	422	1140	-355	-46%	14,50
1700	1227	1614	98	85	456	-13	-13%	1,36
1225	1227	1226	145	1	237	-144	-99%	16,85
1225	1227	1614	1045	1765	2609	720	69%	19,21
1225	1227	1700	206	138	696	-68	-33%	5,18
1930	1351	1931	259	192	318	-67	-26%	4,46
1930	1351	1350	1434	960	1341	-474	-33%	13,70
1356	1351	1931	1278	1291	3071	13	1%	0,36
1356	1351	1350	113	168	485	55	49%	4,64
1871	1870	1873	1140	533	609	-607	-53%	20,99
1805	1875	1871	743	566	750	-177	-24%	6,92
5105	1870	1871	437	252	333	-185	-42%	9,97
5105	1870	1873	63	333	346	270	429%	19,19
1770	1871	1875	201	408	408	207	103%	11,86
1770	1871	1870	882	656	720	-226	-26%	8,15

Nodo A	Nodo B	Nodo C	Flujo Observado (veq/hr)	Flujo Modelado (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Diferencia (veq/hr)	Diferencia Porcentual	GEH
1871	1870	5105	485	634	750	149	31%	6,30
1871	1875	1872	55	430	445	375	682%	24,08
1723	1725	1730	659	243	1140	-416	-63%	19,59
1730	1725	1723	361	109	1140	-252	-70%	16,44
1730	1725	1726	98	0	412	-98	-100%	14,00
1728	1725	1723	134	737	1025	603	450%	28,90
1728	1725	1726	621	687	1361	66	11%	2,58
1728	1725	1730	138	9	338	-129	-93%	15,05
1915	1775	1774	272	20	880	-252	-93%	20,86
1915	1775	5100	1321	828	2025	-493	-37%	15,04
1903	1775	1774	1167	827	1591	-340	-29%	10,77
1903	1775	5100	288	610	878	322	112%	15,20
1270	1271	1272	1244	1042	1131	-202	-16%	5,97
1270	1271	1856	297	80	88	-217	-73%	15,81
1318	1271	1272	268	268	574	0	0%	0,00
1318	1271	1856	1805	1763	2892	-42	-2%	0,99
1232	1233	1234	794	998	1465	204	26%	6,82
1232	1233	1242	192	299	463	107	56%	6,83
1181	1233	1234	213	379	379	166	78%	9,65
1181	1233	1242	1558	1850	1859	292	19%	7,07
1263	1324	1989	184	279	530	95	52%	6,24
1263	1324	1273	1457	2083	3123	626	43%	14,88
1325	1324	1989	167	378	684	211	126%	12,78
1325	1324	1273	120	295	409	175	146%	12,15
1195	1183	1180	128	36	183	-92	-72%	10,16
1195	1183	1182	1503	2126	2700	623	41%	14,63
1190	1183	1180	417	631	1375	214	51%	9,35
1190	1183	1182	160	136	453	-24	-15%	1,97
1990	1306	1307	166	9	407	-157	-95%	16,78
1990	1306	1323	1107	1033	2599	-74	-7%	2,26
1632	1306	1323	526	57	106	-469	-89%	27,47
1632	1306	1307	1449	2136	2320	687	47%	16,23
1267	1268	1245	265	245	399	-20	-8%	1,25
1267	1268	1857	1270	1360	1857	90	7%	2,48
1620	1268	1245	671	848	1659	177	26%	6,42
1620	1268	1267	88	103	311	15	17%	1,53
1620	1268	1857	92	14	251	-78	-85%	10,71
1857	1268	1267	836	1009	2160	173	21%	5,70
5103	1771	1825	612	508	1398	-104	-17%	4,39
5103	1771	1770	35	1	357	-34	-97%	8,01
1835	1771	1770	1118	770	1772	-348	-31%	11,33
1835	1771	1825	284	94	494	-190	-67%	13,82
1330	1343	1928	568	1135	2217	567	100%	19,43
1330	1343	1923	259	63	341	-196	-76%	15,45
1328	1343	1928	125	1	47	-124	-99%	15,62
1328	1343	1923	1597	1648	1829	51	3%	1,27
1830	1772	5102	1043	716	1320	-327	-31%	11,03
5102	1772	1830	739	598	1206	-141	-19%	5,45
5102	1772	1835	70	93	290	23	33%	2,55
1773	1772	1830	144	384	661	240	167%	14,77
1773	1772	1835	1314	725	1482	-589	-45%	18,45

Nodo A	Nodo B	Nodo C	Flujo Observado (veq/hr)	Flujo Modelado (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Diferencia (veq/hr)	Diferencia Porcentual	GEH
1773	1772	5102	70	2	286	-68	-97%	11,33
1263	1264	1243	38	0	996	-38	-100%	8,72
1263	1264	1675	1283	784	2310	-499	-39%	15,52
1675	1264	1263	541	71	2309	-470	-87%	26,87
1675	1264	1243	28	1	861	-27	-96%	7,09
1325	1264	1263	73	0	398	-73	-100%	12,08
1325	1264	1243	143	52	824	-91	-64%	9,22
1325	1264	1675	192	157	408	-35	-18%	2,65
1218	1219	1221	1033	687	990	-346	-33%	11,80
1218	1219	1220	240	0	201	-240	-100%	21,91
1615	1219	1218	226	94	552	-132	-58%	10,44
1615	1219	1221	273	185	331	-88	-32%	5,82
1615	1219	1220	827	1812	2551	985	119%	27,12
1221	1219	1218	665	402	2592	-263	-40%	11,39
1221	1219	1615	152	302	792	150	99%	9,96
1680	1254	1241	219	6	157	-213	-97%	20,08
1680	1254	1263	819	372	1470	-447	-55%	18,32
1263	1254	1680	482	74	986	-408	-85%	24,47
1263	1254	1241	234	3	340	-231	-99%	21,22
1262	1254	1680	30	4	30	-26	-87%	6,31
1262	1254	1241	1396	1637	2119	241	17%	6,19
1262	1254	1263	412	389	764	-23	-6%	1,15
1176	1179	1180	121	143	444	22	18%	1,91
1176	1179	1182	683	607	1683	-76	-11%	2,99
1178	1179	1180	1701	1365	3137	-336	-20%	8,58
1178	1179	1182	289	46	506	-243	-84%	18,78
1226	1224	1223	66	0	451	-66	-100%	11,49
1226	1224	1721	274	132	629	-142	-52%	9,97
1705	1225	1224	495	538	750	43	9%	1,89
1705	1225	1227	72	0	85	-72	-100%	12,00
1225	1224	1721	83	396	1565	313	377%	20,23
1722	1225	1224	128	109	642	-19	-15%	1,75
1722	1225	1227	1860	1905	3789	45	2%	1,04
1976	1334	1932	215	417	561	202	94%	11,36
1976	1334	1337	1439	1142	1290	-297	-21%	8,27
1358	1334	1932	1958	1741	1819	-217	-11%	5,05
1358	1334	1337	366	201	217	-165	-45%	9,80
1638	1165	1641	318	372	2028	54	17%	2,91
1165	1639	1063	245	5	3600	-240	-98%	21,47
1169	1168	1619	17	0	257	-17	-100%	5,83
1169	1168	1165	373	96	1227	-277	-74%	18,09
1167	1168	1619	923	1045	3993	122	13%	3,89
1166	1167	1169	338	165	1358	-173	-51%	10,91
1167	1168	1165	19	0	211	-19	-100%	6,16
3045	1390	1391	1471	2102	3650	631	43%	14,93
1983	1363	3046	429	8	432	-421	-98%	28,48
1983	1363	1390	359	884	1110	525	146%	21,06
1387	1363	3046	1152	1257	2190	105	9%	3,03
1417	1416	1315	735	417	417	-318	-43%	13,25
1417	1416	1415	987	1342	1920	355	36%	10,40
1315	1416	1415	1114	1113	1409	-1	0%	0,03

Nodo A	Nodo B	Nodo C	Flujo Observado (veq/hr)	Flujo Modelado (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Diferencia (veq/hr)	Diferencia Porcentual	GEH
1420	1416	1315	191	253	253	62	32%	4,16
1420	1416	1415	31	7	7	-24	-77%	5,51
1175	1176	1179	721	771	1236	50	7%	1,83
1175	1176	1174	116	693	820	577	497%	28,69
1177	1176	1179	156	22	373	-134	-86%	14,20
1177	1176	1174	264	426	1235	162	61%	8,72
1294	1295	0	1979	2509	5400	530	27%	11,19
3083	1255	0	1460	759	4000	-701	-48%	21,05
1214	1213	1216	20	0	194	-20	-100%	6,32
1214	1213	1212	1187	1370	1680	183	15%	5,12
1212	1213	1214	374	330	1660	-44	-12%	2,35
1212	1213	1216	127	16	547	-111	-87%	13,13
1192	1213	1214	153	56	472	-97	-63%	9,49
1192	1213	1216	360	590	1555	230	64%	10,55
1192	1213	1212	58	0	389	-58	-100%	10,77
1235	1236	1186	229	234	652	5	2%	0,33
1235	1236	1267	860	1150	1500	290	34%	9,15
1245	1236	1186	1653	1974	2692	321	19%	7,54
1245	1236	1267	164	255	432	91	55%	6,29
1700	1705	1225	140	182	675	42	30%	3,31
1700	1705	1707	401	170	196	-231	-58%	13,67
1700	1705	1706	1010	821	2176	-189	-19%	6,25
1707	1705	1225	392	336	1258	-56	-14%	2,94
1707	1705	1700	172	3	252	-169	-98%	18,07
1707	1705	1706	136	116	374	-20	-15%	1,78
1720	1706	1705	700	900	3252	200	29%	7,07
1720	1706	1707	155	279	1204	124	80%	8,42
5101	1774	1840	1095	817	2702	-278	-25%	8,99
5101	1774	1773	123	272	727	149	121%	10,60
1775	1774	1840	94	4	152	-90	-96%	12,86
1775	1774	1773	1359	842	1250	-517	-38%	15,58
1323	1318	1271	194	226	769	32	16%	2,21
1323	1318	1326	1556	974	1770	-582	-37%	16,36
1319	1318	1271	1379	1808	2264	429	31%	10,75
1319	1318	1326	150	99	209	-51	-34%	4,57
1370	1364	1362	227	320	343	93	41%	5,62
1370	1364	1379	1407	1752	1822	345	25%	8,68
1365	1364	1362	661	560	1510	-101	-15%	4,09
1365	1364	1379	97	135	380	38	39%	3,53
1950	1945	1946	234	4	535	-230	-98%	21,08
1950	1945	1940	932	605	1230	-327	-35%	11,80
1941	1946	1951	622	169	1170	-453	-73%	22,78
1941	1946	1366	143	24	468	-119	-83%	13,02
1945	1946	1951	106	0	1617	-106	-100%	14,56
1965	1945	1946	1006	902	2404	-104	-10%	3,37
1965	1945	1940	201	695	852	494	246%	23,34
1136	1257	1246	280	447	522	167	60%	8,76
1136	1257	1258	1656	1231	1649	-425	-26%	11,19
1281	1257	1246	1556	900	6987	-656	-42%	18,72
1281	1257	1258	212	38	726	-174	-82%	15,56
1115	1125	1122	380	395	654	15	4%	0,76

Nodo A	Nodo B	Nodo C	Flujo Observado (veq/hr)	Flujo Modelado (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Diferencia (veq/hr)	Diferencia Porcentual	GEH
1115	1125	1128	1435	833	1562	-602	-42%	17,88
1115	1125	1131	20	0	270	-20	-100%	6,32
1122	1125	1128	167	21	182	-146	-87%	15,06
1122	1125	1131	67	0	186	-67	-100%	11,58
1131	1125	1122	189	38	360	-151	-80%	14,17
1131	1125	1128	29	0	258	-29	-100%	7,62
1237	1118	1115	466	615	2974	149	32%	6,41
1237	1118	1114	356	274	1153	-82	-23%	4,62
1122	1118	1115	25	0	449	-25	-100%	7,07
1122	1118	1114	430	44	1140	-386	-90%	25,07
3099	1144	3097	1579	1040	2267	-539	-34%	14,89
1637	1145	3100	137	0	504	-137	-100%	16,55
1637	1145	1144	192	3	630	-189	-98%	19,14
3098	1145	3100	1068	525	1563	-543	-51%	19,24

Fuente: Elaboración Propia

4 Etapa 4: Situación Base y Escenarios Tendenciales

4.1 Tarea 15. Tendencias y Proyecciones de Datos

En esta tarea se realiza un análisis de la situación actual y las tendencias y proyecciones de variables Urbanas, de Clima y Riesgos Naturales de la comuna de Providencia, entendiendo que esta es parte del Gran Santiago. En otras palabras, el análisis se realiza para la comuna considerando que las modificaciones en el país (por ejemplo, el PIB) o en la ciudad (aumento de población en ciertas comunas, o inversiones en transporte fuera de Providencia) podrán afectar la movilidad y las variables indicadas anteriormente.

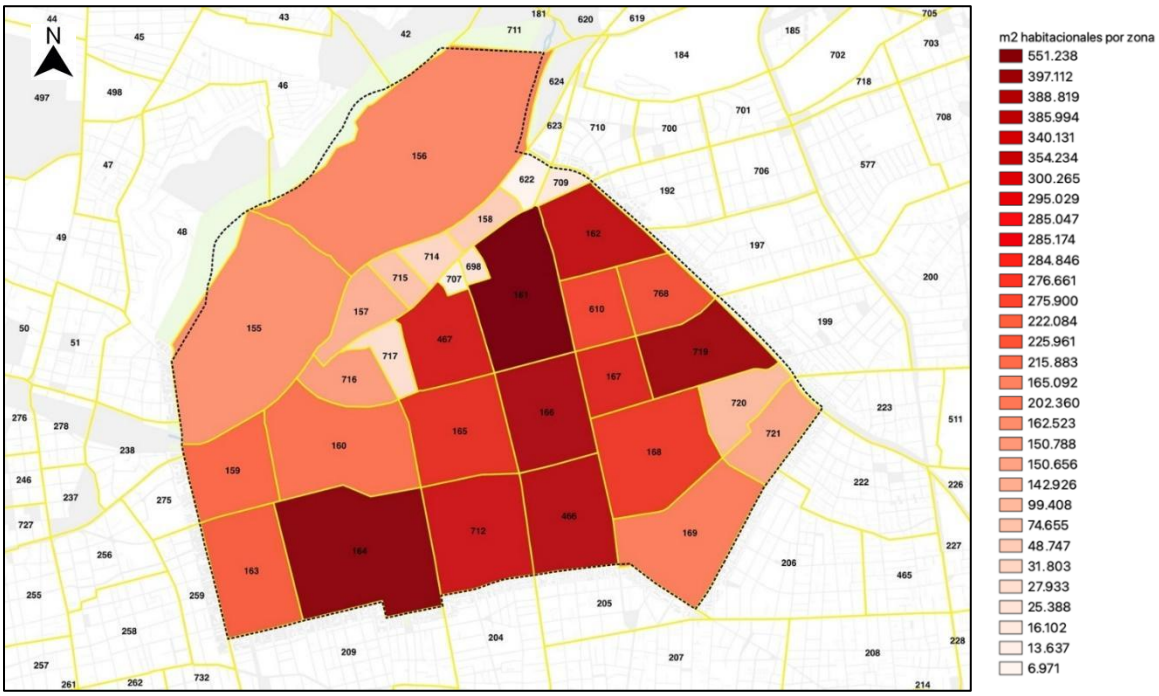
4.1.1 Variables Urbanas

4.1.1.1 Demografía

El Censo 2017 del Instituto Nacional de Estadística (INE) registró en la comuna de Providencia 142.079 personas, 46,2% eran hombres (65.710) y 53,7% mujeres (76.369). El total de viviendas era de 70.965. Comparativamente con información de censos anteriores la población ha ido aumentando sistemáticamente en cada período censado. Con los datos entregados por el INE, es posible estimar que al año 2020 vivían en Providencia casi 158.000 personas, y que en el año 2030 serán más de 170.000 habitantes en la comuna.

A continuación, se desarrolla un análisis demográfico (referido a usos habitacionales) partiendo de la base a las zonas ESTRAUS 2017 (mismo año del censo). Éstas serán las zonas utilizadas para las proyecciones que veremos a continuación y por tanto se consideran las más apropiadas para así dar continuidad a los contenidos del estudio y para generar las proyecciones temporales.

FIGURA Nº 4.1-1: SITUACIÓN M2 HABITACIONALES POR ZONA, ESTRAUS AÑO 2017



Fuente: Elaboración Propia, 2022

La comuna de Providencia está compuesta por 32 zonas ESTRAUS. Dentro de ellas, las zonas 161 y 164 son las que acumulan más m^2 habitacionales con 551.238 m^2 y 397.112 m^2 respectivamente, lo que equivale a aproximadamente 5.512 y 3.971 unidades respectivamente (cálculo en función de tamaño promedio unidades según ESTRAUS)

Por otro lado, las zonas 622 y 627 son las que acumulan menos m^2 habitacionales con 6.971 y 13.637, lo que equivale a 69 y 136 unidades respectivamente (cálculo en función de tamaño promedio unidades según ESTRAUS)

Si consideramos los m^2 totales en la comuna, ESTRAUS consideraba para 2017, 6.403.367 m2 habitacionales ó aproximadamente 64.000 viviendas en la comuna.

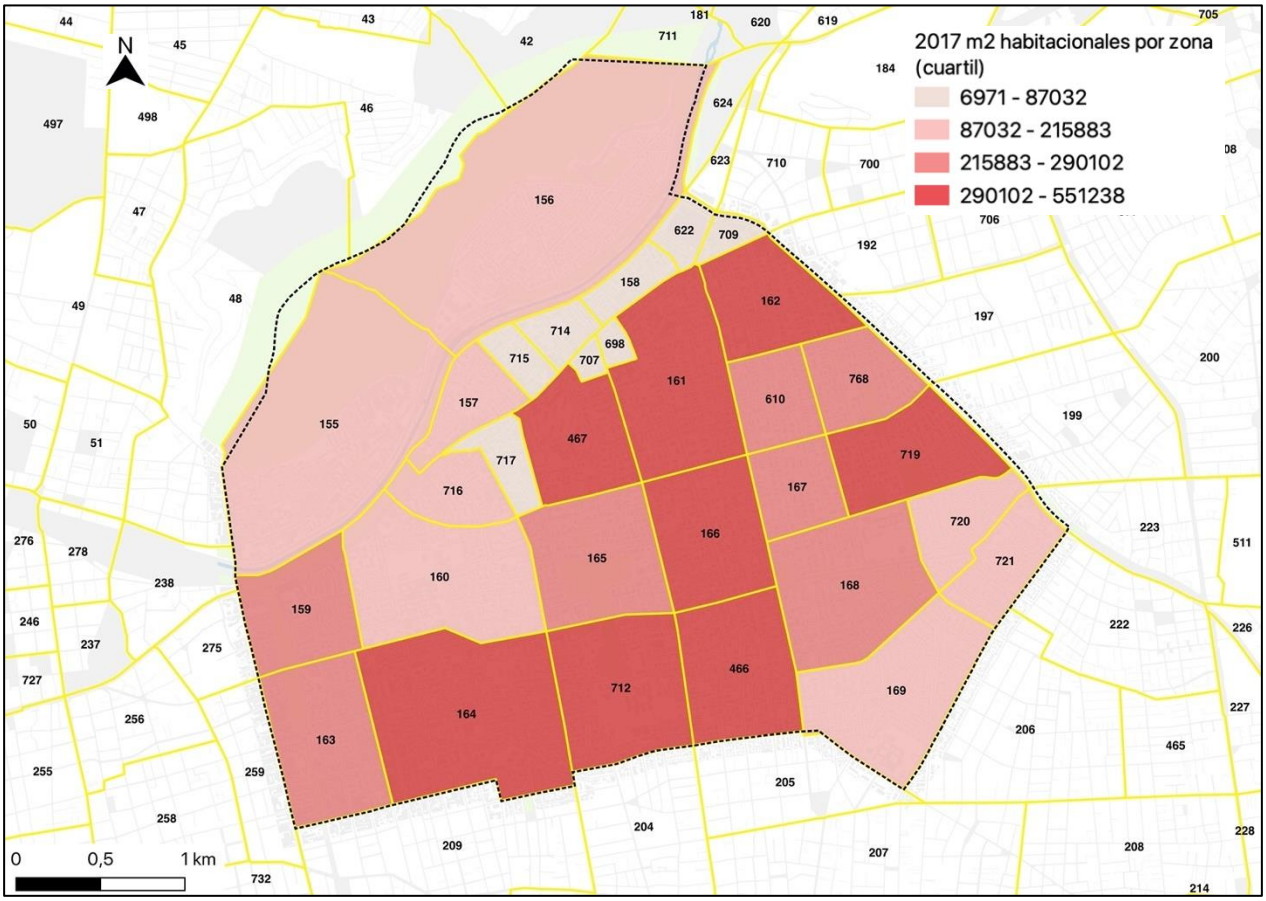
Sin embargo, lo anterior no necesariamente refleja la realidad de la comuna. Las zonas identificadas como las que tienen mayor y menor m^2 habitacionales, no son las que necesariamente se visualizan con una mayor densidad. Esto es especialmente claro para la zona 164 que corresponde al sector Barrio Italia / sector sur oeste de la comuna, área entre Av. Condell y Av. Manuel Montt en el eje poniente-oriente y hacia Av. Francisco Bilbao hacia el norte.

Respecto a las áreas con menos m^2 habitacionales, los números parecen reflejar lo existente. Por ejemplo, la zona 622 (Costanera Center) sí se caracteriza por contener pocos m^2 habitacionales, donde sólo un fragmento hacia el poniente de viviendas que no fueron incorporadas dentro del macrolote del Costanera Center. Se hace necesario, por tanto, "corregir" los datos sacando la relativa en función del área total de la zona para así sacar conclusiones más precisas puesto que el área de cada zona no es homogénea y, por tanto, las conclusiones a esa escala tampoco lo son.

Al mirar los datos para Providencia ponderados según el área de cada zona (m^2 totales habitacionales / área de zona ESTRAUS), se refleja de manera más precisa la realidad de la comuna. En primer lugar, se identifican zonas con alta concentración de m^2 habitacionales en el sector nor-oriente de la comuna y por tanto, con alta densidad habitacional. También es llamativo el alto grado de concentración de m^2 habitacionales en el eje norte-sur entre las avenidas los Leones y Pedro de Valdivia (zonas 161, 166, 466). Esta corresponde a un área altamente consolidada en la actualidad.

Por otro lado, la periferia comunal, cercana a los límites comunales (exceptuando los del nor-oriente) es donde existe menor concentración de m2 habitacionales y, en consecuencia, menos habitantes. Las zonas de Pedro de Valdivia Norte son, luego de la 622 donde está el Costanera Center, las de mayor superficie total pero al mismo tiempo las de menor cantidad de m^2 y unidades construidas.

FIGURA Nº 4.1-2: DENSIDAD HABITACIONAL: M2 HABITACIONALES POR ZONA / M2 POR ZONA, ESTRAUS AÑO 2017

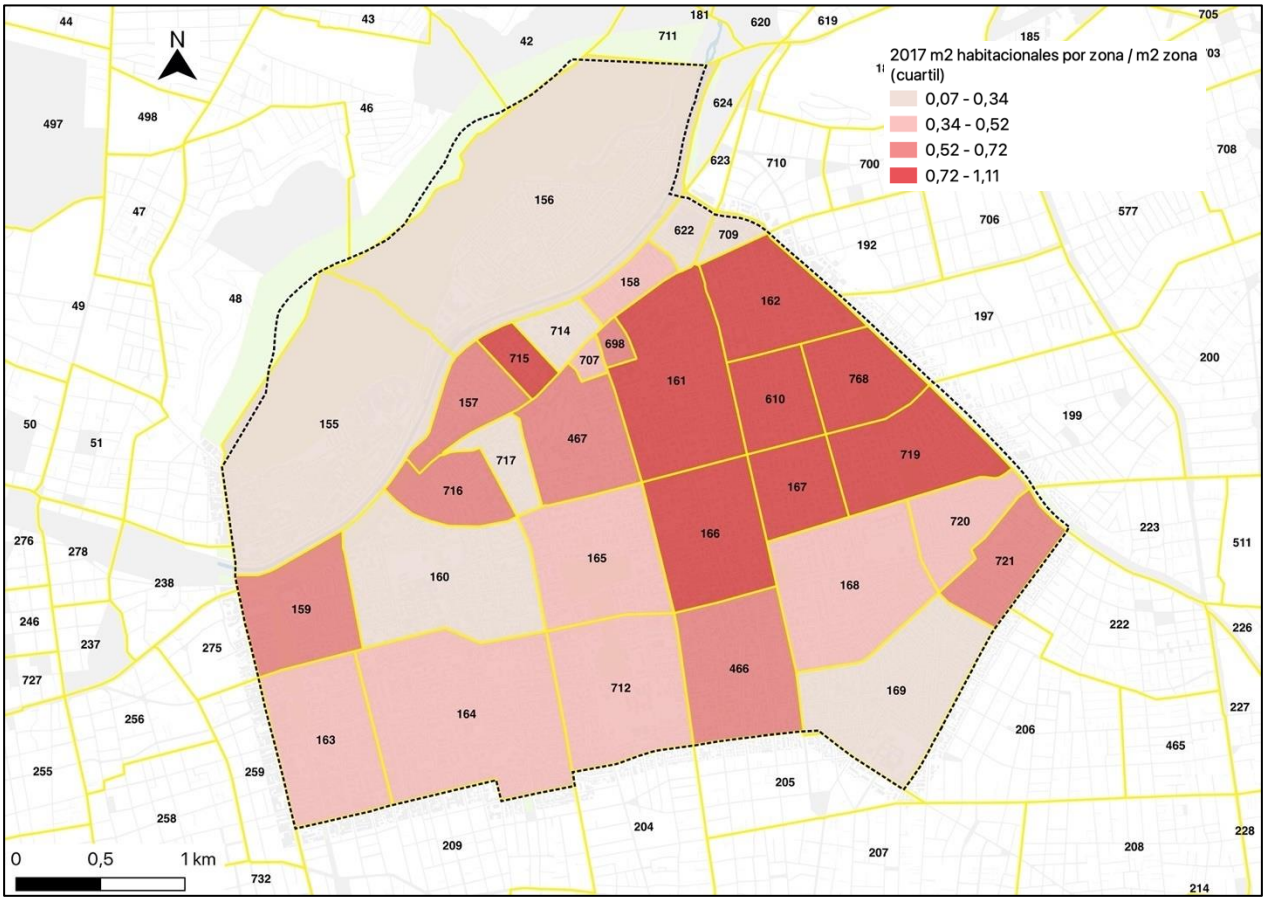


Fuente: Elaboración Propia, 2022

Al analizar los datos del escenario 2030 ESTRAUS (ver figura siguiente) y visualizar sus proyecciones ponderadas según el área de cada zona (m^2 totales habitacionales / área de cada zona), vemos que si bien en cada zona se agregarán m^2 habitacionales, la distribución de éstos nuevos hogares se efectúa de manera casi idéntica al patrón anterior y por todo el territorio comunal.

Es decir, los casi casi 3.000.000 m^2 - aprox 30.000 viviendas - agregados vienen a consolidar y/o mantener las tendencias actuales de densificación, salvo en casos puntuales de ciertas zonas; por ejemplo, las 714 y 158 hacia el nororiente, donde la tasa de incremento es mayor que en el promedio de la comuna en relación al área de cada zona. Lo mismo ocurre con las zonas 163, 164 y 168, donde se el incremento también es levemente mayor.

FIGURA Nº 4.1-3: DENSIDAD HABITACIONAL: M2 HABITACIONALES POR ZONA / M2 POR ZONA, ESTRAUS 2030



Fuente: Elaboración Propia, 2022

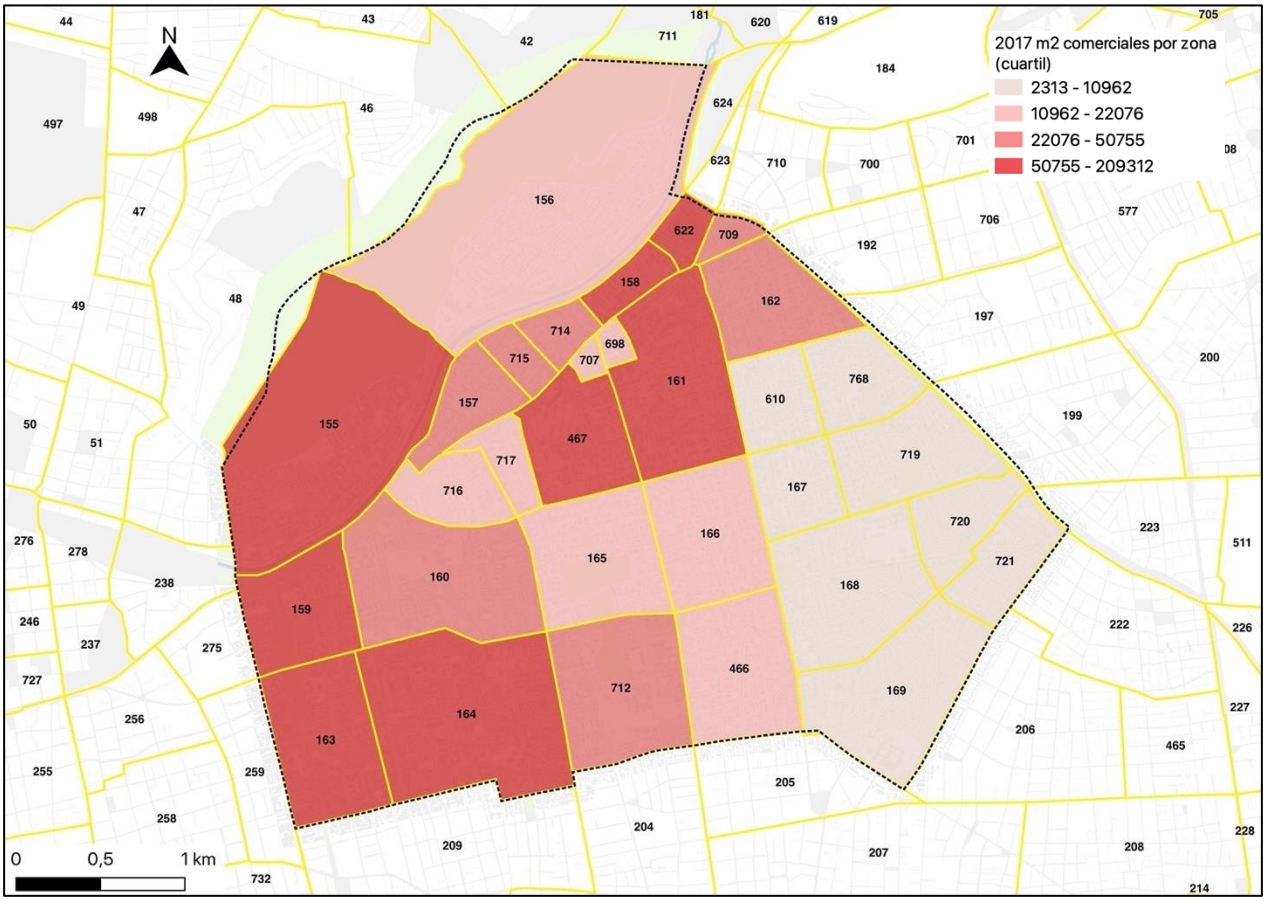
4.1.1.2 Economía

A continuación, se realiza un análisis respecto de las actividades comerciales en la comuna en base a las zonas ESTRAUS 2017, usando esta data como un proxi a lo que se entiende por desarrollo de la economía local. Recordemos que el desarrollo de la economía local está casi completamente definida por factores exógenos a la comuna e incluso al país en algunos casos.

Por esa razón medir el desarrollo comercial como indicador de desarrollo económico resulta ser un buen indicador de comportamiento.

Los m2 comerciales para el año 2017 muestran concentración de éstos en las zonas hacia el poniente de la comuna y hacia el nor-oriente, especialmente en la zona del Costanera Center y la zona contigua a ésta hacia el sur (zona 161). Esto muestra una comuna con dos focos comerciales distinguibles que no representan precisamente la realidad de la comuna ya que existen zonas bastante más extendidas con usos mixtos que deben ser consideradas en función a los tamaños de las zonas para ponderar su relevancia y la eventual preponderancia del uso comercial dentro de ella. Por eso, al igual que con los m^2 habitacionales, se hace necesario ponderar los números respecto al área de cada zona de manera de poder establecer conclusiones más precisas.

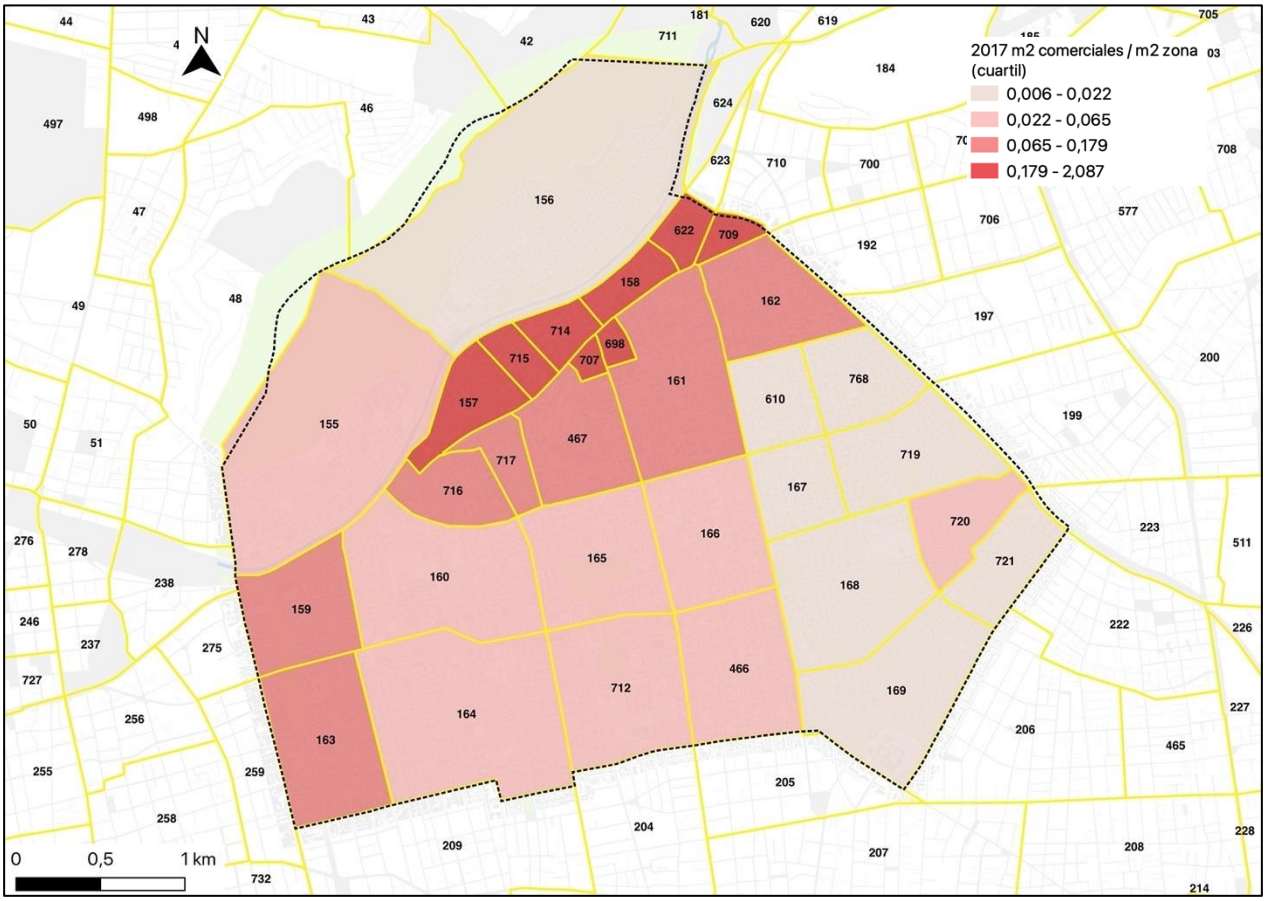
FIGURA Nº 4.1-4: SITUACIÓN M2 COMERCIALES POR ZONA, ESTRAUS 2017



Fuente: Elaboración Propia, 2022

Al analizar los números ponderados por la superficie de cada zona (ver figura siguiente) muestran una estructura más precisa en cuanto a la ubicación de los usos comerciales en el territorio de Providencia y las vocaciones territoriales. Se visualiza claramente un eje comercial que recorre de poniente a oriente entre las avenidas Providencia y Andrés Bello. Adicionalmente, se identifican las zonas 707 y 698, correspondientes a los sectores poniente y oriente de Av. Pedro de Valdivia entre Av. Providencia y Av. Nueva Providencia, ambas zonas intensivas en usos comerciales, ubicadas en el centro neurálgico de la comuna.

FIGURA Nº 4.1-5: DENSIDAD COMERCIAL: M2 COMERCIALES POR ZONA / M2 POR ZONA, ESTRAUS 2017

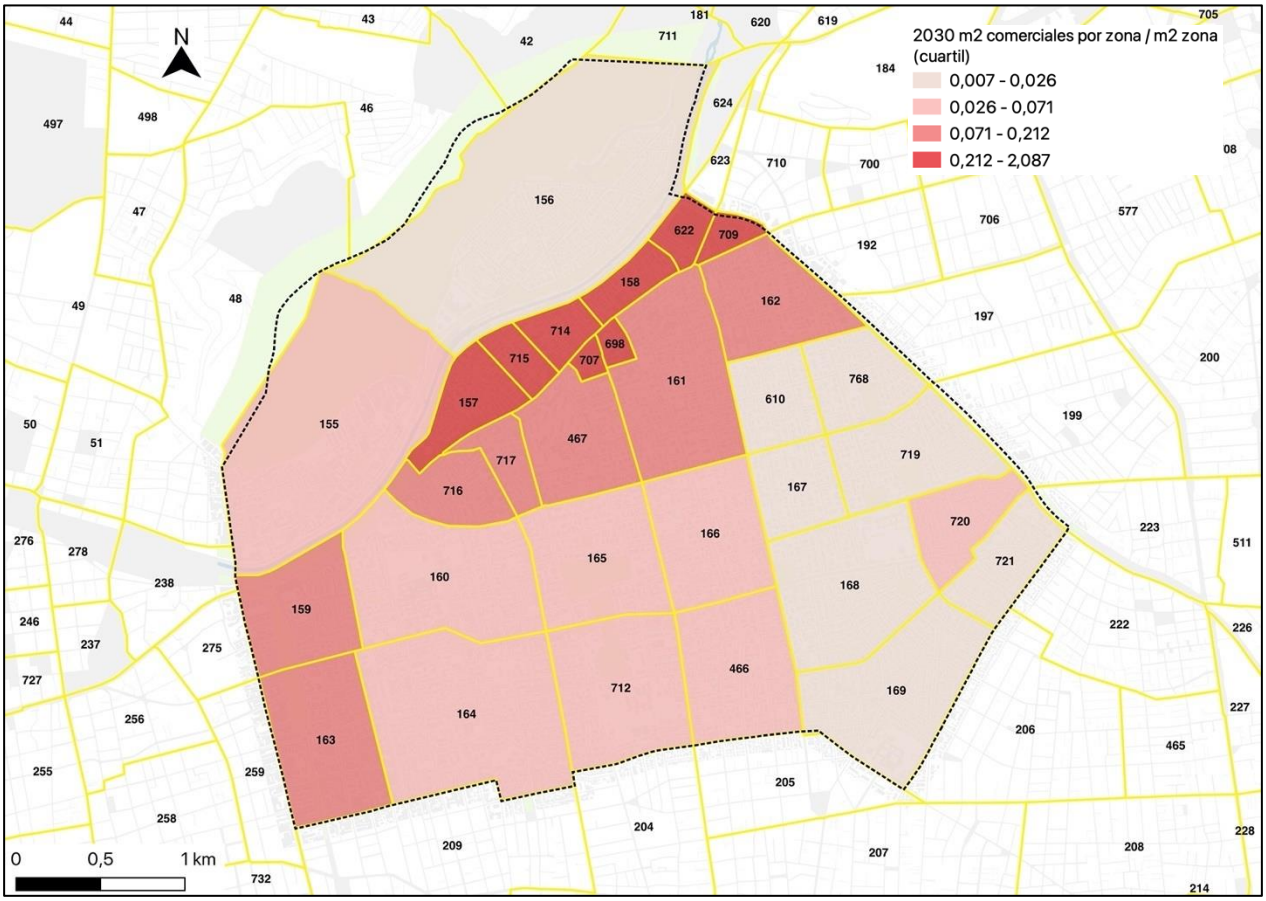


Fuente: Elaboración Propia, 2022

Al visualizar las proyecciones ESTRAUS al año 2030 ponderados, vemos que si bien en cada zona se agregarán m^2 comerciales, la distribución de estos se efectúa de manera bastante homogénea dentro del territorio comunal, situación comparable con lo que ocurría con los m^2 habitacionales. Es decir, los casi 100.000 m^2 adicionados en este lapso de tiempovienen a consolidar y/o mantener las tendencias actuales de densificación comercial, salvo contadas excepciones.

A saber, las excepciones serían: la zona 714 (entre Orrego Luco y Padre Mariano / Costanera A Bello y Providencia) la cual casi duplica sus m^2 agregados en el período 2017-2030, pasando de 27.162 m^2 a 55.019 m^2, reflejando un proceso de reconversión con adición de m^2 adicionales que concentra el 25% de los m^2 comerciales adicionales en la comuna para ese lapso tiempo. El resto de las zonas presenta incrementos menores a 10.000 m^2 con la excepción de la zona 157 que agregará casi 14.000 m^2 en el periodo.

FIGURA Nº 4.1-6: DENSIDAD COMERCIAL: M2 COMERCIALES POR ZONA / M2 POR ZONA, ESTRAUS 2030



Fuente: Elaboración Propia, 2022

4.1.1.3 Ocupación del Territorio

Siguiendo en la línea de tratar de describir tendencias en el desarrollo urbano comunal, podemos mencionar que respecto a la ocupación del territorio, no se verifican cambios en la huella física de la comuna, toda vez que es una comuna interior, completamente urbanizada. Sin embargo, los cambios de ocupación dicen relación más bien con las dinámicas de transformación urbana, donde las zonas de mayor intensidad de desarrollo van moviéndose dentro del territorio.

Como primera partida contrastaremos las regulaciones de altura fijadas en el PRC versus la dinámica de localización de los permisos de edificación residenciales y no residenciales.

Veremos a continuación, cómo algunas variables urbanas estudiadas a nivel de zonas ESTRAUS pueden ayudar a entender las dinámicas de transformación al interior del territorio urbanizado. Este análisis permite mejor entendimiento de los factores orientadores del desarrollo urbano en relación al trazado vial, infraestructura de transporte público, acceso a áreas verdes y otros.

Sobre el mismo, y para evaluar la dotación de equipamiento y servicios, mostramos las coberturas a nivel de zona ESTRAUS que indican accesibilidad a comercio y servicios.

Finalmente, se contrastan estas coberturas para ponderar si existe co-relación o potencial causalidad en las dinámicas de desarrollo y los atributos urbanos analizados con la localización de los permisos de

edificación con destino residencial y no residencial para el período 2015-2020. A saber, en el cuadro siguiente, se muestra la distribución de dichos permisos, organizados por zonas tácticas (no son las mismas zonas de ESTRAUS), donde se indican la cantidad de permisos por zona y los m^2 aprobados.

CUADRO Nº4.1-1: TABLA PERMISOS DE EDIFICACIÓN Y ZONAS

Zona táctica			Permisos de Edificación 2015-2020							
			Permisos de edificación residencial				Permisos de edificación no residencial (comercial, oficinas y servicios)			
Nº	Nombre referencial (para ubicación)	Superficie	Nº permisos totales	m2 edificación totales	Nº permisos zona táctica / Nº permisos comuna	m2 edificación / sup zona táctica	Nº permisos totales	m2 edificación totales	Nº permisos zona táctica / Nº permisos comuna	m2 edificación / sup zona táctica
66	Parque Bustamante norte	409.186 m2	0	0 m2	0,0%	0,0%	0	0 m2	0,0%	0,0%
67	Parque Bustamante sur	550.019 m2	1	6.577 m2	1,0%	1,2%	0	0 m2	0,0%	0,0%
68	Club Providencia + República de Cuba	453.731 m2	4	10.792 m2	3,9%	2,4%	0	m2	0,0%	0,0%
69	Lota esq. Ricardo Lyon	477.669 m2	4	30.460 m2	3,9%	6,4%	1	14.840 m2	6,7%	3,1%
70	Providencia sector metro Los Leones y Pedro de Valdivia	219.968 m2	0	0 m2	0,0%	0,0%	2	14.426 m2	13,3%	6,6%
71	Providencia esq. Antonio Bellet	185.657 m2	2	27.919 m2	1,9%	15,0%	2	21.487 m2	13,3%	11,6%
72	Unidad Vecinal Providencia	585.234 m2	6	58.119 m2	5,8%	9,9%	1	7.316 m2	6,7%	1,3%
73	Salvador esq. Santa Isabel	567.030 m2	2	6.043 m2	1,9%	1,1%	0	0 m2	0,0%	0,0%
74	Inés de Suárez + Escuela de Carabineros	620.910 m2	9	51.751 m2	8,7%	8,3%	0	0 m2	0,0%	0,0%
75	Los Estanques	552.994 m2	9	67.304 m2	8,7%	12,2%	0	0 m2	0,0%	0,0%
76	Francisco Bilbao esq. Holanda	441.537 m2	3	175.944 m2	2,9%	39,8%	0	0 m2	0,0%	0,0%

Fuente: Elaboración Propia, 2022

CUADRO Nº4.1-2: TABLA PERMISOS DE EDIFICACIÓN Y ZONAS

77	Barrio Las Flores + Plaza Uruguay	494.209 m2	0	0 m2	0,0%	0,0%	0	0 m2	0,0%	0,0%
78	Pedro de Valdivia norte	1.355.677 m2	3	6.594 m2	2,9%	0,5%	0	0 m2	0,0%	0,0%
79	Plaza Loreto Cousiño + Parroquia El Bosque	301.197 m2	2	13.533 m2	1,9%	4,5%	2	23.168 m2	13,3%	7,7%
80	Lota esq. Luis Thayer Ojeda	423.130 m2	2	12.544 m2	1,9%	3,0%	0	m2	0,0%	0,0%
81	Barrio El Aguilucho	528.229 m2	3	3.909 m2	2,9%	0,7%	0	0 m2	0,0%	0,0%
82	Eliodoro Yáñez esq. Miguel Claro	335.114 m2	4	31.180 m2	3,9%	9,3%	0	0 m2	0,0%	0,0%
83	Hospital El Salvador	427.313 m2	3	28.364 m2	2,9%	6,6%	1	0 m2	6,7%	0,0%
84	Diego de Almagro sur	420.555 m2	1	2.087 m2	1,0%	0,5%	0	0 m2	0,0%	0,0%
85	Pocuro esq. Ricardo Lyon	507.170 m2	11	153.793 m2	10,7%	30,3%	0	0 m2	0,0%	0,0%
86	Bustos esq. Ricardo Lyon	532.722 m2	16	110.509 m2	15,5%	20,7%	0	0 m2	0,0%	0,0%

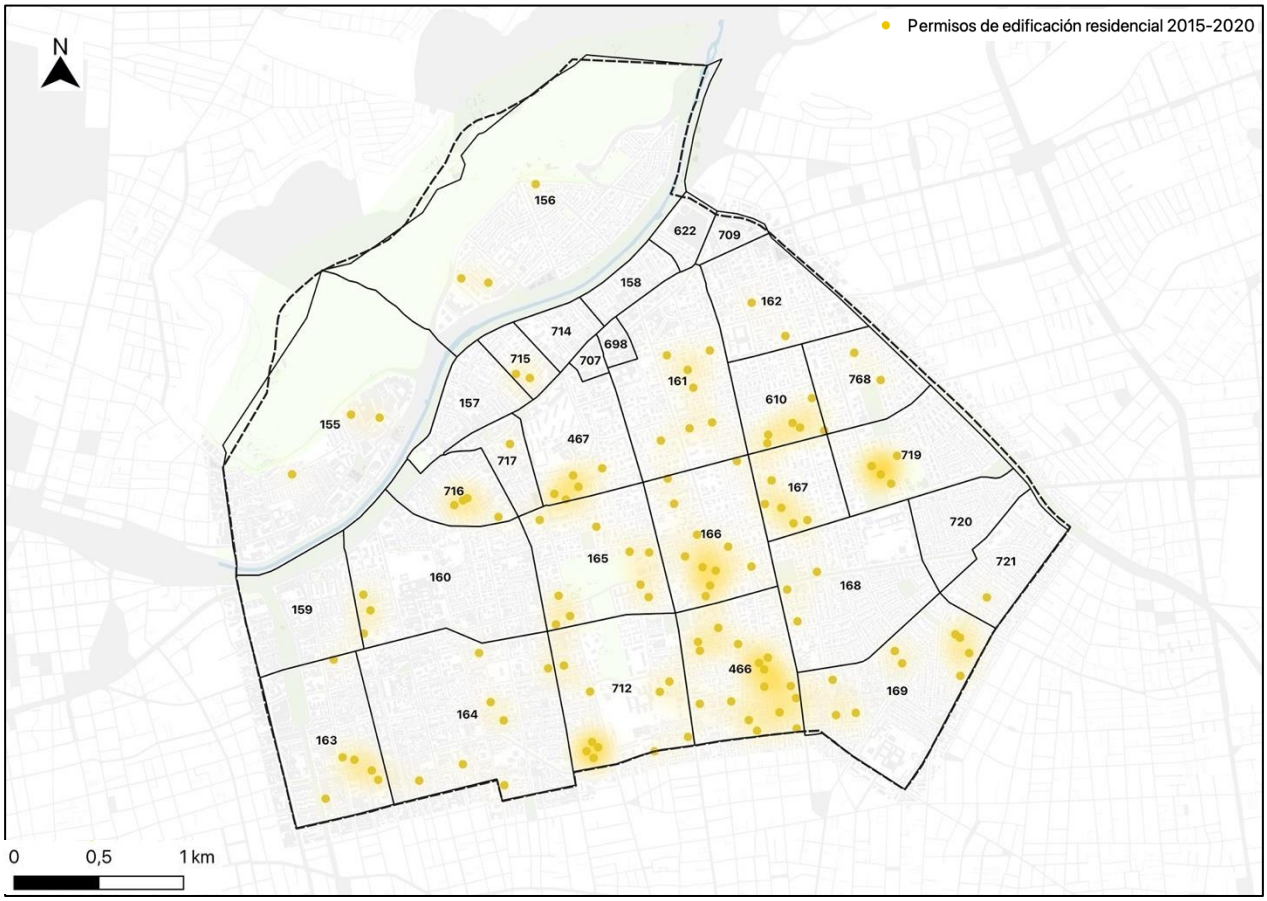
Fuente: Elaboración Propia, 2022

CUADRO Nº4.1-3: TABLA PERMISOS DE EDIFICACIÓN Y ZONAS

Zona táctica			Permisos de Edificación 2015-2020							
			Permisos de edificación residencial				Permisos de edificación no residencial (comercial, oficinas y servicios)			
Nº	Nombre referencial (para ubicación)	Superficie	Nº permisos totales	m2 edificación totales	Nº permisos zona táctica / Nº permisos comuna	m2 edificación / sup zona táctica	Nº permisos totales	m2 edificación totales	Nº permisos zona táctica / Nº permisos comuna	m2 edificación / sup zona táctica
87	Canales TV	1.029.354 m2	1	9.419 m2	1,0%	0,9%	1	15.970 m2	6,7%	1,6%
88	Bellavista	422.271 m2	0	0 m2	0,0%	0,0%	1	10.659 m2	6,7%	2,5%
219	El Vergel esq. Holanda	254.729 m2	5	32.092 m2	4,9%	12,6%	0	0 m2	0,0%	0,0%
220	Carlos Antúnez esq. Ricardo Lyon	246.767 m2	3	35.696 m2	2,9%	14,5%	0	0 m2	0,0%	0,0%
221	Costanera Center + Hospital Metropolitano	192.866 m2	0	0 m2	0,0%	0,0%	2	30.694 m2	13,3%	15,9%
222	Providencia sector metro Manuel Montt	146.227 m2	0	0 m2	0,0%	0,0%	0	m2	0,0%	0,0%
223	Santa Isabel esq. Miguel Claro	462.241 m2	3	25.319 m2	2,9%	5,5%	1	1.636 m2	6,7%	0,4%
224	El Cerro Oriente	1.132.296 m2	0	0 m2	0,0%	0,0%	0	0 m2	0,0%	0,0%
225	Carlos Antúnez esq. Holanda	253.307 m2	6	51.961 m2	5,8%	20,5%	0	0 m2	0,0%	0,0%
226	Alférez Real esq. Miguel Claro	260.268 m2	0	0 m2	0,0%	0,0%	1	1.040 m2	6,7%	0,4%

Fuente: Elaboración Propia, 2022

FIGURA Nº 4.1-7: MAPA CALOR PERMISOS DE EDIFICACIÓN 2015-20 POR ZONA ESTRAUS



Fuente: Elaboración Propia, 2022.

A modo de resumen, más bajo se muestra cómo se comportan los 118 permisos georreferenciados y asignados a cada zona ESTRAUS. Existen 8 zonas ESTRAUS que no presentan permisos residenciales. La gran mayoría no tiene más de 3 permisos residenciales (promedio 3,3 permisos por zona) y solo 2 tienen más de 10 (zonas 85 y 86). En el caso de los permisos no residenciales, la gran mayoría no presenta permisos de este tipo. Hay 4 zonas que tienen 2 o más permisos con este destino.

CUADRO Nº4.1-4: PERMISOS TOTALES (PERIODO 2015 – 2020)

Zona táctica			Permisos de edificación residencial				Permisos de edificación no residencial (comercial, oficinas y servicios)			
Nº	Nombre referencial (para ubicación)	Superficie	Nº permisos totales	m2 edificación totales	Nº permisos zona táctica / Nº permisos comuna	m2 edificación / sup zona táctica	Nº permisos totales	m2 edificación totales	Nº permisos zona táctica / Nº permisos comuna	m2 edificación / sup zona táctica
	TOTAL	**14.789.576 m2**	103	951.909 m2			15	141.236 m2		
			Nº zonas sin permisos edificación residenciales	8 / 31			Nº zonas sin permisos edificación no residenciales	20 / 31		
			Nº zonas con más de 3 permisos de edificación residenciales	10 / 31			Nº zonas con 1 permiso de edificación no residenciales	7 / 31		
			Nº zonas con más de 6 permisos de edificación residenciales	4 / 31			Nº zonas con 2 permisos de edificación no residenciales	4 / 31		
			Nº zonas con más de 10 permisos de edificación residenciales	2 / 31			Promedio nº permisos edificación no residenciales	0,5		
			Promedio nº permisos edificación residenciales	3,3			Promedio m2 edificación no residenciales	4.556 m2		
			Promedio m2 edificación residenciales	30.707 m2						

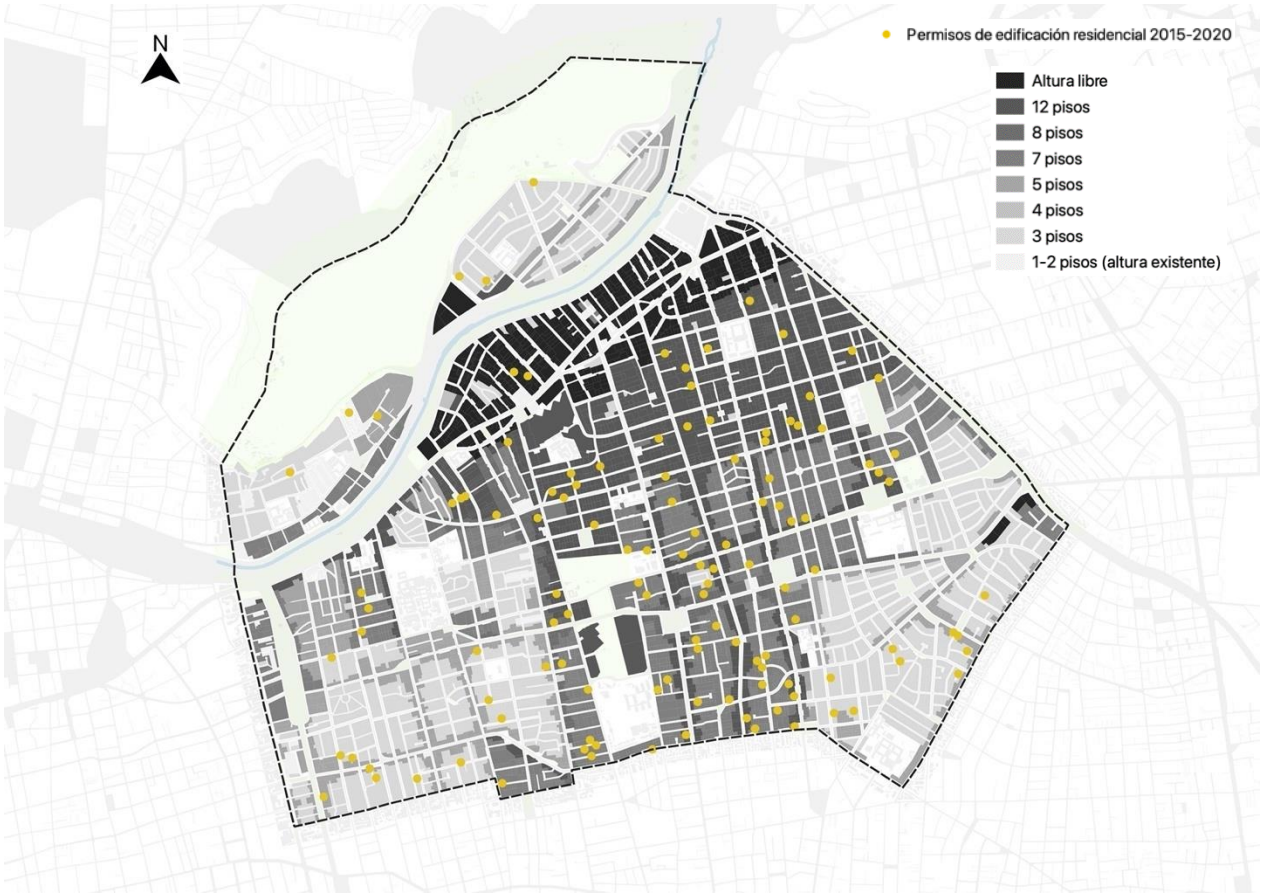
Fuente: Elaboración Propia, 2022

a. Alturas de Edificación PRC versus permisos de edificación 2015-2020

Como se puede ver en la gráfica siguiente, es claro como el PRC distribuye las zonas de mayor altura dentro de la comuna. La zona de mayor altura se desarrolla a lo largo del corredor O-P Providencia –Nueva Providencia, pero volcado principalmente hacia el borde del río Mapocho.

Cuando uno compara esa situación normativa con los procesos de desarrollo para destino residencial, puede darse cuenta que en los últimos años la mayor actividad no ha estado necesariamente asociada a los sectores donde la norma permite más altura. La mayor concentración de desarrollo de destino residencial se ha focalizado en los sectores de alturas medias entre 12 y 7 pisos. Las zonas bajas de 5 a 3 pisos han captado solo una parte marginal del desarrollo residencial.

FIGURA Nº 4.1-8: ALTURAS PRC (ESCALA DE GRISES) VERSUS PERMISOS ED. RESIDENCIALES (PUNTOS AMARILLOS) 2015-2020

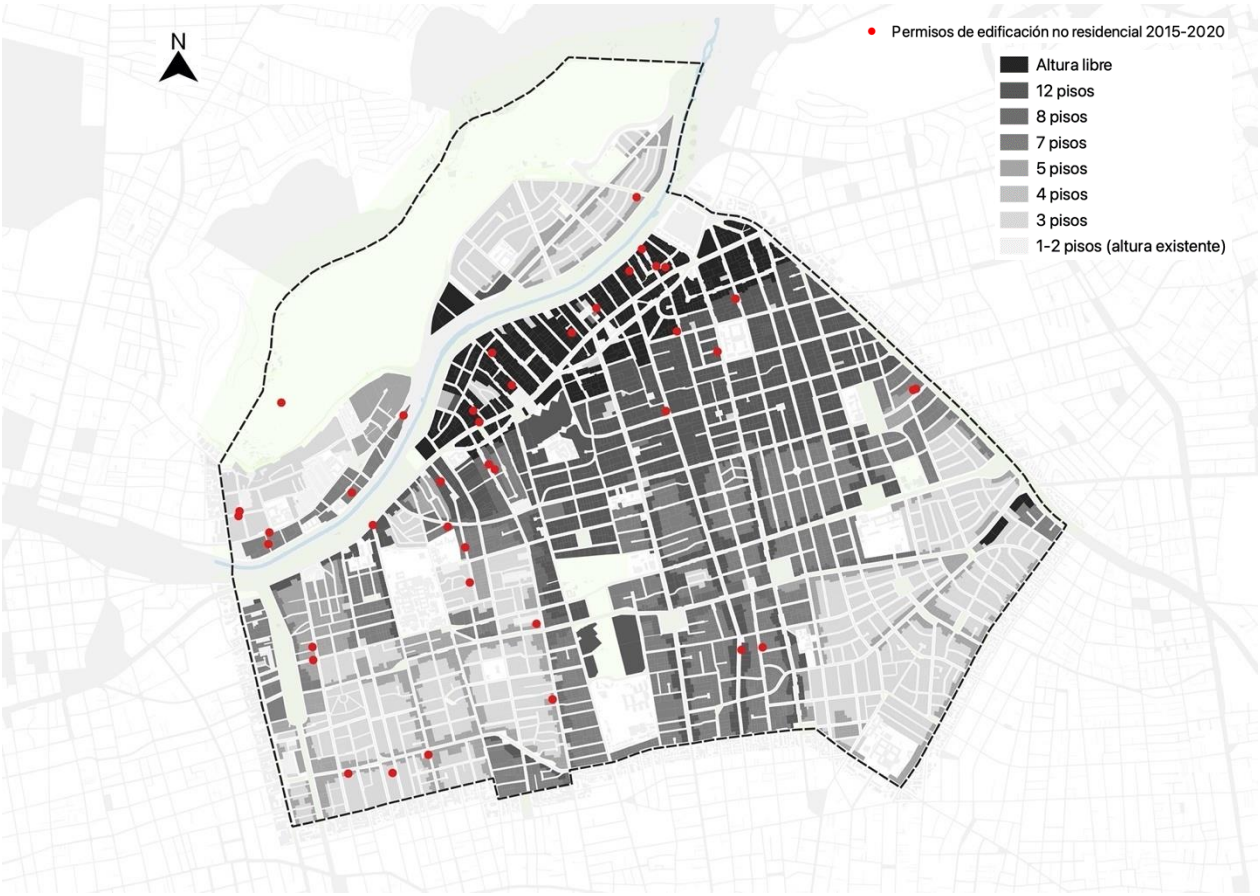


Fuente: Elaboración Propia, 2022

Para el caso de los permisos no residenciales, sea de uso comercial, servicios y oficinas, la dinámica para el mismo período muestra un patrón bastante distinto y con una dispersión dentro del territorio:

- Los edificios de oficinas buscan los corredores de transporte principales y mayor altura.
- Los usos comerciales y de servicios no están asociados a la altura sino a una lógica de distribución de áreas de mercado y cobertura de servicio, así como también acceso a corredores de transporte. Ello genera una distribución bastante legible dentro del tejido urbano que sigue esas lógicas.

FIGURA Nº 4.1-9: ALTURAS PRC (ESCALA GRISES) VERSUS PERMISOS ED. NO RESIDENCIALES (PUNTOS MORADOS) 2015-2020



Fuente: Elaboración Propia, 2022

b) Factores orientadores / co-relacionados del desarrollo urbano al interior de la comuna:

b.1 Accesibilidad a Áreas Verdes

La literatura sitúa a los indicadores de accesibilidad como los más relevantes para la toma de decisiones en temas de acceso a los bienes y servicios urbanos. Éstos son mucho más efectivos y clarificadores que aquellos indicadores globales que solo indican promedios de cantidad/habitante, pero que no reflejan el acceso efectivo.

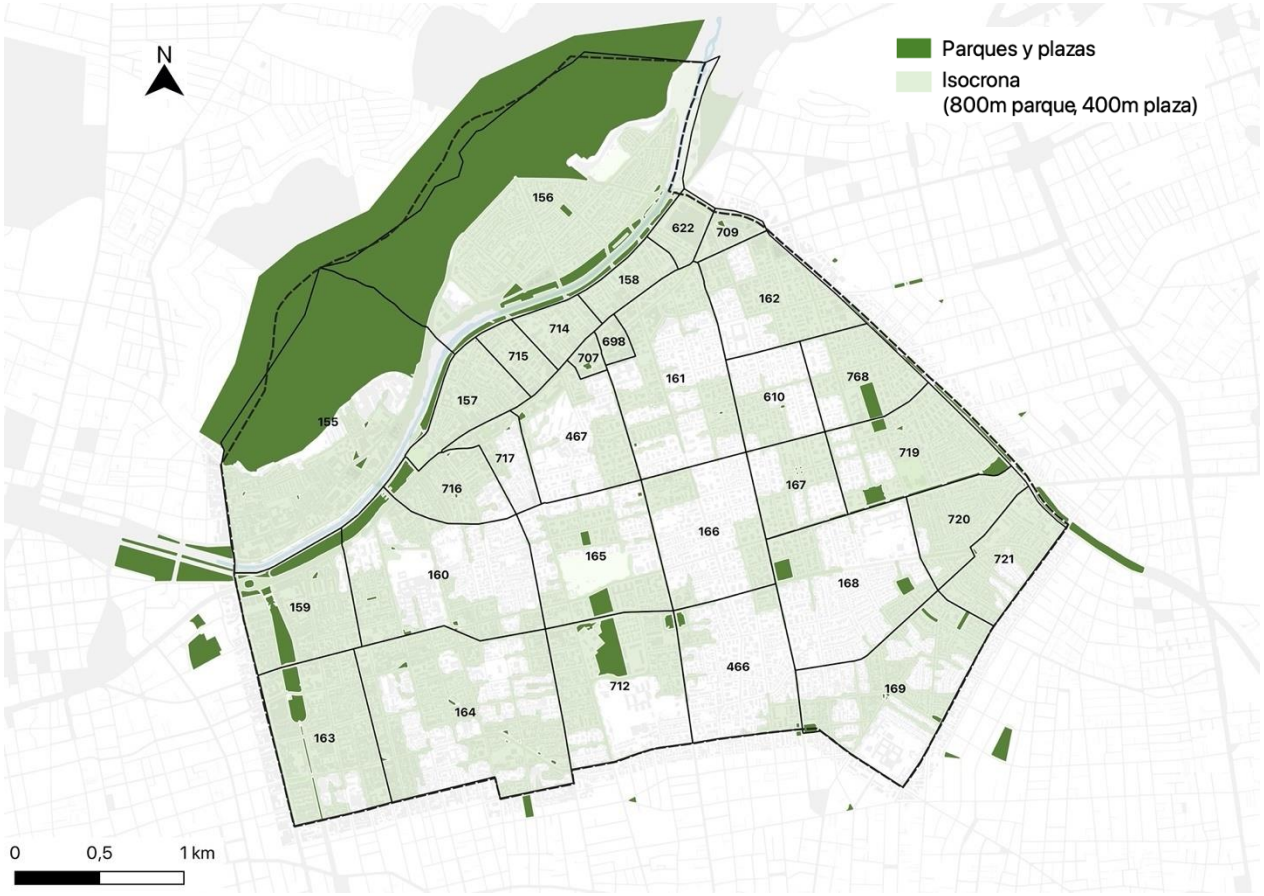
Por otra parte, en una comuna consolidada y mediterránea como es Providencia, la oferta de AV está fija (sin posibilidades de aumentarla) y por ello es más relevante entender la accesibilidad efectiva a esa oferta; para luego atacar esa dimensión, que sí podría mejorarse.

En función de la data municipal disponible se construyeron a nivel de zonas ESTRAUS, mapas que muestran las isócronas de accesibilidad a las áreas verdes comunales (parque y plazas), las que luego se normalizaron para generar un Indicador de Accesibilidad por zona, haciéndolas comparables. Para efectos de definir la accesibilidad a las áreas verdes se usaron los estándares CNDU de 400 metros medidos en caminata efectiva para las plazas y 800 metros para los parques, lo cual se muestra gráficamente refundido.

Los resultados son muy interesantes ya que solo 6 de las 31 zonas ESTRAUS tiene accesibilidad inferior al 50%. Lo relevante del este indicador es que si bien se lleva a nivel de zona la isócrona considera

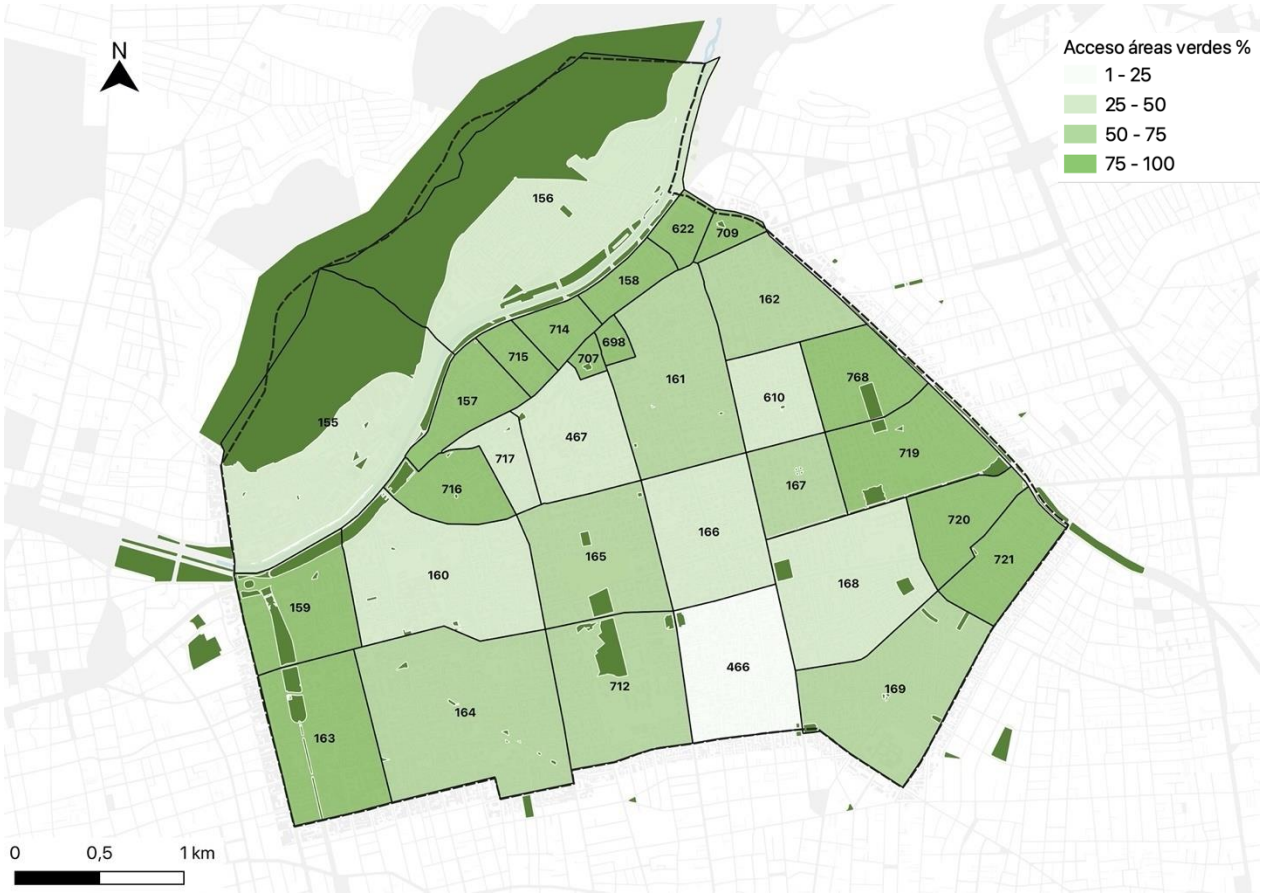
oferta de AV según distancias caminables, por tanto las zonas ESTRAUS que pueden tener escasa oferta de AV en su interior, pero estan muy bien conectadas con AV fuera de ellas y tener un buen indicador.

FIGURA Nº 4.1-10: ISÓCRONAS ACCESIBILIDAD ÁREAS VERDES (PARQUES Y PLAZAS)



Fuente: Elaboración Propia, 2022

FIGURA Nº 4.1-11: ÍNDICE ACCESIBILIDAD ÁREAS VERDES POR ZONA ESTRAUS



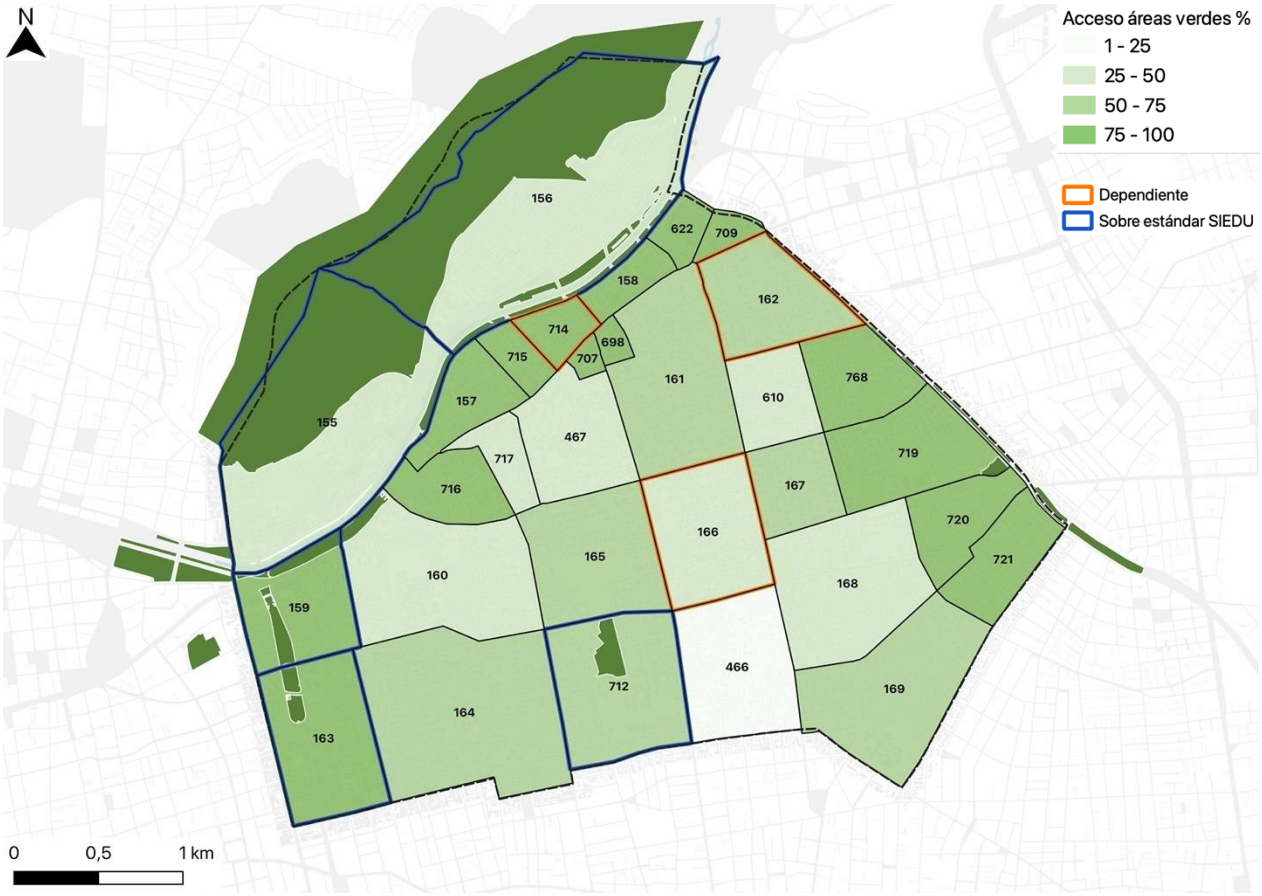
Fuente: Elaboración Propia, 2022

El sector sur oriente de la comuna resulta ser el con menor accesibilidad a áreas verdes. Las Zonas ESTRAUS 166, 168 y son las más débiles en este aspecto, con porcentajes cercanos a 30%

Al llevar el análisis de accesibilidad AV por zona ESTRAUS a una tabla (ver cuadro anterior), vemos primero cómo se descompone el estándar de m^2 de AV por habitante (m^2 de plaza + m^2 de parque); donde son los grandes parques los que permiten llevar el standard a los más de 15 m^2 por habitante. En otras palabras, el área verde cotidiana de "la plaza" solo contribuye con el 10% de ese estándar.

Ahora en lo que a accesibilidad a AV se refiere, que es el indicador analizado, vemos que la dependencia de accesibilidad (se entiende por dependencia de accesibilidad a plazas, que los habitantes tienen acceso a plazas dentro del rango de caminata fijado, sin embargo la plaza a la cual acceden estaría fuera de la Zona Estraus analizada. Esto se produce porque la división del territorio en zonas es meramente instrumental, pero que sin embargo permite entender si hay o no concentración de esos atributos o bienes urbanos. Una alta dependencia significaría que existe una alta concentración de ese atributo analizado; plazas en este caso) a plazas entre zonas es baja, sólo 4 de 31 zonas, sin embargo en el caso de los parques es de más de un 50%, son 18 de 31 zonas. Esto habla de la disparidad de su distribución en el territorio.

FIGURA Nº 4.1-12.1: DEPENDENCIA Y ESTÁNDAR SIEDU POR ZONA ESTRAUS



Fuente: Elaboración Propia, 2022

Por otro lado, al llevar la comparación al indicador de Accesibilidad de AV consolidado (el que se muestra en los mapas) la dependencia entre zonas baja a solo 3 de 31 de ellas.

Finalmente podemos indicar que tenemos 5 zonas ESTRAUS que cumplen con el estándar de 10m2 / habitante que fija el SIEDU.

CUADRO Nº4.1-5: ISOCRONAS DE ACCESIBILIDAD

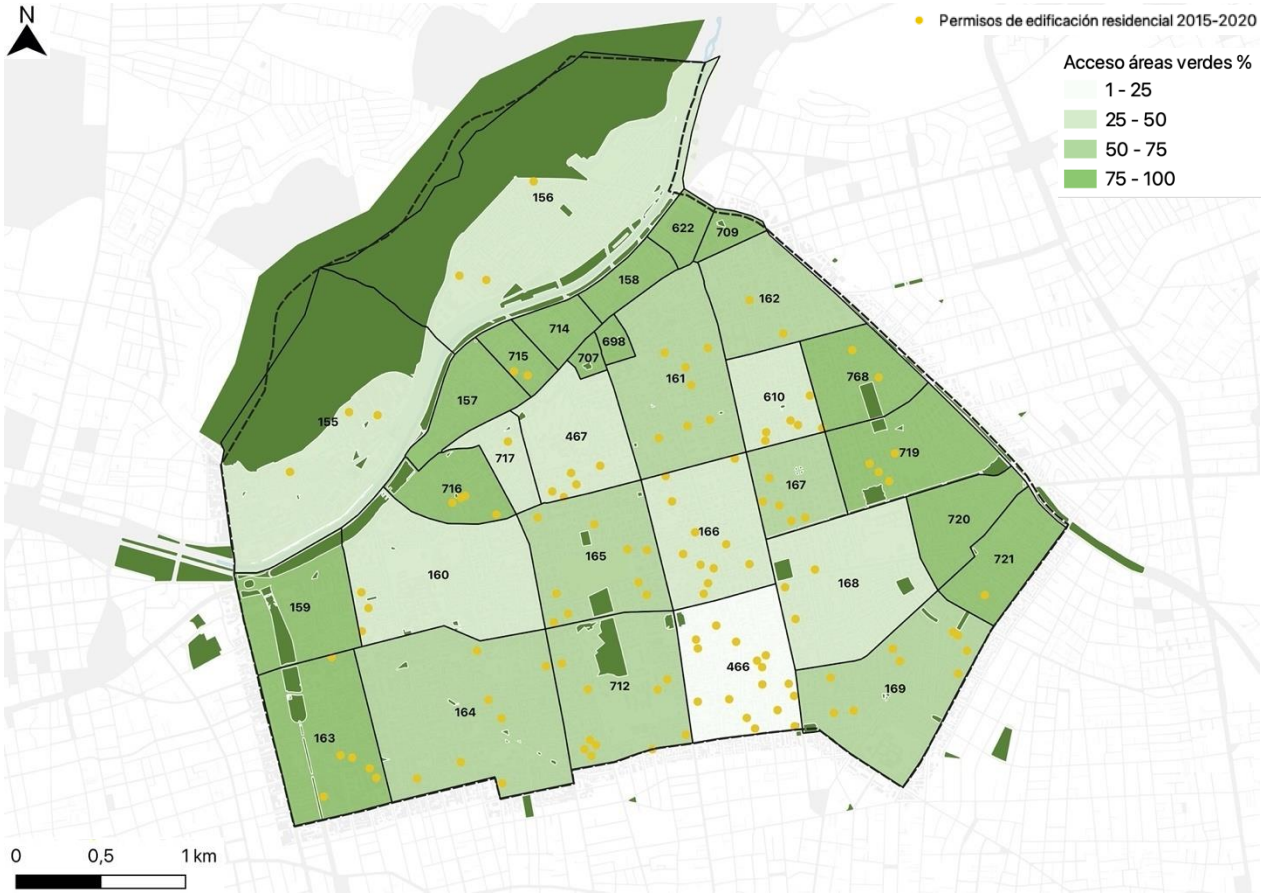
Isocronas de Accesibilidad					
Áreas verdes					
Plazas		Parques		AV	
% cobertura zona	m2 plazas / hab	% cobertura zona	m2 parques / hab	% cobertura zona	m2 área verde / hab
Total m2 plazas	170.566 m2	Total m2 parques	1.887.120 m2	Total m2 área verde	2.057.686 m2
Promedio m2 plaza / hab	1,3 m2	Promedio m2 parques / hab	14,5 m2	Promedio m2 AV / hab	15,832 m2/hab
Nº zonas dependientes	4 / 31	Nº zonas dependientes	18 / 31	Nº zonas dependientes	3 / 31
Nº zonas sin accesibilidad a plazas	0 / 31	Nº zonas sin accesibilidad a parques	4 / 31	Nº zonas sin accesibilidad a parques	0 / 31
Nº zonas dependientes con menos de 50% de cobertura	4 / 31	Nº zonas dependientes con menos de 50% de cobertura	15 / 31	Nº zonas dependientes con menos de 50% de cobertura	1 / 31
				Nº zonas que cumplen estándar SIEDU 10m2 AV/hab	7 / 31

Fuente: Elaboración Propia, 2022

Al evaluar la Accesibilidad a AV como una variable orientadora del desarrollo, podemos comentar que no vemos una co-relación consistente y lineal entre la localización de los permisos de edificación residenciales 2015-2020 y la accesibilidad a AV (ver figura siguiente). De hecho, las zonas con menores estándares muestran gran actividad inmobiliaria en los años recientes. Por otra parte, también existen zonas con buena cobertura de AV que captan desarrollo. Esta co-relación de accesibilidad a AV con desarrollo residencial está ciertamente influida por temas tales como la normativa urbana vigente, la disponibilidad de suelo y así mismo el acceso a otros atributos. Es sin duda una ecuación compleja. En conclusión, no podríamos afirmar que para el caso de la vivienda, la accesibilidad a las AV sea factor definitivo para la localización de nuevo desarrollo.

Dadas las lógicas de localización ya descritas para los usos no residenciales, no cabe mayor explicación ni mención a posibles co-relaciones con el acceso a AV.

FIGURA Nº 4.1-13: ÍNDICE ACCESIBILIDAD ÁREAS VERDES POR ZONA ESTRAUS VERSUS PERMISOS EDIFICACIÓN RESIDENCIALES 2015-2020



Fuente: Elaboración Propia, 2022

b.2 Accesibilidad Red Metro.

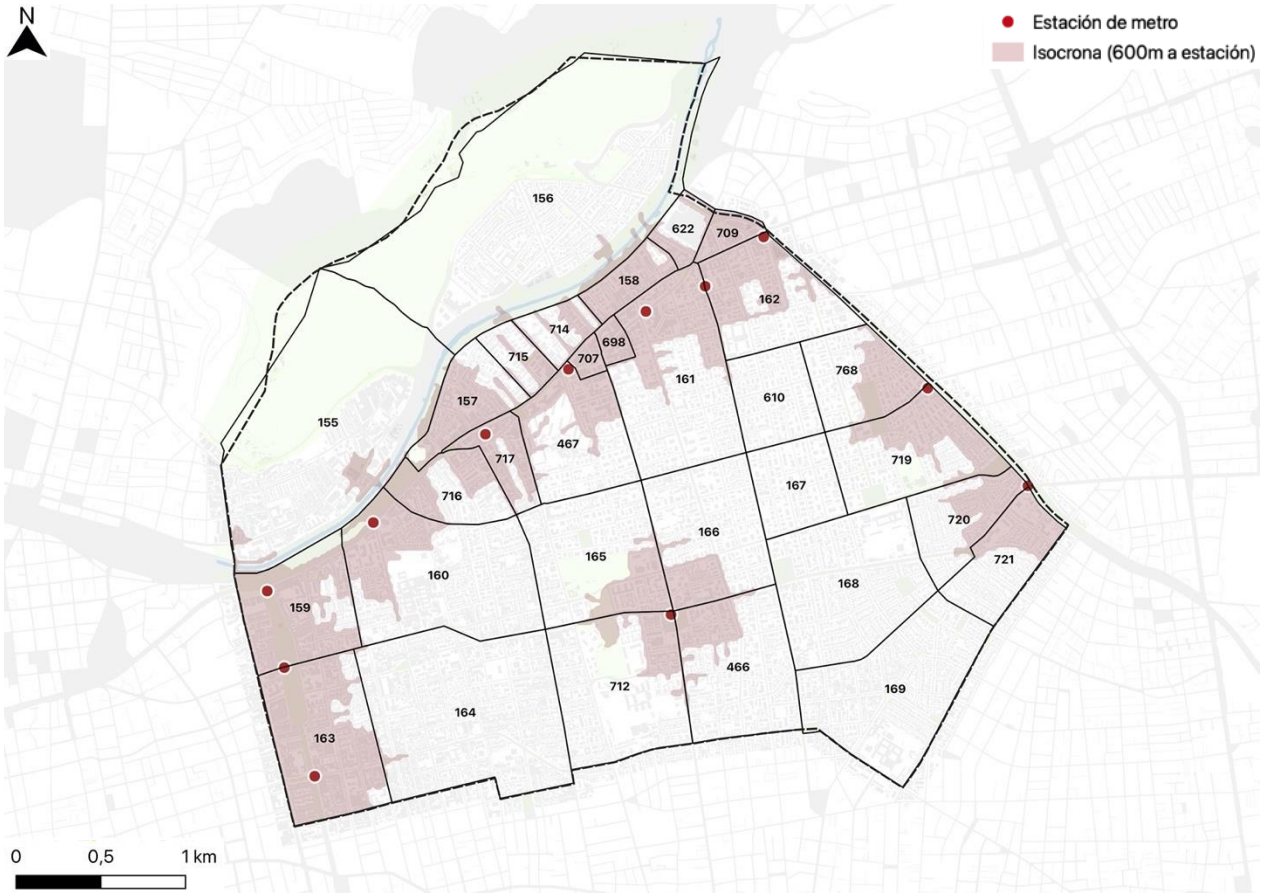
Con la misma lógica de isócronas ya descritas para el caso de las AV, se construyó en esta ocasión un mapa que muestra la cobertura de la red metro con su red de estaciones existentes y radios de caminata efectiva de 600 metros, la que luego se transformó en un indicador de Accesibilidad a Red Metro a nivel de Zona ESTRAUS.

En otras palabras, el indicador de Accesibilidad a Red Metro expresa qué porcentaje del área de cada Zona ESTRAUS, accede a estación Metro dentro de los 600 metros máximos de caminata efectiva (no radial).

El alineamiento de las líneas de Metro por los bordes de la comuna, a excepción de la línea 6, genera una cobertura particular, con interiores de menor o nulo acceso a la movilidad que provee el tren subterráneo, con la sola estación Pedro de Valdivia (Línea 6) generando acceso al interior del tejido barrial.

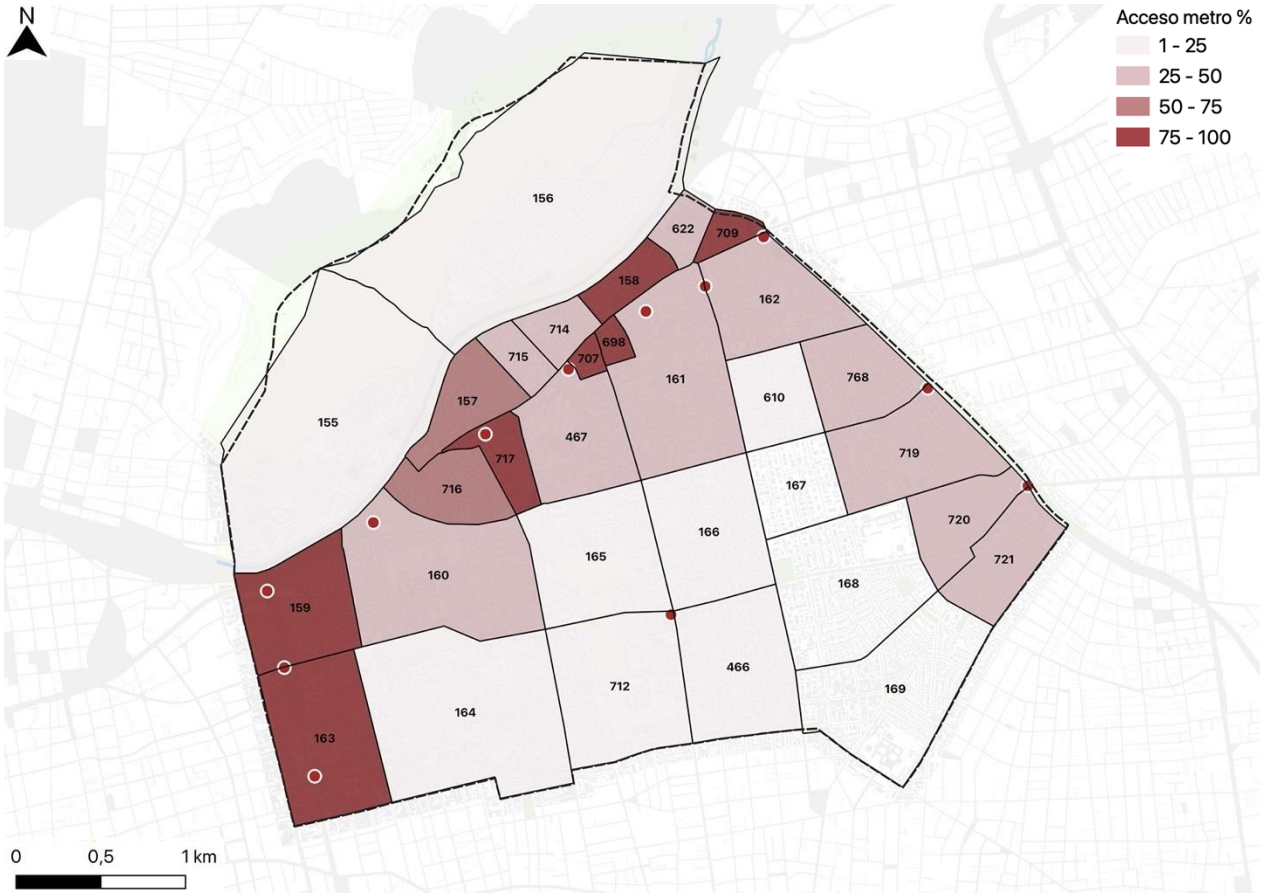
La figura de accesibilidad red Metro, expresada nuevamente a nivel de porcentajes para cada zona ESTRAUS, se explica por sí sola.

FIGURA Nº 4.1-14: ISÓCRONAS ACCESIBILIDAD RED METRO



Fuente: Elaboración Propia, 2022

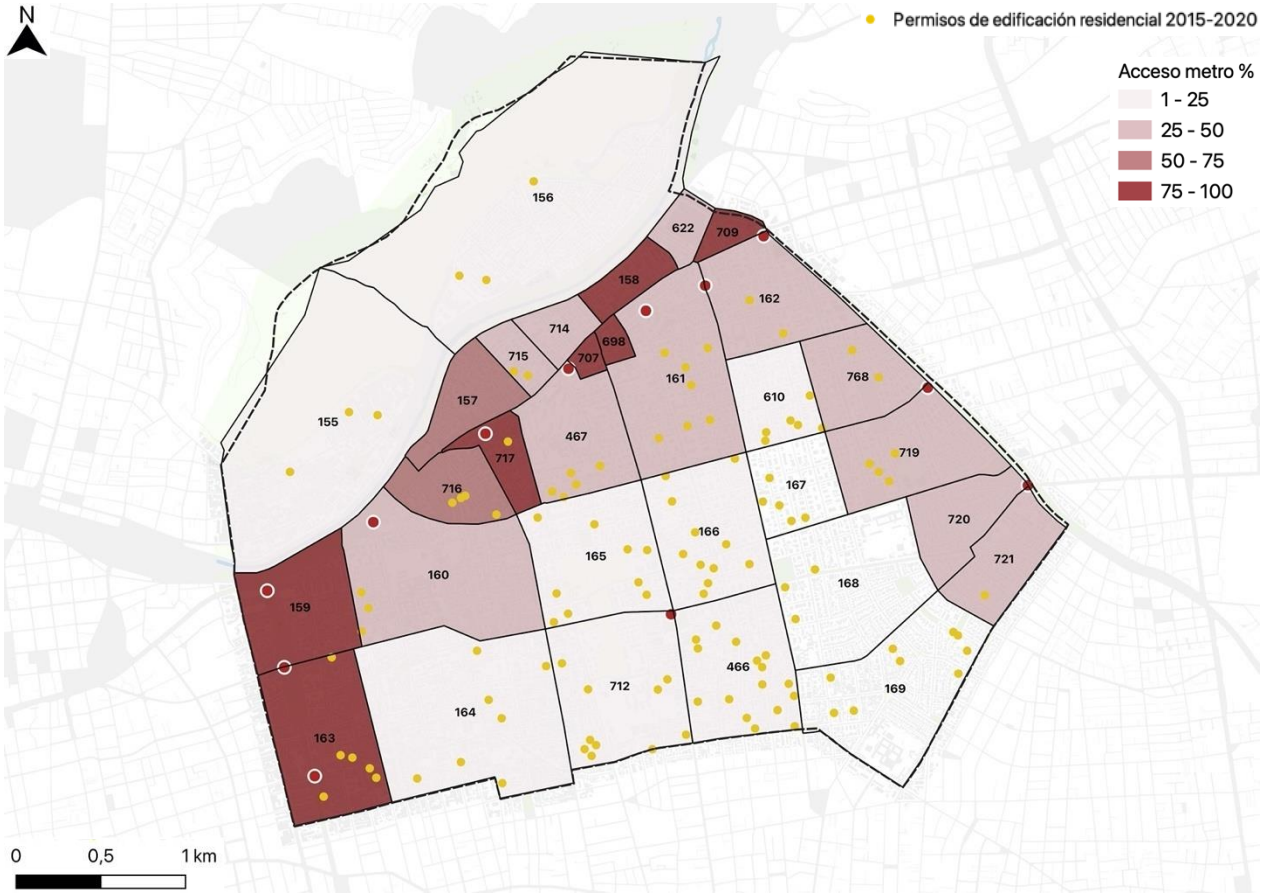
FIGURA Nº 4.1-15: ÍNDICE DE ACCESIBILIDAD A RED METRO POR ZONA ESTRAUS



Fuente: Elaboración Propia, 2022

Al analizar los permisos 2015-2020 tanto residenciales como no residenciales, vemos que para el caso de los proyectos residenciales su localización no está necesariamente atada a altos estándares de accesibilidad red Metro, sino que, siendo un atributo deseable no limita que otros factores influyan en dichas localizaciones, situación muy similar a lo que vimos en la accesibilidad a las Áreas Verdes.

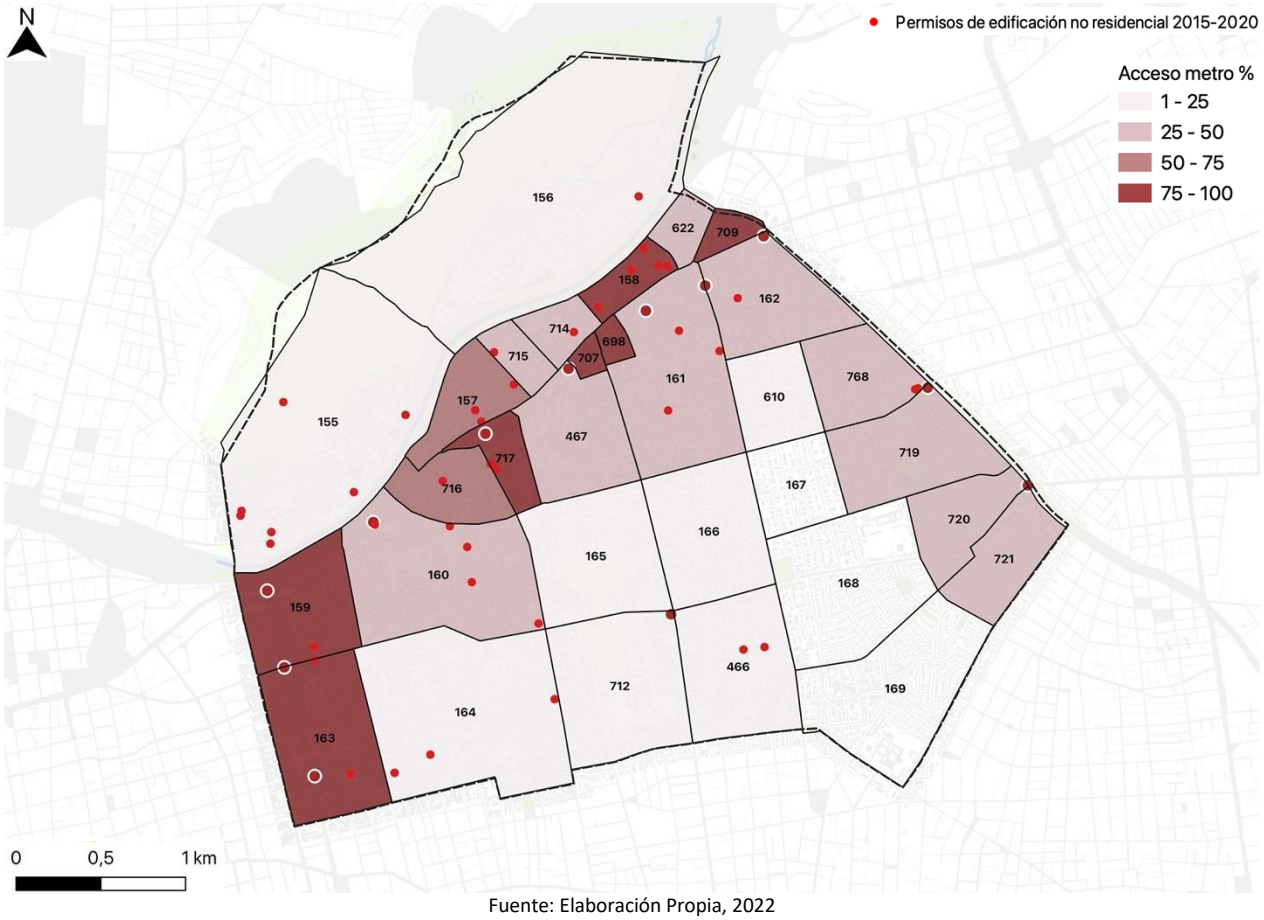
FIGURA Nº 4.1-16: ÍNDICE DE ACCESIBILIDAD A RED METRO POR ZONA ESTRAUS VERSUS PERMISOS DE EDIFICACIÓN RESID. 2015-2020



Fuente: Elaboración Propia, 2022

En el caso de los permisos no residenciales, es posible ver una mayor correlación entre el indicador de Accesibilidad Red Metro y los nuevos proyectos. Aproximadamente un 70% de los permisos no residenciales se ubican en zonas ESTRAUS donde el indicador de Accesibilidad Red Metro es superior al 50% (ver figura que sigue)

FIGURA Nº 4.1-17: ÍNDICE DE ACCESIBILIDAD A RED METRO POR ZONA ESTRAUS VERSUS PERMISOS DE EDIFICACIÓN NO RESIDENCIALES 2015-2020



Fuente: Elaboración Propia, 2022

b.3 Accesibilidad a comercio

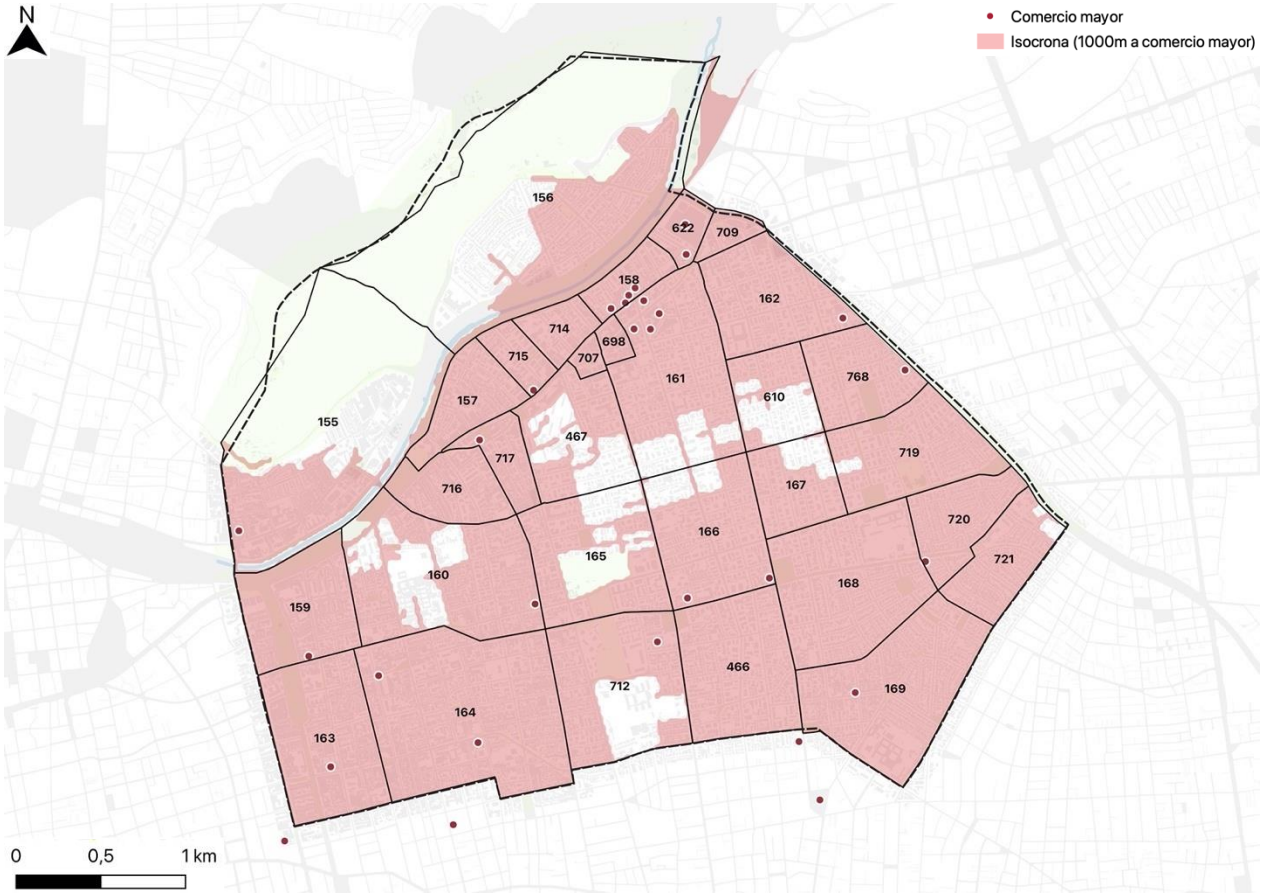
Con la misma lógica de isócronas ya descritas para el caso de las AV, se construyó ahora un mapa que muestra el acceso al comercio mayor. Se identifican los polos de comercio principal (centros comerciales) y los supermercados de cadenas principales, cada uno con las isócronas de accesibilidad de máximo 10 cuadras (si bien en la literatura especializada -Calthorpe, Cervero, Speck, etc.- se definen las distancias caminables a los atributos y servicios barriales y/o estaciones de transporte en un rango de 600 metros o 10 minutos de caminata; en el caso de los comercios mayores, que corresponden a los aquí analizados, se usa un estándar un poco mayor, de 10 cuadras o 1000 metros, o sea 15-20 minutos. Esto dado que son puntos de recurrencia no diaria y que habitualmente conllevan un esfuerzo mayor dado la mayor diversidad y cantidad de oferta de bienes de consumo presentes en ese lugar. Puede ser un viaje semanal o quincenal, a diferencia del almacén barrial, panadería o farmacia donde podría ser diario). Así se construyen las isócronas y luego se convierte a un plano analítico por zona ESTRAUS donde el indicador expresa qué porcentaje de cada Zona ESTRAUS accede a comercio dentro de los 1000 metros máximos de caminata efectiva (no radial).

Es interesante destacar que el acceso al comercio mayor tiene indicadores muy altos. Solo una zona de las 32 está levemente bajo 50% (49%) y existen 16 zonas con 100% de accesibilidad.

Por otra parte, si contrastamos la lógica de localización de los nuevos desarrollos en los permisos residenciales 2015-2020 no vemos una co-relación excluyente respecto del comercio, más aún por la

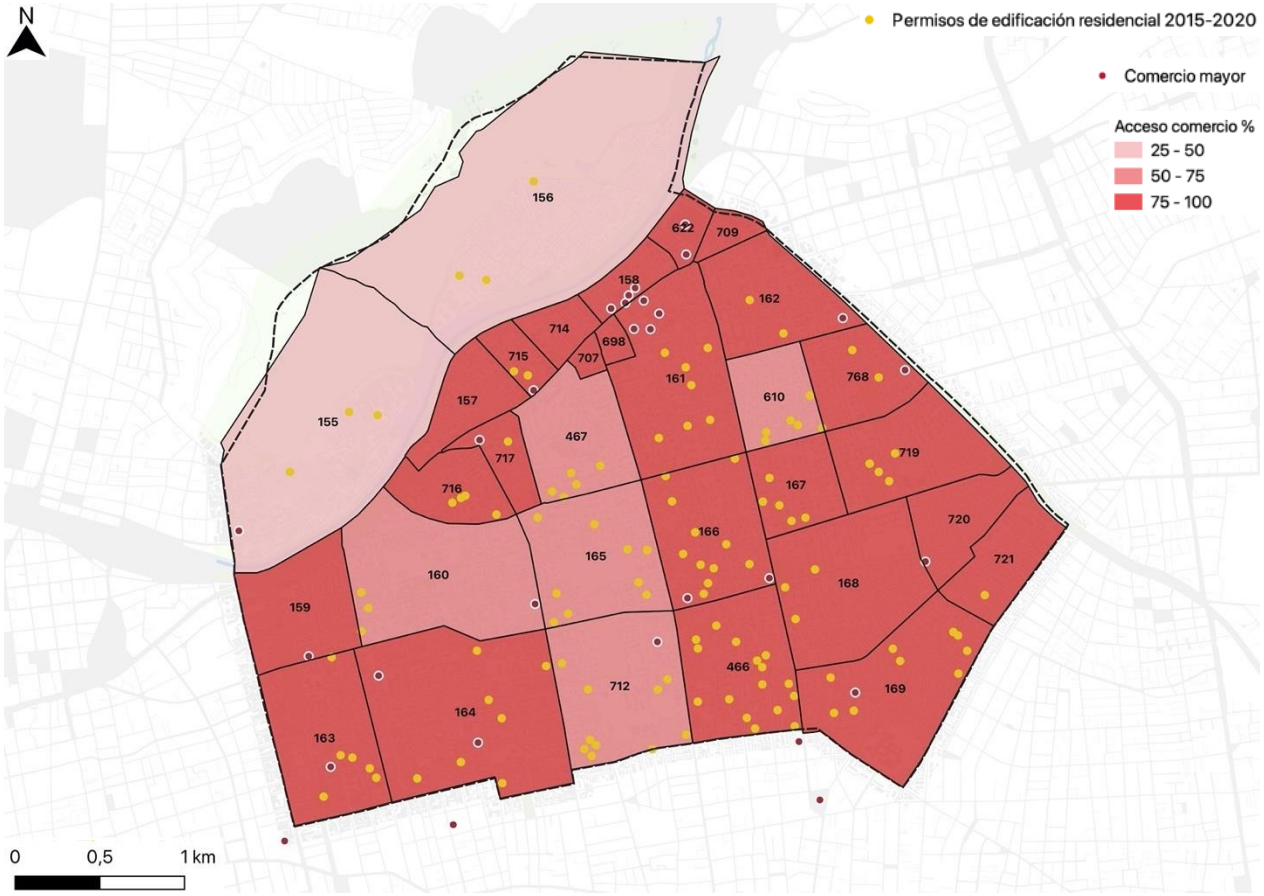
amplia accesibilidad mapeada. Sin duda que esa accesibilidad es una variable de decisión para instalarse dentro de la comuna, pero menos relevante para hacer distingos entre zonas ESTRAUS.

FIGURA Nº 4.1-18: ISÓCRONAS ACCESIBILIDAD COMERCIO MAYOR



Fuente: Elaboración Propia, 2022

FIGURA Nº 4.1-19: ÍNDICE ACCESIBILIDAD A COMERCIO MAYOR POR ZONA ESTRAUS Y CONTRASTADO CON PERMISOS DE EDIFICACIÓN DESTINO RESIDENCIAL 2015-2020



Fuente: Elaboración Propia, 2022

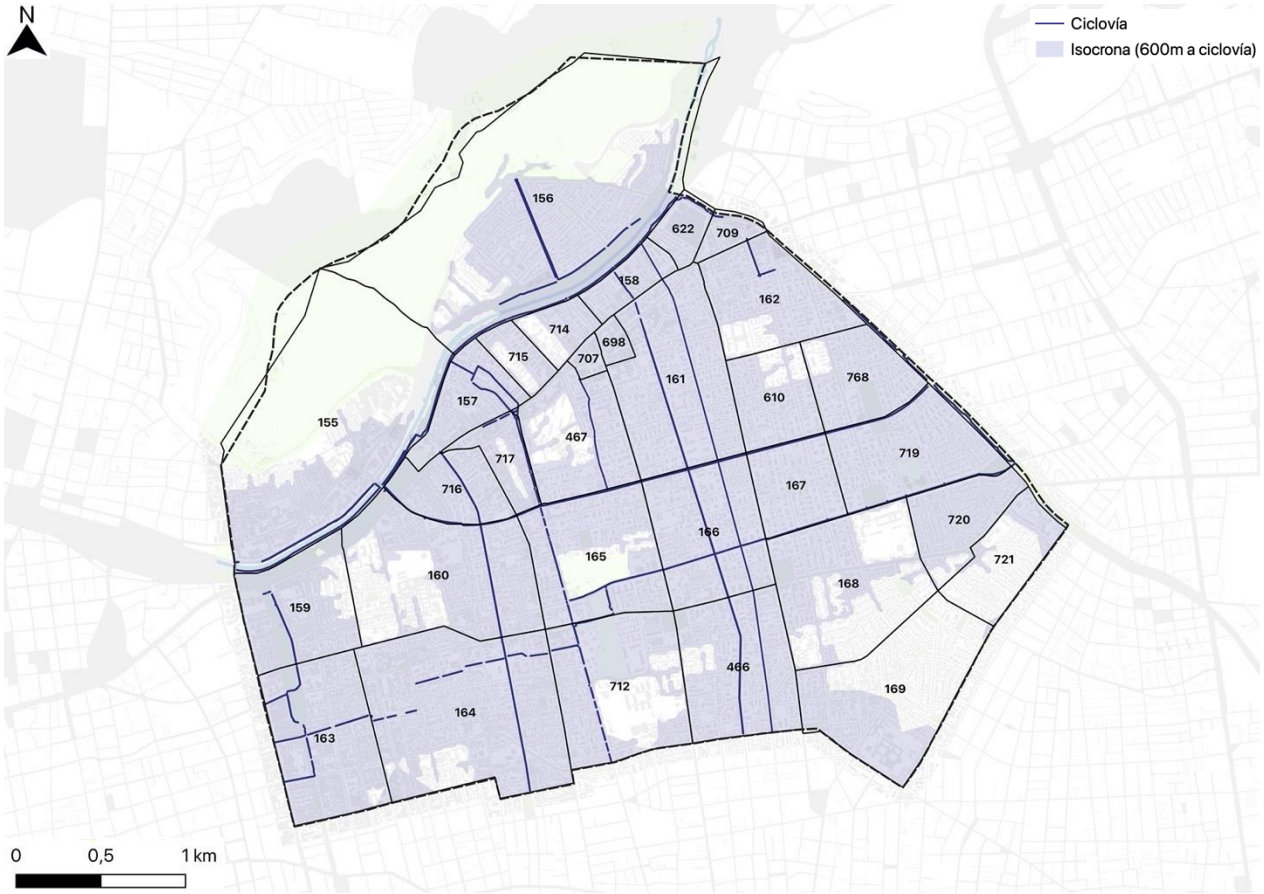
b.4 Accesibilidad ciclovías

Con la misma lógica de isócronas de todos los casos anteriores, se construyó ahora un mapa que muestra el acceso a la red de ciclovías de la comuna.

Se grafican las ciclovías (trazados lineales) y luego se aplica una isócrona de distancia máxima 600 metros para llegar desde mi origen a una de ellas. Luego de construida las isócronas y se convierten a un plano analítico por zona ESTRAUS donde el indicador expresa qué porcentaje de cada Zona ESTRAUS cuenta con acceso una ciclovía oficial a una distancia no superior a 600 metros.

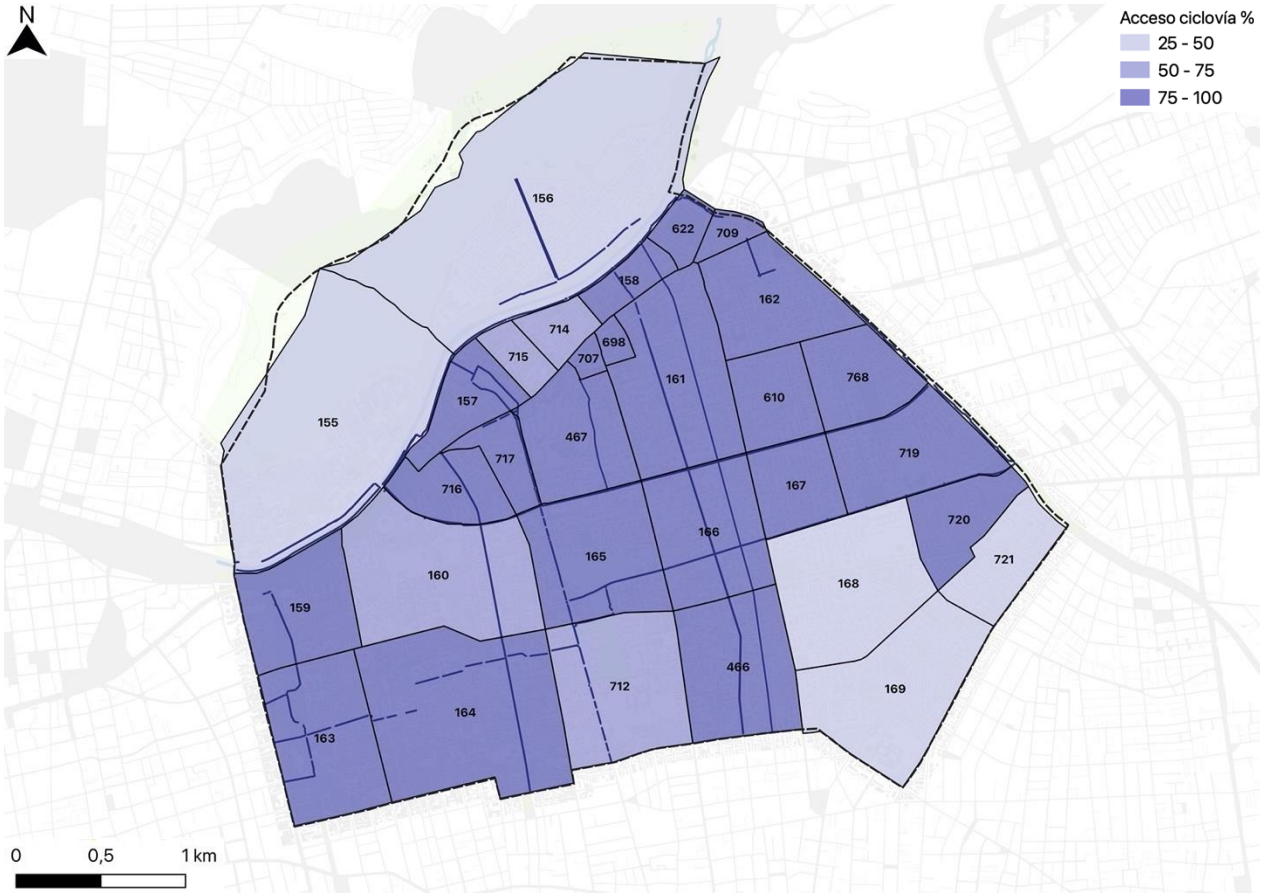
Como se puede apreciar en las gráficas comunales la cobertura de la red de ciclovías es bastante extendida con lo cual las isócronas muestran alto grado de accesibilidad. Esos grados de accesibilidad llevados a zonas ESTRAUS nos indican que solo existen dos bolsones con coberturas inferiores al 50%. Una de ellas es la zona 83 al Poniente de Eliodoro Yáñez (antes de llegar a Providencia) llegando hasta aprox. Salvador. Y luego las del sector El Aguilucho en todo el límite comunal sur con Nuñoa. En este último sector la accesibilidad a Ciclovía es objetivamente deficiente con indicadores de 18% y 14% respectivamente.

FIGURA Nº 4.1-20: ISÓCRONAS ACCESIBILIDAD A RED CICLOVÍAS



Fuente: Elaboración Propia, 2022

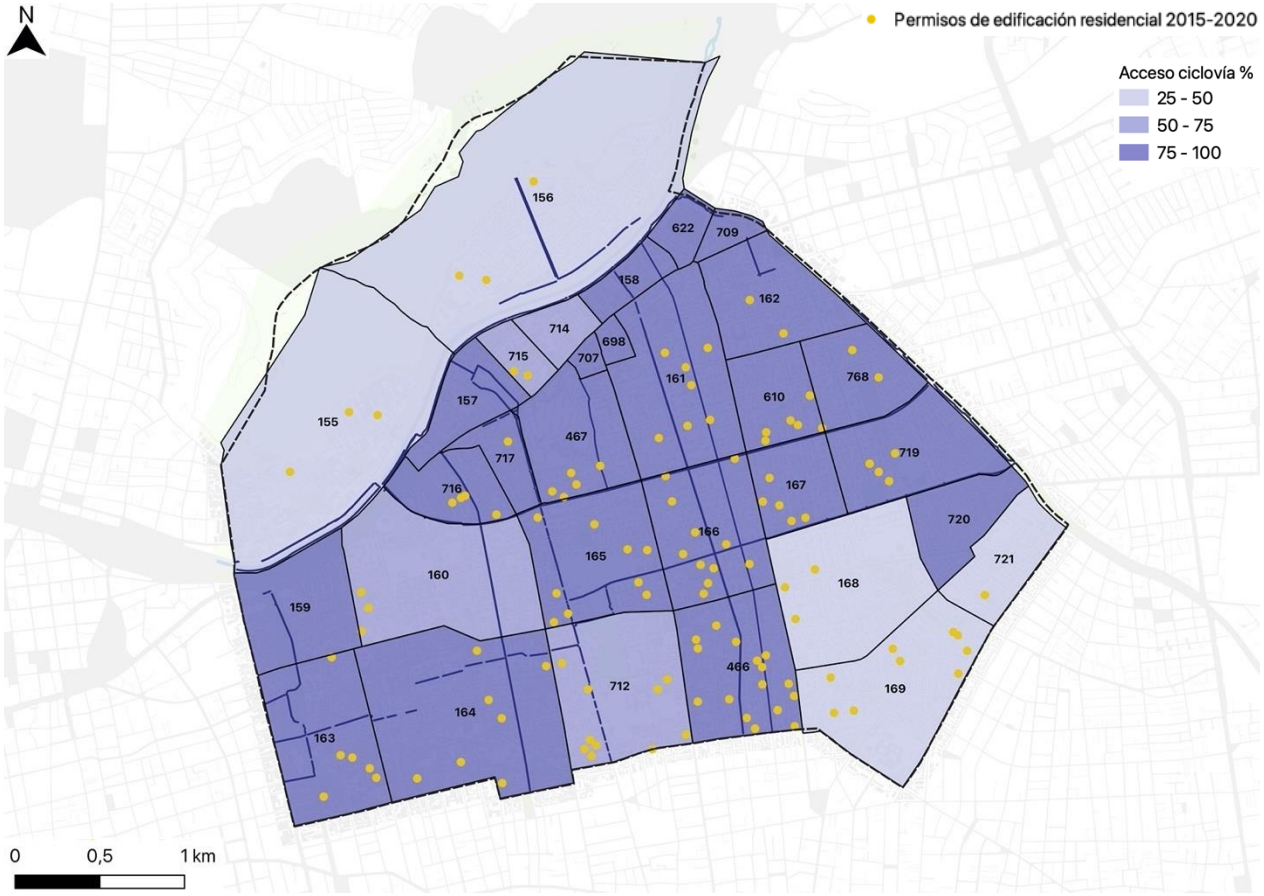
FIGURA Nº 4.1-21: ÍNDICE ACCESIBILIDAD A RED CICLOVÍAS POR ZONA ESTRAUS



Fuente: Elaboración Propia, 2022

Los indicadores de accesibilidad en el sector de Pedro de Valdivia Norte son buenos por la aparición de dos ciclovías, aun cuando no están conectadas al sistema general. Sin embargo Bellavista Oriente y Sector El Cerro Oriente muestran accesibilidad muy baja. Finalmente, podemos observar que al igual que con la accesibilidad al comercio mayor, la accesibilidad a la red de ciclovías es un atributo comunal generalizado y no necesariamente condición de localizaciones específicas para los nuevos desarrollos. Tenemos la muestra y contra como ejemplo de lo anterior: alta concentración de nuevos desarrollos residenciales (2015-2020) a lo largo de los corredores de ciclovías Antonio Varas y Ricardo Lyon, versus numerosos permisos sector Aguilucho con un contexto de bajísimo acceso a red de ciclovías.

FIGURA Nº 4.1-22: ÍNDICE ACCESIBILIDAD A RED CICLOVÍAS POR ZONA ESTRAUS CONTRASTADO CON PERMISOS DE EDIFICACIÓN RESIDENCIAL 2015-2020



Fuente: Elaboración Propia, 2022

c) Dotación de equipamientos y servicios.

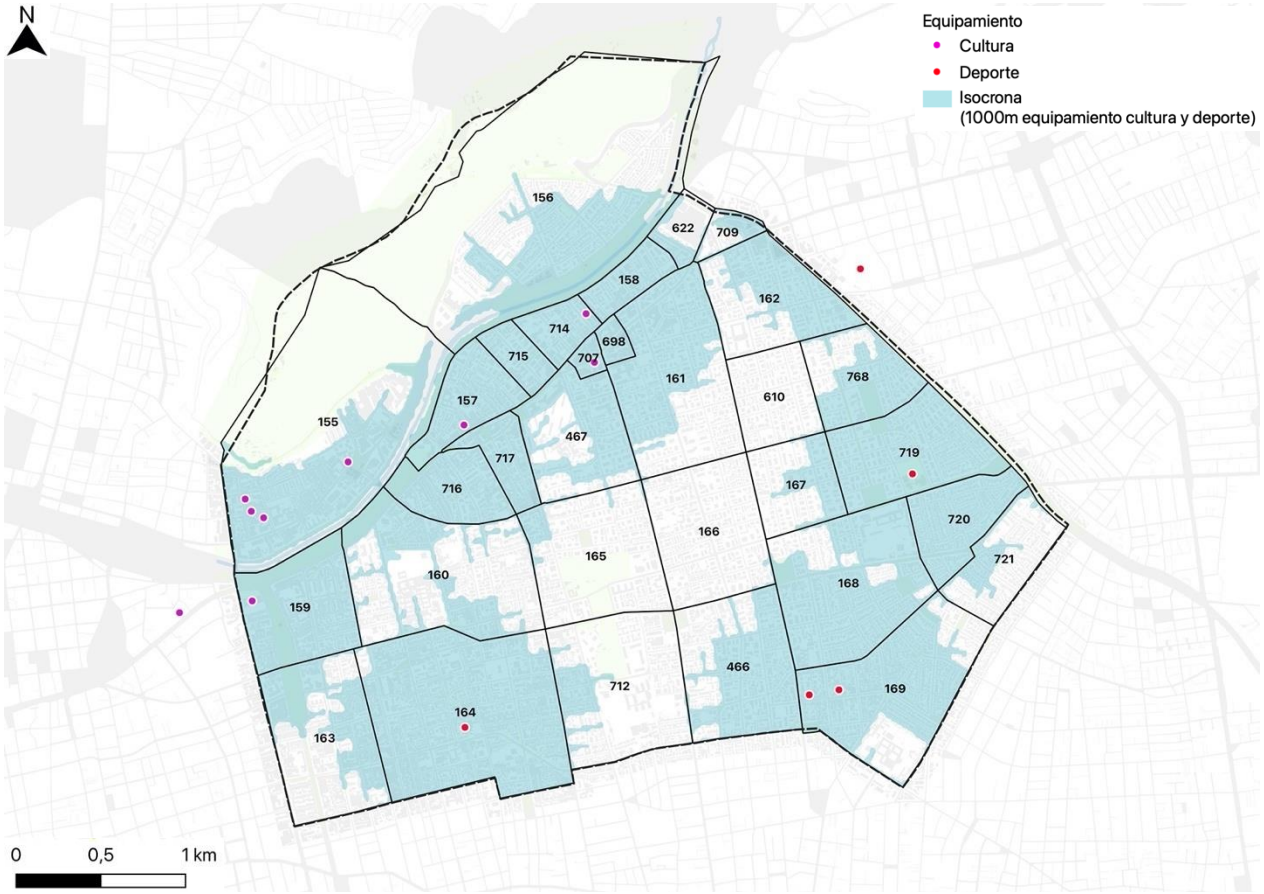
c.1 Accesibilidad deporte y cultura

Para poder construir este mapa analítico se individualizaron los equipamientos principales asociados a cultura y deporte. Como se puede apreciar, la accesibilidad en función de caminata efectiva de 1000 metros llevada a mapa de isócronas muestra una cobertura dispar, con mejores indicadores de accesibilidad en los bordes de la comuna y un sector central más desprovisto.

Dado que estos equipamientos tienen una condición de mucho mayor especificidad en la prestación que ofrecen y que por tanto son menos frecuentes como condición inherente a su naturaleza (con esto queremos decir que a diferencia de lo que puede ser un comercio menor de carácter barrial o bien una plaza, los equipamientos culturales y deportivos tienen un patrón de distribución territorial distinto. Los equipamientos culturales incluso tienden a ser aún más escasos que los deportivos. Con lo anterior, no queremos afirmar que esto sea bueno o malo, sino simplemente reconocer el patrón territorial que se verifica), vemos a nivel de zonas ESTRAUS una Accesibilidad de Deporte y Cultura mucho más baja que las otras variables urbanas ya analizadas, con amplios sectores bajo el 10% de accesibilidad. También presentan indicadores de accesibilidad bajo el sector de Pedro de Valdivia Norte y Bellavista Oriente, que como sabemos se comportan de esa manera en casi todas las variables analizadas.

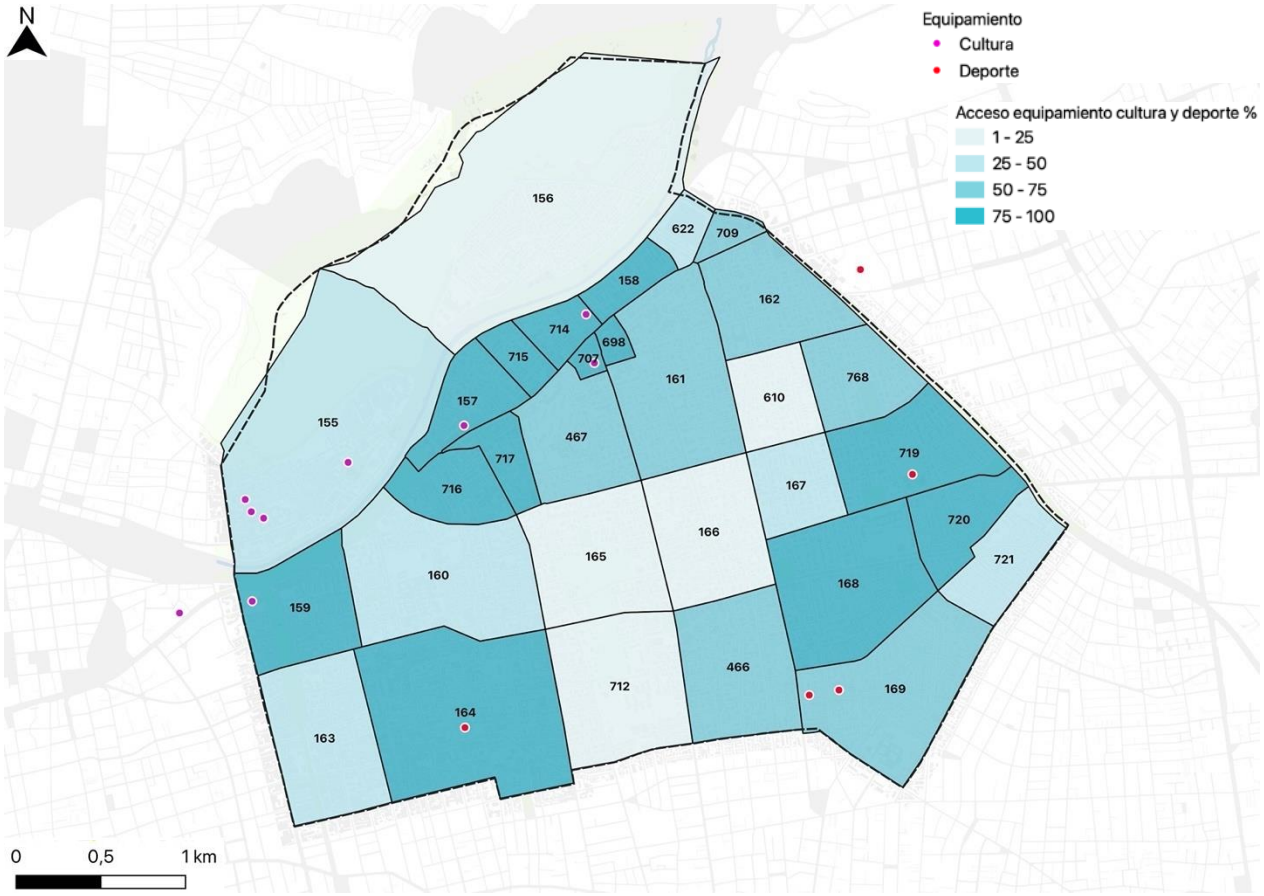
Es razonable pensar que en la decisión de localización de nuevos desarrollos, este factor no es relevante como orientador del desarrollo, sino solo en casos muy puntuales cuando se está inmediato a ese equipamiento.

FIGURA Nº 4.1-23: ISÓCRONAS ACCESIBILIDAD A EQUIPAMIENTOS DE DEPORTE Y CULTURA



Fuente: Elaboración Propia, 2022

FIGURA Nº 4.1-24: ÍNDICE ACCESIBILIDAD A EQUIPAMIENTOS DE DEPORTE Y CULTURA POR ZONA ESTRAUS

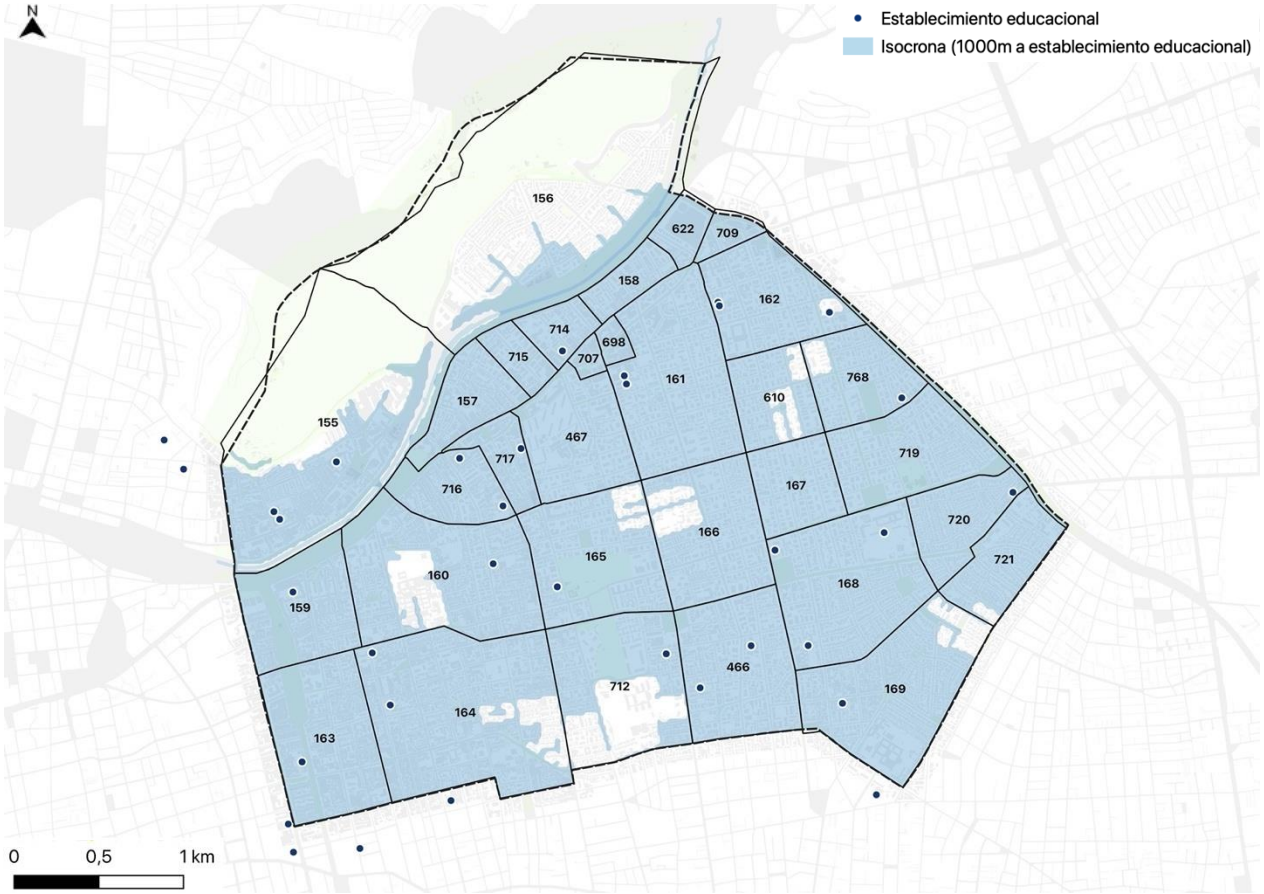


Fuente: Elaboración Propia, 2022

c.2 Accesibilidad a Educación (Primaria y Secundaria)

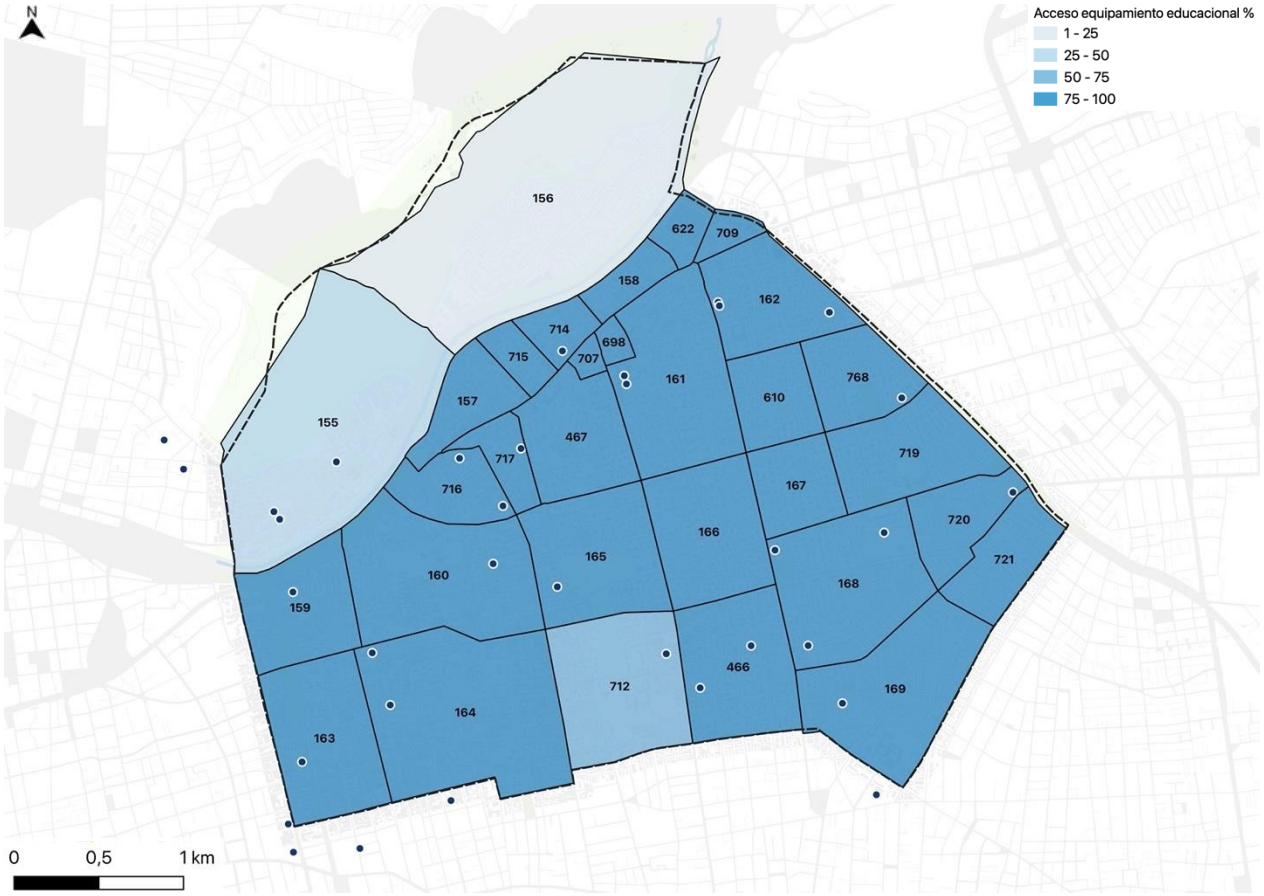
Para poder construir este mapa analítico se individualizaron los establecimientos asociados a educación primaria y secundaria dentro de la comuna. Luego aplicamos los criterios de accesibilidad para construir las isócronas. Como se puede apreciar, la accesibilidad en función de caminata efectiva de 1000 metros llevada a mapa de isócronas, muestra una cobertura muy alta a nivel total de la comuna.

FIGURA Nº 4.1-25: ISÓCRONAS ACCESIBILIDAD A ESTABLECIMIENTOS EDUCACIÓN PRIMARIA / SECUNDARIA



Fuente: Elaboración Propia, 2022

FIGURA Nº 4.1-26: ÍNDICE ACCESIBILIDAD A ESTABLECIMIENTOS EDUCACIÓN PRIMARIA / SECUNDARIA POR ZONA ESTRAUS

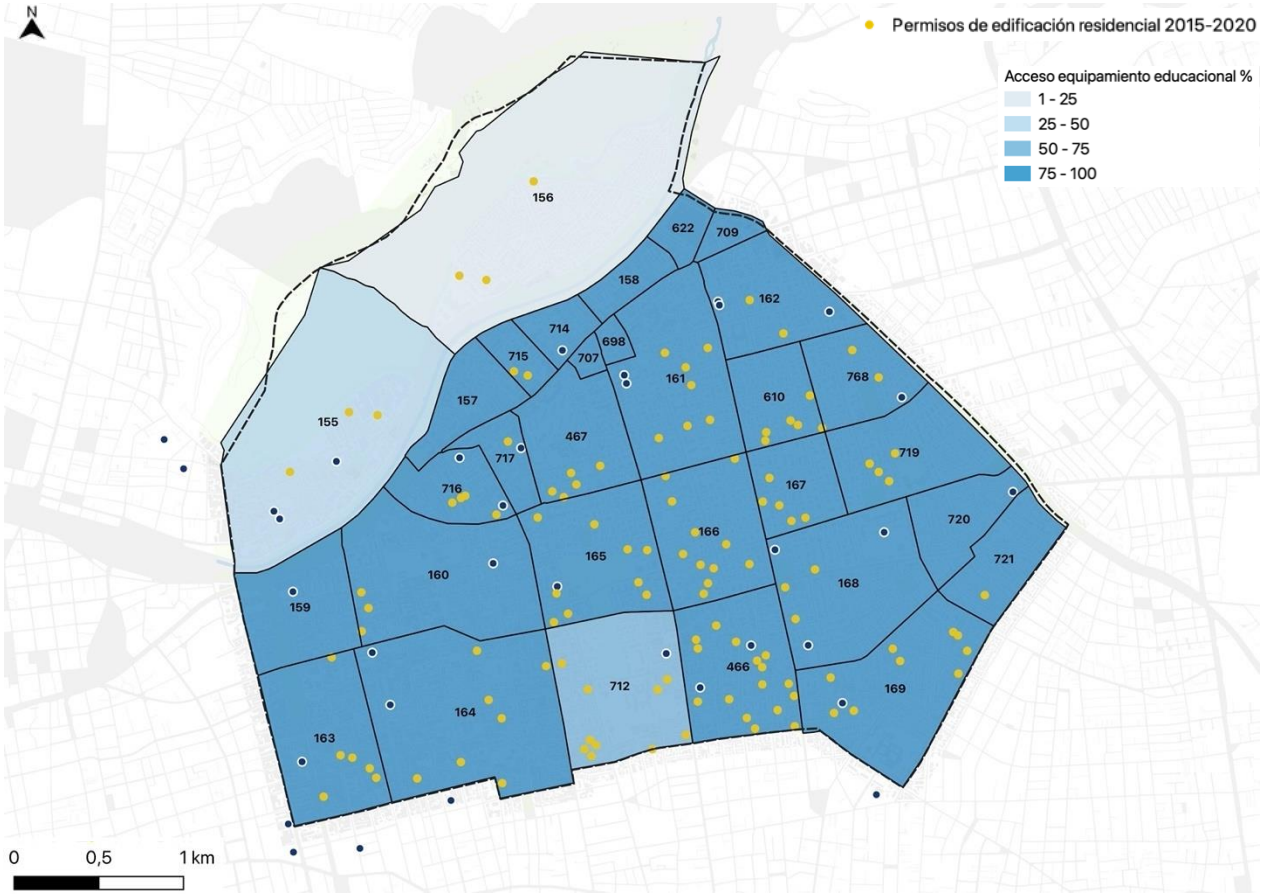


Fuente: Elaboración Propia, 2022

Al convertir isócronas en indicadores a nivel de zona, tenemos muy alta cobertura con índices, todos sobre el 60%. Solo quedan con indicadores de accesibilidad bajos, el sector de Pedro de Valdivia Norte y Bellavista Oriente.

No se observan patrones específicos de localización de desarrollos (permisos de edificación destino residencial 2015-2020) en función de la accesibilidad a educación, si como elemento general de opción por la comuna de Providencia como lugar de residencia.

FIGURA Nº 4.1-27: ÍNDICE ACCESIBILIDAD A ESTABLECIMIENTOS EDUCACIÓN PRIMERIA / SECUNDARIA CONTRASTADO CON PERMISOS EDIF RESIDENCIALES 2015-2020



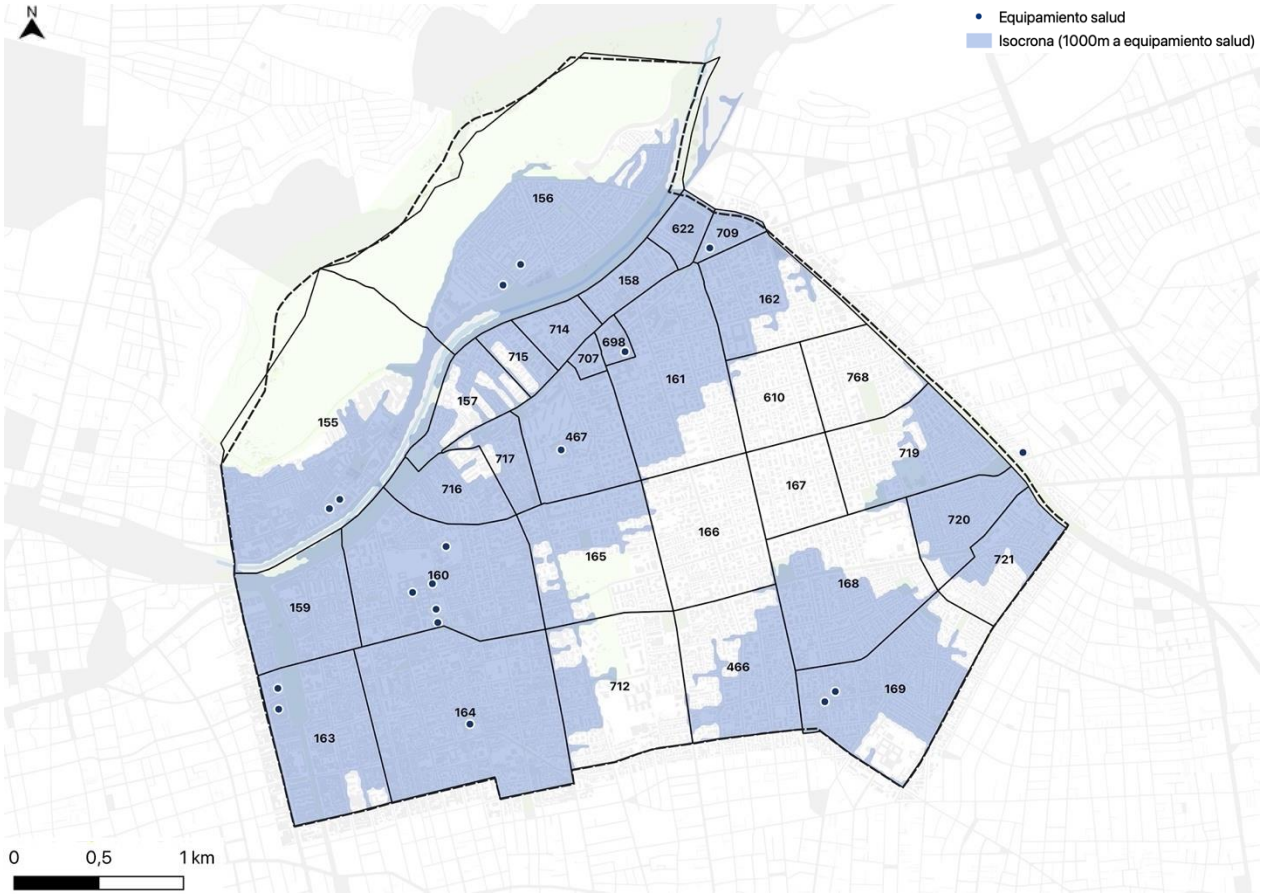
Fuente: Elaboración Propia, 2022

c.3 Accesibilidad a establecimientos de Salud (pública y privada)

Para poder construir este mapa analítico se individualizaron los establecimientos asociados a salud privada y pública dentro de la comuna. Luego aplicamos los criterios de accesibilidad para construir el mapa de isócronas.

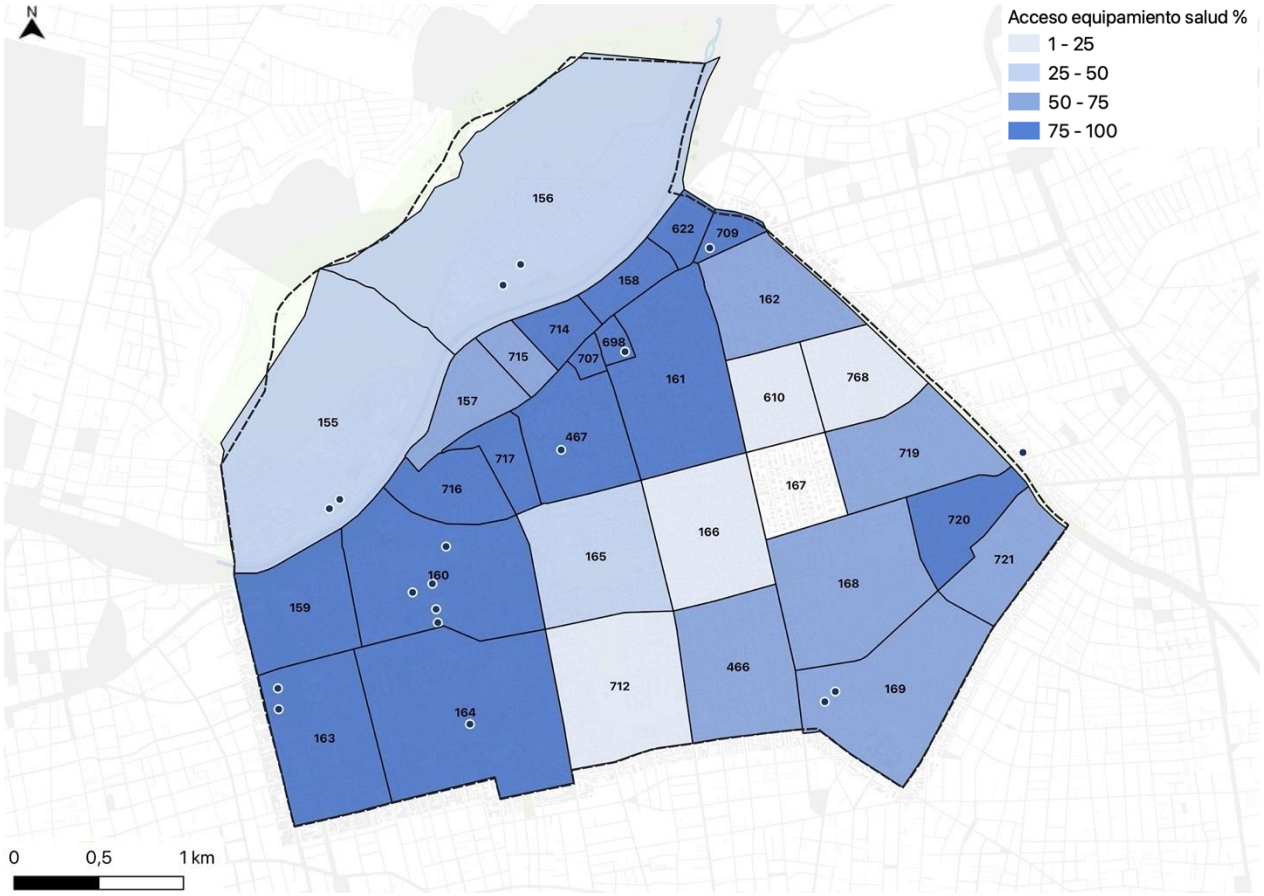
Como se puede apreciar, la accesibilidad en función de caminata efectiva de 1000 metros llevada a mapa de isócronas muestra una cobertura bastante alta a nivel total de la comuna, sin embargo se distinguen dos zonas bajo el nivel de accesibilidad del 50%: Bellavista Oriente y El Cerro Oriente.

FIGURA Nº 4.1-28: ISÓCRONAS ACCESIBILIDAD A ESTABLECIMIENTOS SALUD PRIVADA Y PÚBLICA



Fuente: Elaboración Propia, 2022

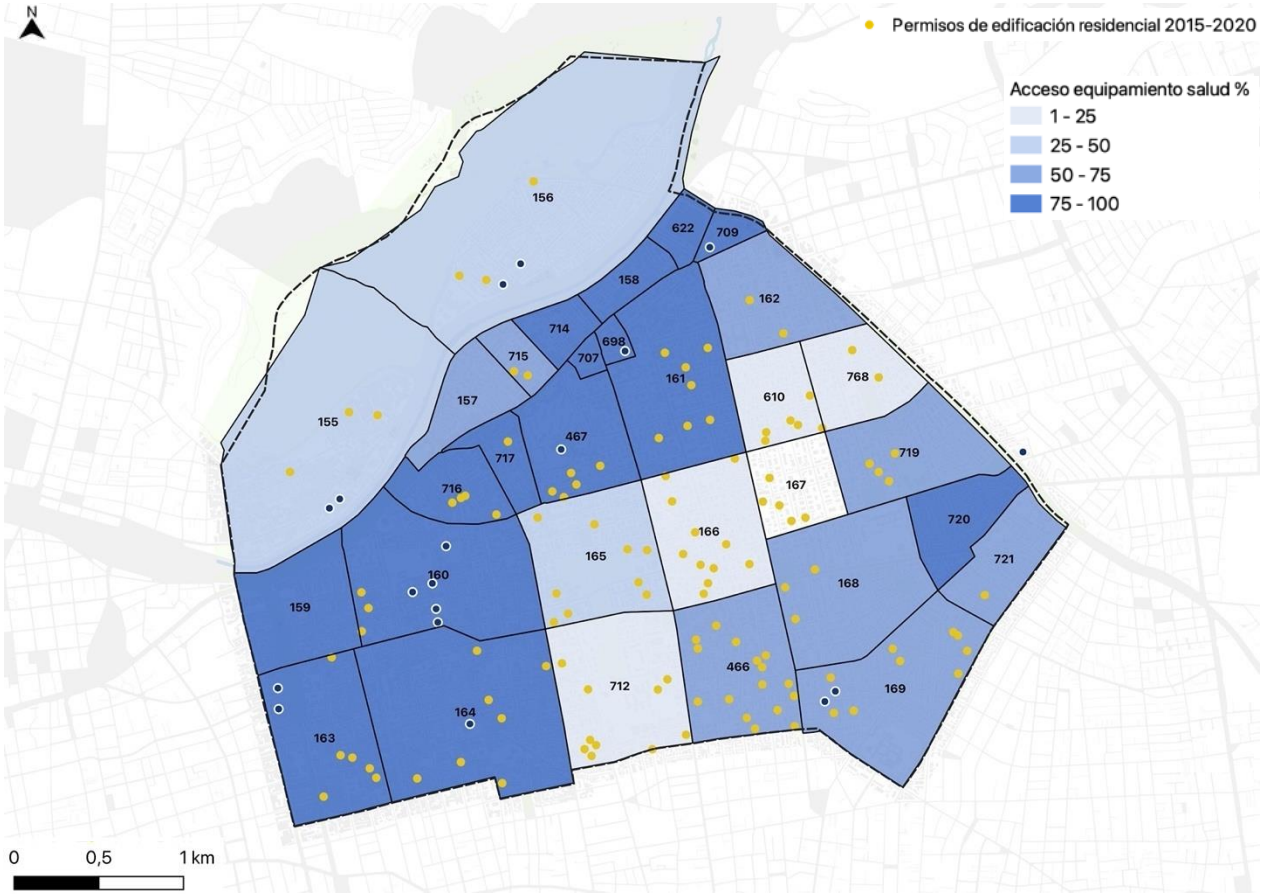
FIGURA Nº 4.1-29: ÍNDICE DE ACCESIBILIDAD A ESTABLECIMIENTOS SALUD PRIVADA Y PÚBLICA POR ZONA ESTRAUS



Fuente: Elaboración Propia, 2022

No se observan patrones específicos de localización de desarrollos (permisos de edificación destino residencial 2015-2020) en función de la accesibilidad a salud.

FIGURA Nº 4.1-30: ÍNDICE DE ACCESIBILIDAD A ESTABLECIMIENTOS SALUD PRIVADA Y PÚBLICA POR ZONA ESTRAUS CONTRASTADO CON PERMISOS EDIF RESIDENCIALES 2015-2020



Fuente: Elaboración Propia, 2022

4.1.1.4 Planificación y Políticas Estratégicas

A este nivel del análisis nos centraremos en poder entender cómo las políticas de planificación comunal, específicamente el PRC, se han ido consolidando en el territorio y si desde esta perspectiva podemos inferir también tendencias de desarrollo que complementen a aquellas relacionadas con los factores urbanos orientadores del desarrollo distintos de la planificación misma. Hemos centrado los esfuerzos en el análisis de la planificación territorial prescriptiva de nivel local ya que su influencia es ciertamente muchísimo mayor y más directa que cualquier otra política o planificación de nivel superior que se mueve habitualmente en el ámbito de lo meramente indicativo.

a) Comparación entre el PRC vigente y lo existente en la actualidad: Grado de consolidación.

Se realiza en esta sección un análisis a nivel agregado, sectorizado según zonas ESTRAUS, que indica el grado de consolidación por zona, esto es, una comparación entre el potencial de desarrollo que permite el PRC versus lo efectivamente construido. La comparación se hace en base a contrastar las alturas máximas permitidas en cada zona del PRC vigente con las alturas verificables hoy y analizadas por medio de herramienta SIG.
Se definen rangos de consolidación para poder ponderar de mejor manera la consolidación agregada por cada zona ESTRAUS. Se definió que la mitad de la altura máxima era un umbral que genera un grado

importante de consolidación y rigidez al cambio. Usando ese umbral se definieron 3 rangos para clasificar las edificaciones existentes:

1- Menor al 50% de la altura máxima
2- Igual o mayor que el 50% de la altura máxima y menor a la altura máxima.
3- Igual a la altura máxima.

Con estos rangos asignados y luego de mapeada toda la comuna, se asignaron los sectores correspondientes a cada zona ESTRAUS teniendo una lectura por zona ESTRAUS tanto de la altura permitida como de las alturas existentes. Lo que se buscan aquí es llegar a identificar los sectores de la comuna con mayor capacidad disponible de desarrollo según la norma vigente y el stock construido actual. Así las cosas, a menor grado de consolidación, mayor es la capacidad disponible de desarrollo.

En el cuadro siguiente y figura correspondiente se muestra el resultado del análisis zona por zona y los porcentajes que se verifican para cada condición. Primero un ejemplo:

Zona ESTRAUS 155:

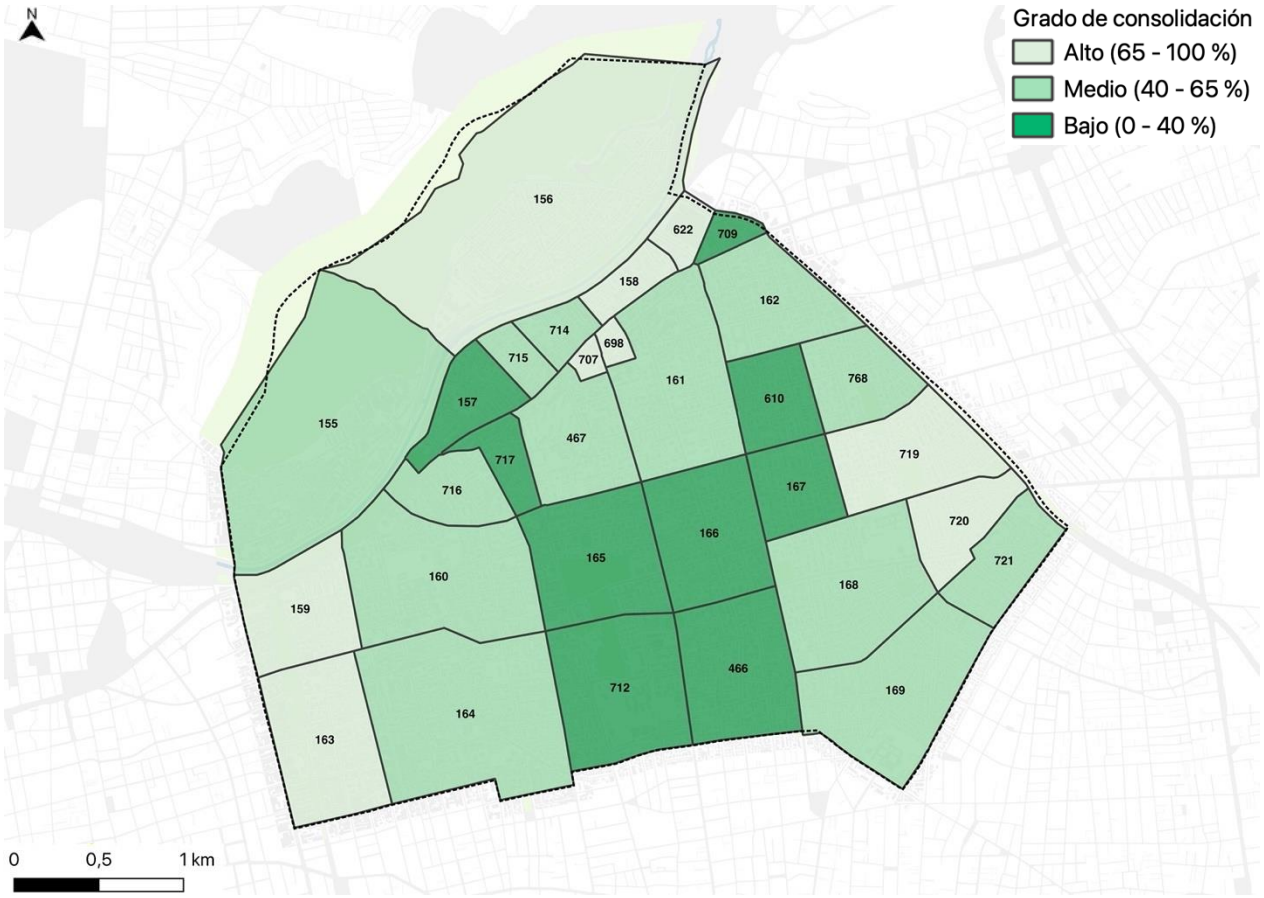
-Zonas PRC aplicables: como ejemplo se muestran EC3, EC5, EC 7 (no existe en zona 155 ESTRAUS)
-Se analizan los 3 rangos de alturas existentes por cada una de las zonificaciones del PRC presentes dentro de la Zona ESTRAUS

CUADRO Nº4.1-6: ZONA ESTRAUSS 155 Y PERMISOS DE EDIFICACIÓN

Nº Zona Estraus	EC3 (10 m)				EC5 (16 m)				EC7 (22 m)			
	% edif >5 m	% edif ≤5 m	% edif =10 m	consolidación	% edif >8 m	% edif ≤8 m	% edif =16 m	consolidación	% edif >11 m	% edif ≤11 m	% edif =22 m	consolidación
155	3,6%	78,7%	17,8%	96,4%	54,1%	36,5%	9,5%	45,9%	—	—	—	

Fuente: Elaboración Propia, 2022

FIGURA Nº 4.1-31: GRADO DE CONSOLIDACIÓN EN BASE A LO PERMITIDO POR PRC VERSUS STOCK CONSTRUIDO GRAFICADO POR ZONA ESTRAUS



Fuente: Elaboración Propia, 2022

Es posible concluir mediante este análisis de niveles de consolidación, agregado a nivel de zonas ESTRAUS, que se verifica una tendencia clara donde es el centro geométrico de la comuna el que presenta menores grados de consolidación y por ende mayor capacidad de absorber desarrollo. Luego se observa un anillo de consolidación media, y finalmente, en sus bordes están las zonas que presentan el mayor grado de consolidación, esto es, donde existe una mayor coincidencia entre lo permitido como máximos en el PRC y el stock existente.

CUADRO Nº4.1-7: GRADO DE CONSOLIDACIÓN (PERMITIDO POR PRC VERSUS STOCK CONSTRUIDO)

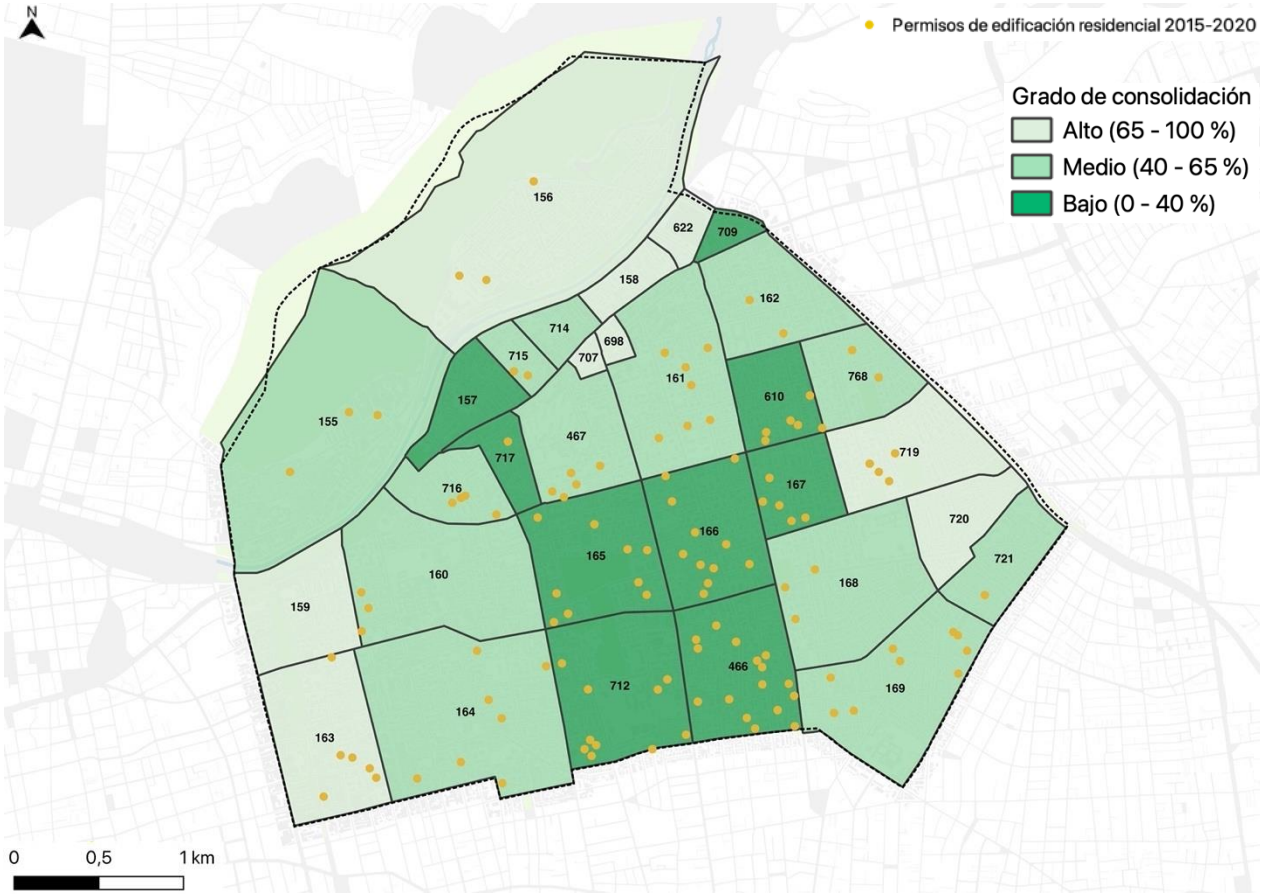
Zonas de Edificación												Nº Zona Estraus	CONSOLIDACIÓN	
EC3	EC5	EC7	EC12	EC2 + A8	EA3	EA5	EA7	EA12	ZE, ZEP CE1, ZEP AE, ZEP A3	EC3 + AL	EALPA			
consolidación														
96,4%	45,9%				100,0%	25,0%	38,1%					155	MEDIA	61,1%
					89,8%	83,0%		100,0%				156	ALTA	90,9%
								0,0%				157	BAJA	0,0%
100,0%		100%										158	ALTA	100,0%
	88,9%	74,1%	66,7%				53,3%					159	ALTA	70,8%
91,2%			50,0%	17,5%	88,4%	82,8%	28,2%	17,9%				160	MEDIA	53,7%
				16,7%				60,9%				161	MEDIA	38,8%
								40,5%				162	MEDIA	40,5%
96,9%	82,7%	73,5%			90,7%	81,8%						163	ALTA	85,1%
84,3%		100%		33,3%	80,8%	81,4%	7,6%					164	MEDIA	64,6%
				29,7%			43,7%	22,5%				165	BAJA	31,9%
				25,6%			47,2%	24,0%				166	BAJA	32,3%
				0,0%			68,4%	40,5%				167	BAJA	36,3%
				5,4%	86,5%	81,1%	45,8%	14,3%				168	MEDIA	46,6%
77,6%					78,2%	77,5%	20,0%	16,7%				169	MEDIA	54,0%
				18,4%			23,6%	20,7%				466	BAJA	20,9%
				100,0%				27,7%				467	MEDIA	63,9%
				20,0%				40,4%				610	BAJA	30,2%
									100,0%	50,0%	52,9%	622	ALTA	67,6%
									100,0%	75,0%		698	ALTA	87,5%
									100,0%	94,0%		707	ALTA	97,0%
										24,8%		709	BAJA	24,8%
				14,8%			19,5%	57,8%				712	BAJA	30,7%
		50,0%										714	MEDIA	50,0%
									100,0%	36,4%	18,1%	715	MEDIA	51,5%
	92,7%		84,2%	41,3%				9,5%				716	MEDIA	56,9%
				11,1%			25,3%	13,2%				717	BAJA	16,6%
				100,0%	92,7%	77,3%	54,7%	52,7%				719	ALTA	75,5%
					93,8%	77,0%						720	ALTA	85,4%
					85,7%	79,8%	18,4%					721	MEDIA	61,3%
						74,1%	68,8%	42,9%				768	MEDIA	61,9%

Fuente: Elaboración Propia, 2022

Los sectores con grado de consolidación bajo y medio son justamente los que han estado recibiendo la mayor cantidad de permisos en los últimos años (2015-2020); tendencia clara y consistente para los últimos 6 años. Ello haría posible deducir, que existe una alta co-relación entre el nivel de consolidación (o capacidad de acoger desarrollo nuevo) y la lógica de localización de nuevos proyectos.

En otras palabras, de este análisis resulta que la disponibilidad de tejido urbano/suelo con capacidad de densificación, se identifica como el principal orientador del desarrollo, ello dentro de un contexto comunal de alto grado de acceso a bienes y servicios urbanos y donde existen factores orientadores complementarios tales como Accesibilidad a AV, Ciclovías y Red Metro. La figura que sigue ilustra esta tendencia.

FIGURA Nº 4.1-32: GRADO DE CONSOLIDACIÓN EN BASE A LO PERMITIDO POR PRC VERSUS STOCK CONSTRUIDO, GRAFICADO POR ZONA ESTRAUS Y CONTRASTADO CON PERMISOS DE EDIFICACION DESTINO RESIDENCIAL 2015-2020



Fuente: Elaboración Propia, 2022

4.1.2 Variables Cambio Climático

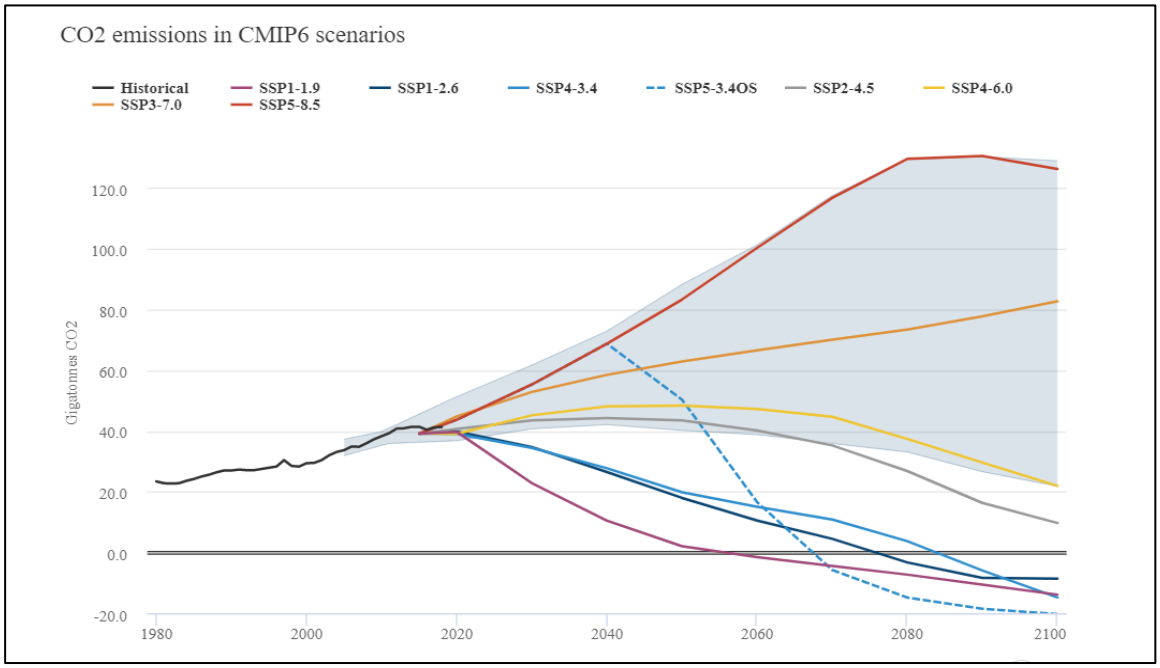
4.1.2.1 Cambio Climático

Se analizan los cambios en el clima del territorio, entre el presente (escenario histórico) y el futuro (escenarios intermedio y lejano). Estas proyecciones climáticas se obtienen de los datos disponibles en la Plataforma de simulaciones climáticas del CR2 y son elaboradas en base a los escenarios de emisiones globales, tomando en cuenta un escenario conservador sin acciones de mitigación (RCP 8,5) y un escenario optimista (RCP 2,6).

En este punto es pertinente comparar a Providencia con las comunas de la región y área metropolitana, pues la resolución de la información es de 10x10 km (Simulaciones) y de 5x5 km (ARCLIM). Para resoluciones más detalladas dentro de la comuna, se usó Worldclim, que pese a ofrecer escenarios futuros a 1x1 km para el último modelo del IPCC (CMIP6 - Coupled Model Intercomparison Project Phase 6) no muestra diferencias respecto a Arclim.

Para ser consistente con la solicitud del mandante se usaron los escenarios SSP1-2.6 y SSP5-8.5, como se presenta en la siguiente figura, los cuales son equivalentes a los RCP 2.6 y RCP8.5 respectivamente.

FIGURA Nº 4.1-33: ESCENARIOS DE VÍAS SOCIOECONÓMICAS COMPARTIDAS (SHARED SOCIOECONOMIC PATHWAYS SSP)



Fuente: https://www.carbonbrief.org/cmip6-the-next-generation-of-climate-models-explained

El análisis de estas proyecciones permitió (1) estimar el grado de cambio del clima que se espera y (2) evidenciar cómo se comportarían las amenazas e impactos de estos cambios en los asentamientos humanos. Acá será necesario trabajar con series temporales para proyectar las amenazas que afectarán a Providencia en el futuro mediante la construcción de índices de extremos climáticos (Olas de calor, días de precipitación sobre 60 mm, etc.). La guía del BID nos permitirá definir en este sentido niveles de cumplimiento (bajo, medio y alto) sobre acciones y consideración de las amenazas del cambio climático en el ámbito comunal.

4.1.2.2 Inventario de Emisiones GEi

La proyección de las emisiones de GEi se realiza en base a la estimación de las actividades de la ciudad a futuro, utilizando información cuantitativa y cualitativa básica recopilada durante el diagnóstico para determinar las tendencias de crecimiento pasadas y actuales de las distintas actividades. Como resultado, se obtienen:

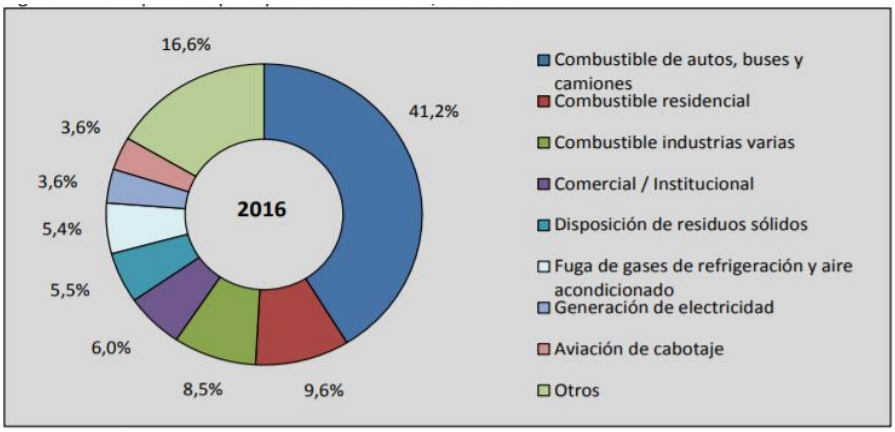
- Indicadores que caracterizan el impacto de distintas actividades de la ciudad en el cambio climático (tonCO2) y su tendencia esperada a mediano y largo plazo (10 y 30 años);
- Los sectores de más rápido crecimiento;
- Una comparación con el inventario a nivel regional/nacional. Aporte posible de la comuna en este ámbito.

Luego de este inventario se identifican y focalizan los elementos fundamentales para la mitigación del cambio climático relacionados con la planificación urbana.

En este punto es relevante la información de simulaciones de usos de suelo derivados de las regulaciones comunales, demografía, tipología de hogares, además de acciones de mitigación, con ello se pueden proyectar las emisiones futuras según actividad y cambios proyectados de la matriz energética.

Según los inventarios regionales de gases de efecto invernadero 1990-2016 (MMA, 2019) son las fuentes móviles las que más aportan, junto con la quema de combustibles para uso residencial e industria. En ese sentido, Providencia debe mitigar las emisiones de fuentes móviles y residenciales principalmente, y por sus usos de suelo, el sector comercial que posee casi un 10% de importancia a nivel regional.

FIGURA Nº 4.1-34: FUENTES DE EMISIÓN AL 2016 EN LA REGIÓN METROPOLITANA



Fuente: Inventarios regionales de gases de efecto invernadero 1990-2016 (MMA, 2019)

La idea es aprovechar los inventarios regionales y bajar a escala del municipio de Providencia mediante usos de suelo, movilidad, cambios energéticos y constructivos y estimar emisiones en el ámbito municipal.

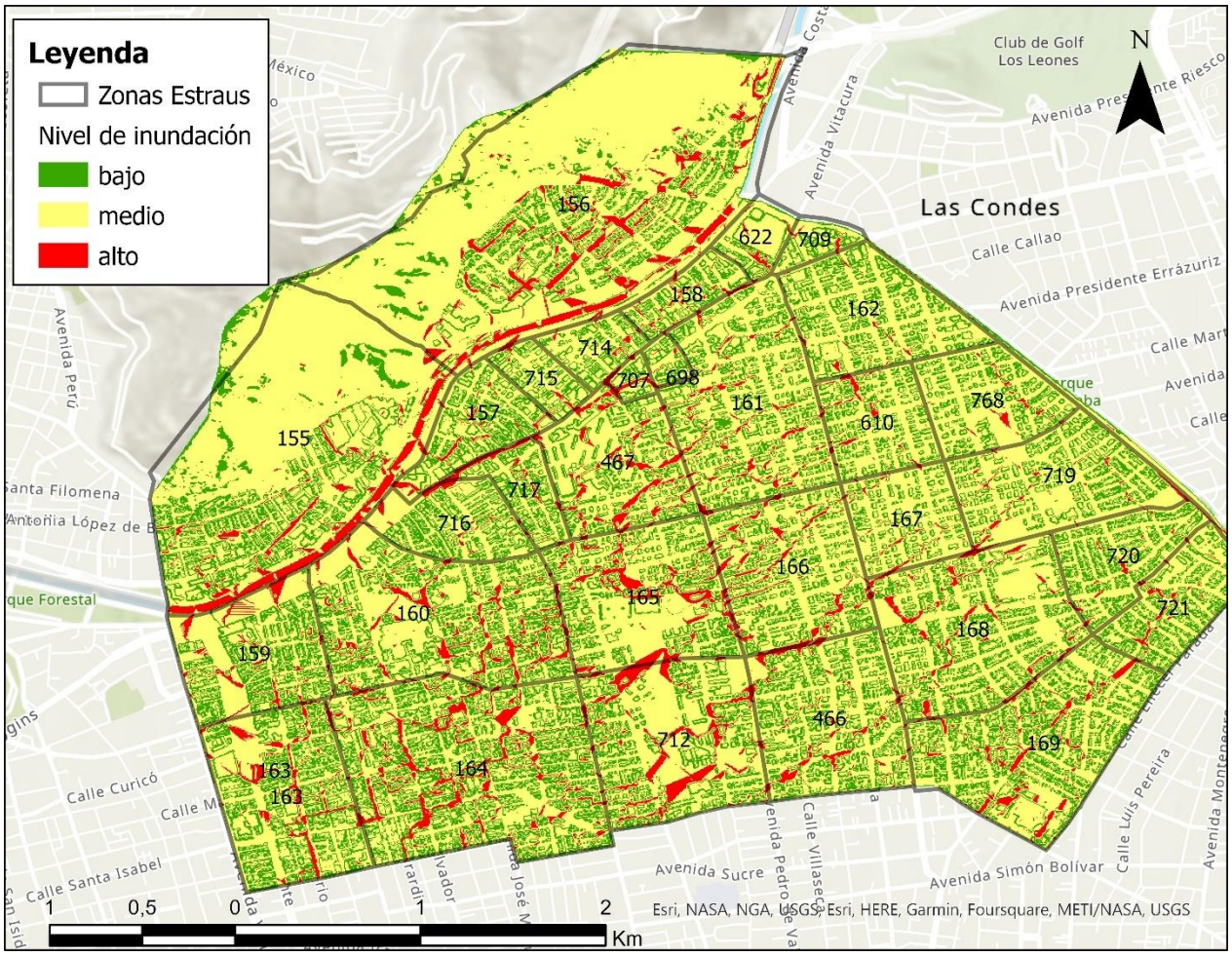
4.1.2.3 Amenazas del Cambio Climático

Es importante recalcar que no es posible establecer la tendencia de las amenazas climáticas únicamente en base registros históricos, por lo que se debe considerar el dinamismo del sistema ambiental y humano y la incertidumbre producida por el cambio climático. Para establecer las tendencias de las amenazas climáticas y analizar su impacto, se considerará:

1) **Amenazas de aparición rápida** como inundaciones, incendios, remociones en masa, lluvias intensas: En general Providencia sólo está afectada por desbordes y anegamientos (Fig. N° 4.1-9). Pudiendo ser más complejas las situaciones de desbordes del Río Mapocho en su confluencia con el canal San Carlos; Igualmente se recomienda no disminuir la capacidad de caudal del río y canal, sobretodo aguas arriba. Los incendios forestales se circunscriben al cerro San Cristóbal ubicado en el límite norte de la comuna, y a pesar de su cercanía con las viviendas, sin afectarlas directamente. Respecto a esto, se recomienda generar franjas de baja carga de combustible vegetal, limpieza de escombros inflamables a más de 100 metros de viviendas.

   Los movimientos en masa no son frecuentes y tampoco se incrementarán. De hecho, la comuna está lo suficientemente alejada de la zona de piedemonte andino, lo que la deja fuera de la zona de afectación de aluviones. Las lluvias intensas podrían incrementarse con el cambio climático, pero en umbrales que no implican problemas de anegamiento muy diferentes a los actuales. Es recomendable mantener la capacidad de los colectores de aguas lluvias y considerar las zonas de alto nivel de inundación de la figura siguiente.

FIGURA Nº 4.1-35: NIVELES DE INUNDACIÓN EN PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración Propia.

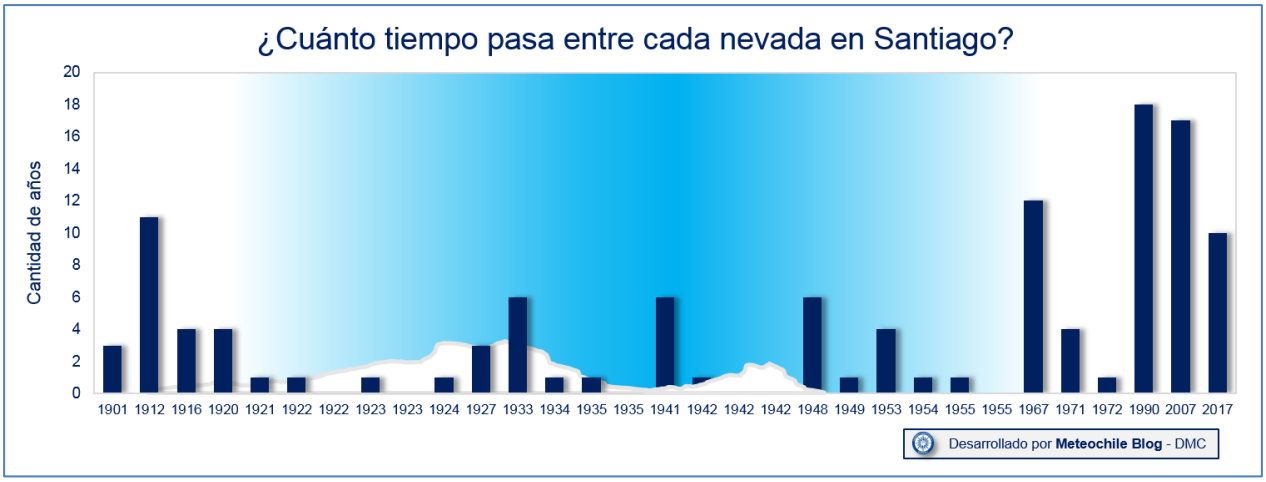
2) **Amenazas de aparición lenta** como olas de calor y frío, sequía, deshielo y cambios en el ciclo hidrológico. Las olas de calor y frío se podrían incrementar dado que el sistema climático en nuestra región ha aumentado la variabilidad de las temperaturas. Sin embargo, las proyecciones son menos extremas que lo que ocurre en Europa mediterránea. El problema principal es el cambio del ciclo hidrológico dado los deshielos tempranos y con ello, comprometer la disponibilidad de agua potable en verano.

La correcta identificación, caracterización y proyección de los efectos del cambio climático en el territorio es crítica para reducir la incertidumbre de los escenarios de cambio climático, y así, generar en base a lo anterior una planificación urbana consciente y sensible al clima.

La información disponible en el perfil climático de la comuna declarado en el sitio web de la Red de municipios contra el cambio climático es insuficiente para la planificación sensible al clima. Por ejemplo, para Providencia, se identifican tres eventos climáticos extremos (olas de calor, inundación y precipitación intensa), y no se abordan las islas de calor y frío. El cambio climático está exacerbando el sistema climático, y con ello la mayor frecuencia de eventos tales como sequía e incendios (que podrían afectar en el cerro San Cristóbal), eventos de granizada y nieve, e incluso, eventos de vientos extremos. Mediante datos

históricos (no sólo instrumentales) se buscaron antecedentes de eventos extremos para Providencia, mediante archivos históricos y otras fuentes documentales, por ejemplo, el libro de climas de Chile de Benjamín Vicuña Mackenna (AÑO). Además, la Dirección Meteorológica proporcionó datos inéditos o de reciente publicación referido a extremos, por ejemplo, episodios de nieve, tal como muestra la siguiente figura. Si bien la nieve es poco frecuente, se aprecia una recurrencia alterna entre 2 y más de 10 años, pero con ventanas de períodos sin nieve más extensos desde 1990.

FIGURA Nº 4.1-36: EVENTOS DE NIEVE EN SANTIAGO ENTRE 1901-2017



Fuente: Dirección Meteorológica de Chile

En cuanto a incendios forestales, hay que planificar áreas de interfaz urbano forestal en el borde del cerro y entre los parques urbanos y las viviendas para evitar riesgo de desastre. Si bien la materialidad de las viviendas en Providencia no es combustible, si constituye un riesgo pues existe una cercanía con las laderas vegetadas del Cerro San Cristobal que supera normas de otros países (se definen por zona de interfaz aquella que están a 200 metros de las construcciones y a 400 metros de las zonas combustibles), tales como España, Italia, Francia y Portugal (todos con climas similares a Chile), lo cual ha sido descrito por Sarricolea et al., 2020.

En este capítulo se vuelve pertinente presentar nuevamente el análisis relacionado a la información disponible a partir del Atlas de Riesgo Climático (Arclim, 2020), aun cuando corresponde a información a meso escala (calculada en una grilla de 5 km de resolución espacial, un par de pixeles para la comuna de Providencia, figura 2.3.26. en informe 2), es considerada útil ya que da cuenta de la tendencia observada (1980-2010) y futura (2050) de la comuna, representada en diversos indicadores.

Se seleccionaron algunos de los resultados de ARCLIM más significativos para la comuna. En la tabla es posible identificar que una de las principales amenazas actuales y futuras que presenta la comuna se refiere a las temperaturas extremas y en particular, aquellas referidas al comportamiento de las temperaturas máximas, como, por ejemplo, aquellos referidos a episodios de olas de calor de 3 o 6 días de duración o los días con temperaturas máximas superiores a 30°C. Además del calor diurno, es importante considerar lo que ocurre con las noches cálidas que aumentan y se relacionarían, además, con una disminución de aquellos eventos relacionados con las temperaturas mínimas, como, por ejemplo, la duración e intensidad de las noches frías.

De acuerdo con estos datos, actualmente la comuna alcanza en promedio temperaturas de 33,5°C; 37 días y noches cálidos y en promedio 7 episodios de olas de calor de al menos 3 días (determinada en relación al percentil 90 de la serie de datos utilizada (1980-2010). Estos indicadores, además, presentan importantes variaciones hacia la condición futura, multiplicando la ocurrencia de eventos extremos asociados a calor en la comuna, en consistencia al aumento proyectado para las temperaturas.

CUADRO Nº4.1-8: INDICADORES PRESENTE Y FUTURO ATLAS DE RIESGO CLIMÁTICO

		PROVIDENCIA				Promedio Santiago			
Indicador	unidad	presente	futuro	delta	% cbo	presente	futuro	delta	% cbo
Amplitud térmica	grados	14,6	15,2	0,5	3,7	15,4	15,9	0,6	3,6
Días calurosos (>30ºC)	Días	35,5	71,9	36,5	102,9	46,7	80,8	34,3	73,4
Día más cálido	ºC	33,5	35,8	2,2	6,7	33,6	35,9	2,3	6,9
Temperatura media	grados	15,8	17,1	1,3	8,2	15,1	16,4	1,3	8,8
Días relativamente cálidos (>28ºC)	Días	93,7	129,2	36,1	38,5	99,0	130,5	31,7	32,0
Días de verano (>25ºC)	Días	158,9	187,1	27,9	17,6	156,2	183,3	26,5	16,9
Promedio de la temperatura máxima diaria	ºC	23,1	24,7	1,6	6,7	22,8	24,4	1,6	7,0
Días muy cálidos	Días	0,5	5,0	4,5	873,7	1,4	8,5	7,1	517,9
Días cálidos	Días	37,1	97,4	60,4	162,8	37,1	97,1	60,2	162,0
Noche más cálida	ºC	16,1	17,5	1,3	8,2	15,1	16,4	1,3	8,7
Noches cálidas	Días	37,0	101,9	65,0	175,6	37,1	101,7	64,6	174,4
Duración de periodos de noches cálidas (> 6 Días)	Días	1,0	12,5	11,5	1210,5	0,9	11,9	11,1	1220,9
Duración de periodos de noches cálidas (> 3 Días)	Días	7,4	40,6	32,1	433,1	7,4	39,9	31,7	430,1
Duración de episodios cálidos (> 6 Días)	Días	1,1	11,5	10,5	1001,6	1,1	11,3	10,4	987,5
Duración de episodios cálidos (> 3 Días)	Días	8,4	42,1	31,6	375,6	8,4	41,7	31,4	372,7
Día más frío	ºC	10,0	11,1	1,1	10,7	9,4	10,5	1,1	11,8
Noche más fría	ºC	-1,0	-0,1	0,9	-88,4	-2,2	-1,3	0,9	-40,4
Duración de episodios fríos (>6 días)	Días	0,5	0,1	-0,5	-93,4	0,5	0,1	-0,5	-86,0
Duración de episodios fríos (>3 días)	Días	6,9	1,4	-5,1	-74,7	6,8	1,3	-5,1	-75,2
Días fríos	Días	37,1	14,4	-22,8	-61,5	37,1	14,5	-22,7	-61,1
Noches frías	Días	37,1	12,7	-24,6	-66,4	37,1	12,6	-24,5	-66,0
Promedio de la temperatura mínima diaria	ºC	8,5	9,5	1,0	12,0	7,4	8,4	1,0	14,1
Días secos consecutivos	Días	97,0	108,7	11,1	11,4	100,0	112,4	10,9	10,9
Frecuencia de sequía	%	30,0	46,7	16,7	55,6	29,5	47,7	18,2	61,9
Precipitación máxima diaria	mm	37,9	38,0	-0,4	-1,2	41,5	41,5	-1,1	-2,8
Lluvia máxima diaria	mm	37,7	38,1	-0,4	-0,9	41,0	41,7	0,0	0,1
Lluvia acumulada	mm	351,9	295,0	-16,2	-4,6	367,9	310,2	-15,0	-4,1
Viento máximo diario	m/s	2,0	2,0	5,3	270,1	2,6	2,7	6,0	230,5
Viento medio	m/s	1,1	1,1	-0,2	-21,4	1,4	1,4	-0,3	-19,5
Humedad relativa máxima diaria	%	86,5	86,8	0,2	0,3	89,5	89,7	0,0	0,0
Humedad relativa media diaria	%	60,3	60,0	-0,5	-0,9	61,7	61,2	-0,8	-1,4
Humedad relativa mínima diaria	%	34,2	33,3	-3,0	-8,8	33,8	32,8	-3,4	-10,0
Insolación solar máxima diaria	W/m2	361,4	360,6	-0,6	-0,2	368,2	367,3	-0,6	-0,2
Insolación solar diaria	W/m2	208,8	211,3	1,8	0,9	212,4	214,8	1,9	0,9
Leyenda		Porcentaje de cambio				(+)			
Columnas presente y futuro Providencia									
n: valor mayor al promedio de la ciudad									
n: valor mayor al promedio de la ciudad									
n: igual valor al promedio de la ciudad						(-)			

Fuente: Elaboración Propia en base a ARCLIM https://arclim.mma.gob.cl/

4.1.2.4 Isla de Calor Urbana (ICU)

Los datos obtenidos a partir de los 10 registradores ibutton instalados en la comuna de Providencia, fueron complementados con las estaciones meteorológicas disponibles de la red SINCA en la ciudad. A partir de la relación entre ambas fuentes de datos, se obtuvieron datos de temperatura máxima diaria de verano (dic-feb) desde el año 2010, utilizando modelos de regresión individuales, donde:

- Variable dependiente = Temperatura del ibutton
- Variables independientes = Estaciones de la red SINCA que presentaron una relación estadísticamente significativa con cada uno de los registradores ibutton.

Luego, la temperatura máxima promedio de cada verano, disponible en cada punto de medición, fue interpolada espacialmente, para contar con una superficie continua en la comuna. Con lo anterior, se obtuvo la temperatura máxima promedio de verano (desde el verano del año 2010) para cada zona ESTRAUS de la comuna.

Los pasos anteriores permitieron contar con información de la T° urbana para calcular la intensidad de la isla de calor urbana (*ICU)* de cada zona ESTRAUS de la comuna, a partir de la ecuación:

$$ICU = T°urbana – T°rural$$

Para la Temperatura rural se consideró la estación Rinconada (-33.49722°S , -70.84556°W, 462 metros sobre el nivel del mar), perteneciente a la red Agromet y ubicada en la comuna de Maipú. De acuerdo con los datos de la estación Rinconada, la temperatura rural promedio a las 16 hrs. alcanza 27,8°C en la estación de verano.

El valor de la ICU promedio para la comuna de Providencia es de 4,04°C para una tarde de verano. Las zonas con mayor intensidad superan los 5°C y se localizan en el sector sur-poniente de la comuna, que a pesar de poseer áreas verdes importantes como la plaza Sucre o el Parque Bustamante, es una zona con densidad residencial media-alta y recibe la influencia de las comunas vecinas de Santiago Centro y Ñuñoa. La zona central de la comuna, al sur de la av. Providencia, presenta valores entre 4,2 y 5,8°C de intensidad, lo que podría explicarse por la concentración de comercio y servicios que coincide con una importante presencia de edificaciones en altura y un alto flujo de personas y vehículos. Los barrios al norte de la avenida Providencia, incluido el Cerro San Cristóbal, se presentan homogéneos, con ICU 3.2 – 4,2 °C. Por otra parte, las menores intensidades se observan al oriente de la comuna, entre Av. Los Leones y Av. Tobalaba, cercana al canal San Carlos e influenciada por la comuna vecina de Las Condes, que registra menores temperaturas (Figura Nº 4.1 11). El perfil oriente-poniente coincide además con una disminución en la altitud, variable que según investigaciones previas (Smith & Romero, 2016) posee una relación inversa con la temperatura, lo que significa que, a menor altura mayor temperatura.

De acuerdo con las proyecciones realizadas en el marco del Atlas de Riesgo Climático (ARCLIM, 2020), la temperatura máxima en Providencia aumentaría cerca de 1,3°C en promedio para el año 2050. Si se observará un aumento de la temperatura del aire, esto podría significar una ICU de hasta 9°C en algunos sectores de la comuna. Por otra parte, la misma fuente establece aumentos de 1,4 en el sector rural por lo que, el aumento de la temperatura máxima podría no signinficar cambios en la ICU.

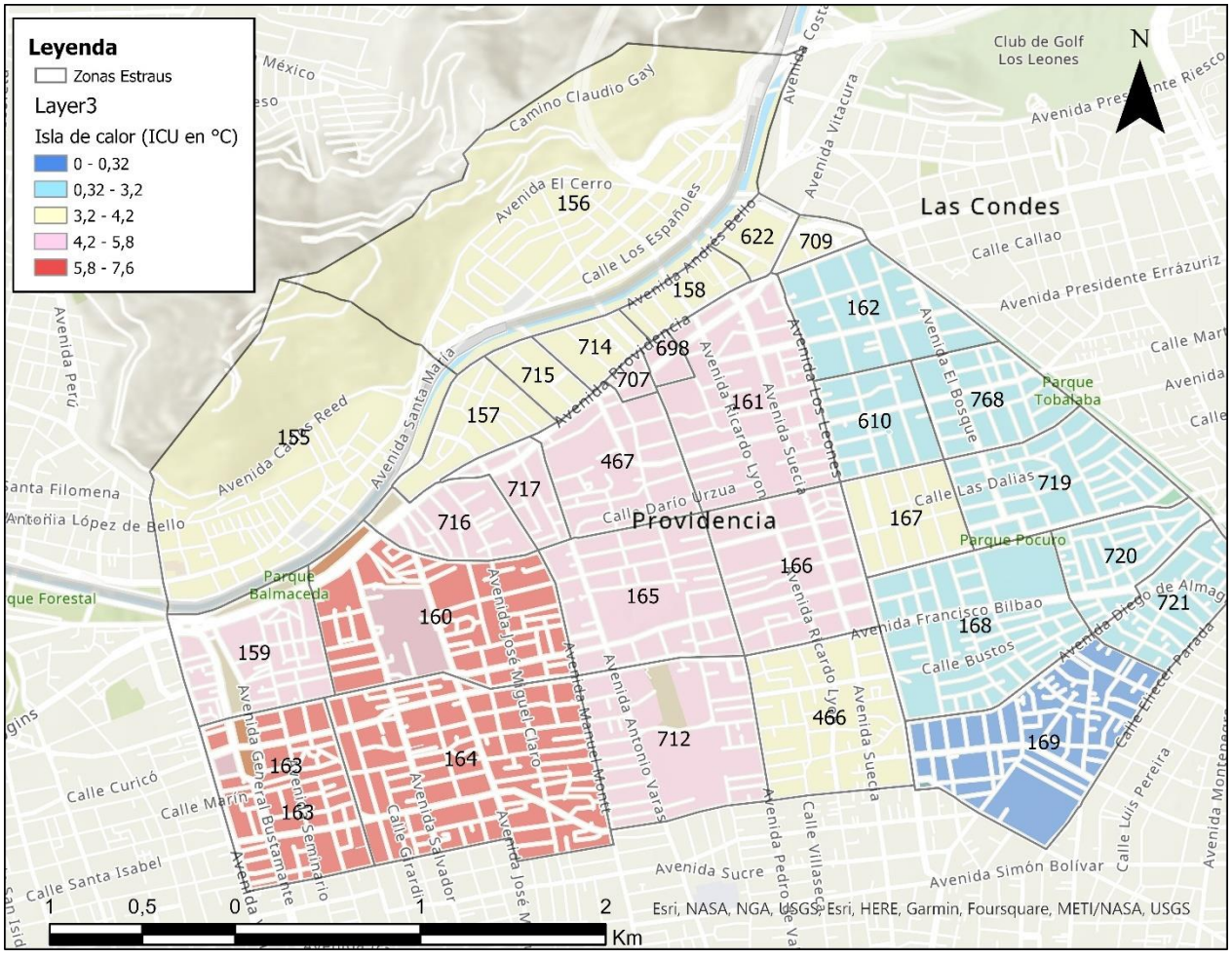
Lo anterior suponiendo que no se produjeran cambios asociados con aumento en la superficie construida y/o el número de hogares por zona. Ya que, al relacionar la intensidad de la ICU con el número de hogares y la superficie construida (m2) por uso en cada zona ESTRAUS, utilizando Pearson, se obtiene una relación directa en todos los casos, lo que significa que, **al aumentar alguno de aquellos factores, se espera que la intensidad de la ICU también aumente**. Como se observa en la tabla, la relación es más fuerte en la categoría servicios y otros.

CUADRO Nº4.1-9: RELACIÓN ENTRE ICU Y USOS DE SUELO POR ZONA ESTRAUS

	Coeficiente de correlación
N° de hogares	0,21850273
Comercio	0,2644885
Educación	0,11987875
Habitación	0,12125374
Industria	0,27865435
Servicios	0,49820956
Otros	0,42778517

Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA Nº 4.1-37: VALOR PROMEDIO ICU DIURNA DE VERANO POR ZONA ESTRAUS, PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración Propia

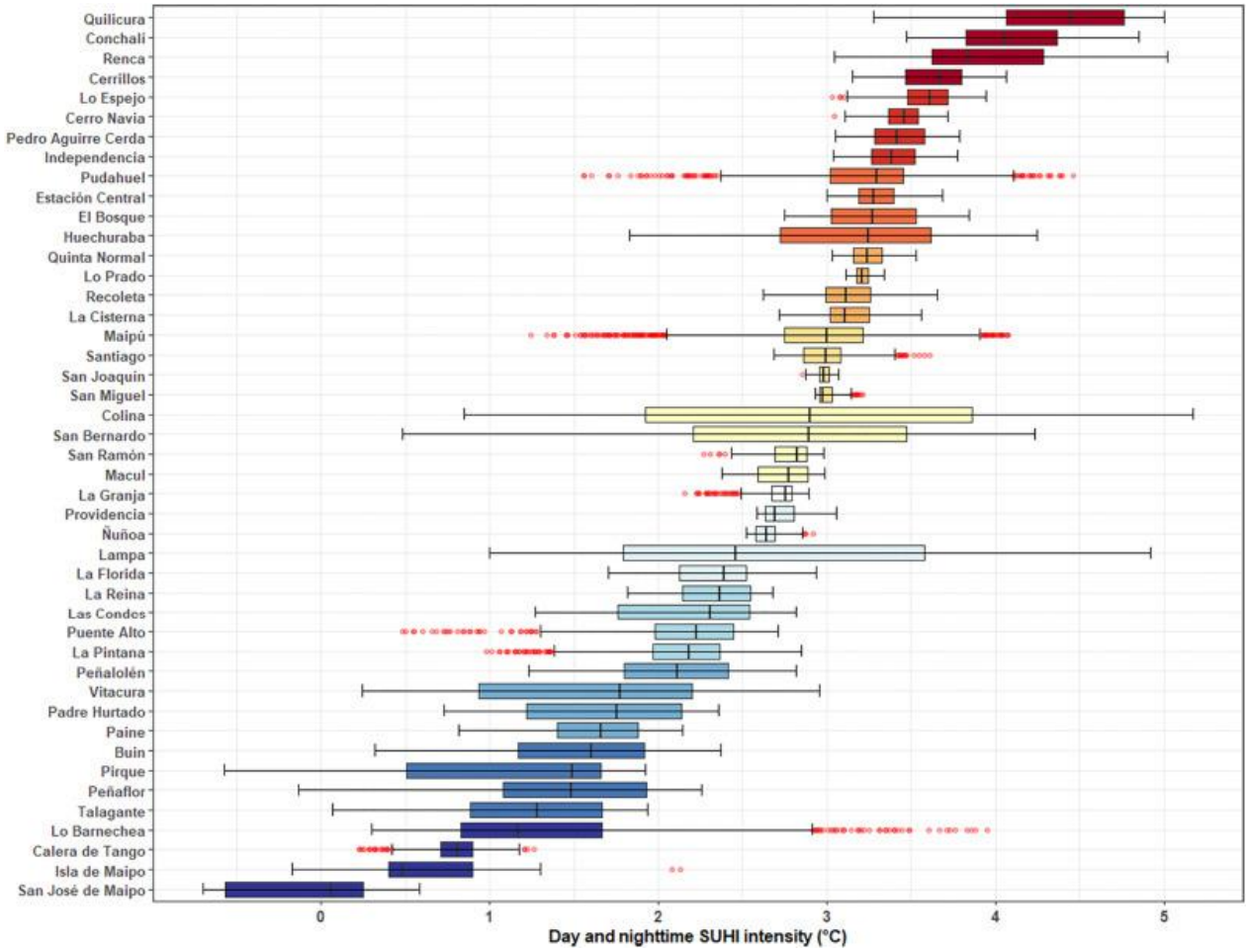
4.1.2.5 Temperatura de Emisión Superficial a Escala Zonal

A partir de la temperatura superficial de todas las imágenes satelitales Modis disponibles para verano (meses de diciembre a febrero) e invierno (meses de junio a agosto), diurnas y nocturnas (mediodía y medianoche respectivamente), entre los años 2001 – 2020, se calcularon la isla de calor urbana de

superficie y las tendencias de cambio del período para toda la ciudad de Santiago. Las imágenes fueron obtenidas de Google earth engne y el cálculo de las tendencias se llevó a cabo en el software R-studio.

Finalmente, se debe agregar que la isla de calor de superficie en Providencia es intensa de noche (más de 5°C más que la referencia rural de Pirque), mientras que de día una isla de calor muy débil (menor a 2°C). En promedio, al agregar día y noche ocupa el lugar 26°, liderado por los municipios Quilicura, Conchalí y Renca.

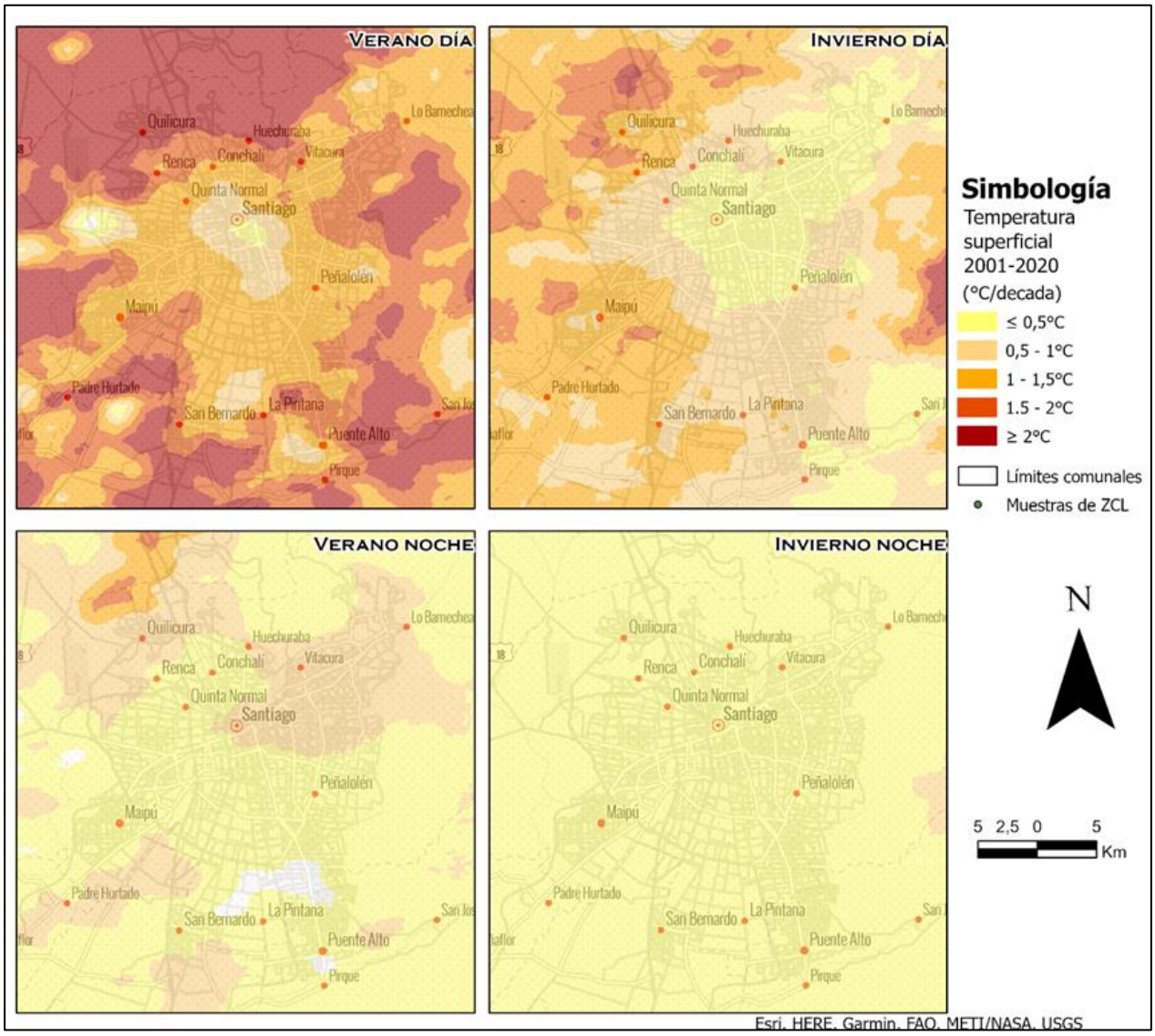
FIGURA Nº 4.1-38: ISLA DE CALOR SUPERFICIAL POR COMUNAS AGREGANDO LOS EFECTOS DIURNOS Y NOCTURNOS.



Fuente: Sarricolea et al. (2022) en https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155152

La tendencia décadal observada para la ciudad de Santiago es siempre positiva y alcanza diferencias de más de dos grados Celsius en la estación de verano diurna (Figura Nº 4.1 12). En las noches la tendencia no es significativa, y sobre todo en el invierno, casi toda la ciudad se mantiene con cambios inferiores a 0,5°C.

FIGURA Nº 4.1-39: TENDENCIA DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL ENTRE 2001 Y 2020 PARA LA CIUDAD DE SANTIAGO

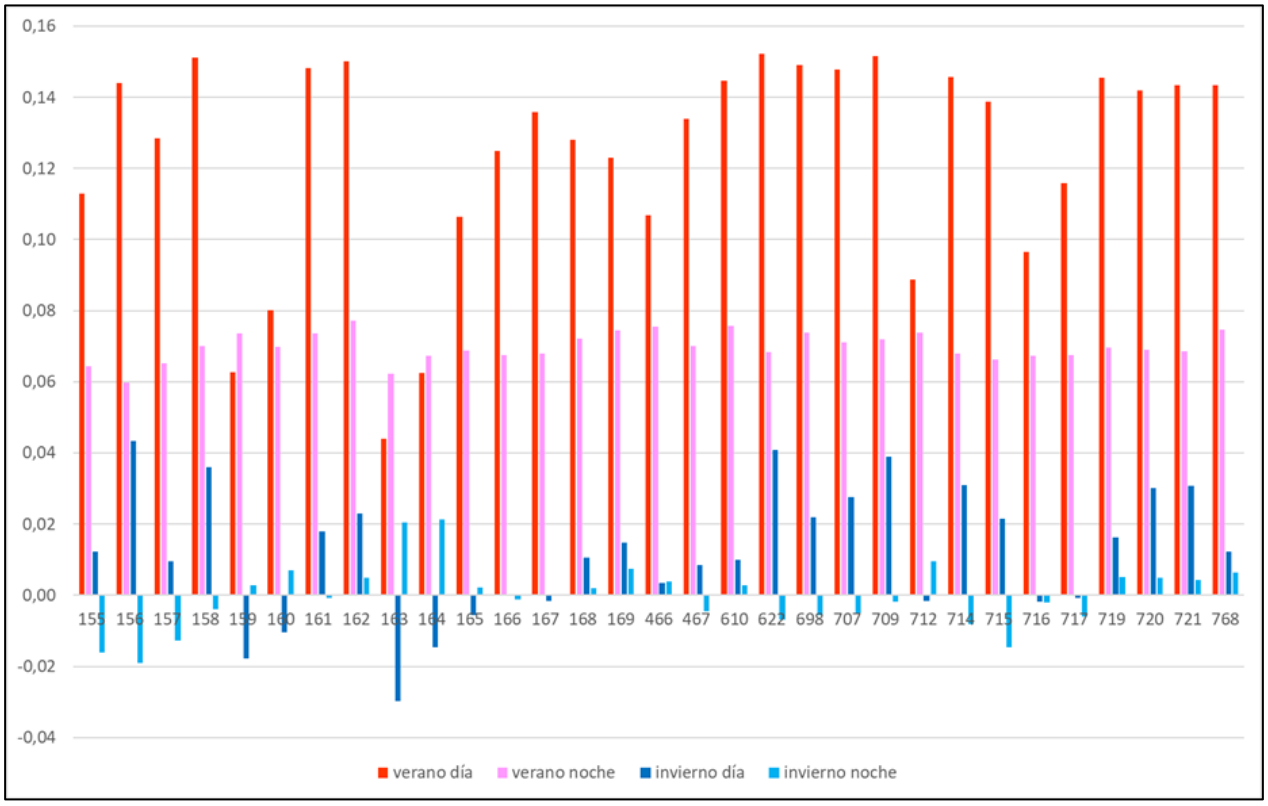


Fuente: Elaboración Propia

En la comuna de Providencia se observan cambios positivos de la temperatura superficial, que alcanzan 0,12°C promedio anuales durante el día en la estación de verano y prácticamente no presenta cambios para las noches de invierno, en que la variación tiende a 0°C. Ello significa que durante el día en la estación de verano, el alza de temperaturas por década es de 1,2°C una cifra preocupante. No obstante, estamos hablando de temperaturas superficiales, no de aire.

Como se observa en la Figura Nº 4.1 13, los cambios varían por zona ESTRAUS. En el invierno se observan algunas zonas con variación negativa, aun cuando sus valores se acercan a 0°C, lo que podría interpretarse como una ausencia de variación.

FIGURA Nº 4.1-40: TENDENCIA TEMPERATURA DE SUPERFICIE (°C/AÑO) POR ZONA ESTRAUS Y ESTACIÓN.



Fuente: Elaboración Propia

4.1.2.6 Temperatura de Superficie a Microescala - UAV

Los sobrevuelos realizados en Providencia evidenciaron fuertes diferencias térmicas al interior de los barrios acordados con el mandante para volar. (Figura N°4.1-15), vale decir, Bellavista, Hospital Salvador, Calvo Mackenna y Aguilucho. Ellas responden a distinta densidad construida y zonas que tendrán modificaciones, lo cual implica un insumo para evaluar cambios de la temperatura de superficie a microescala, es decir, antes de los cambios.

FIGURA Nº 4.1-41: ZONAS DE SOBREVUELO DRONE



Fuente: Elaboración Propia

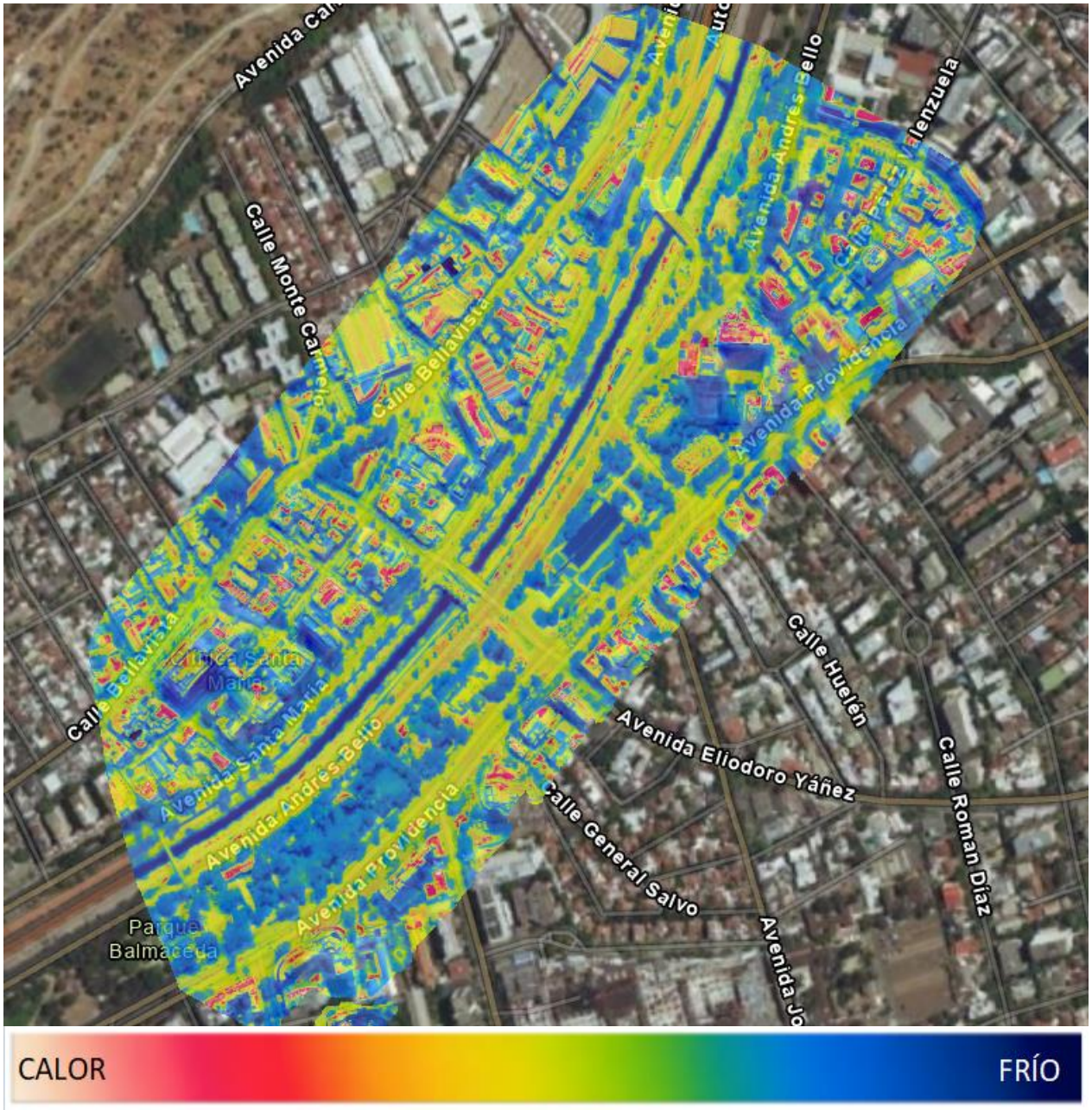
En total, se procesaron 4308 fotografías, tanto en formato color (RGB), térmicas cualitativas y Multiespectral. Ello dio origen a 11 ortofotomosaicos de los barrios antes mencionados, disponibles en el anexo digital 14.2.

Sector Bellavista:

Se dispone de vuelos de mañana (8-9 am) y mediodía (12 a 13 pm) del 5 de abril del 2022. Ambos vuelos cubren 348 y 347 fotografías respectivamente. A mediodía es notorio que las zonas con agua (río), con vegetación de árboles y pasto están más frescas que las zonas edificadas y pavimentadas (Fig. N°4.1-16). Ello nos permite evidenciar la importancia de la infraestructura verde y azul en Providencia a escala microlocal.

Aunque hay que convenir que el pasto posee un rol más localizado y menos importante que los árboles, por lo que es conveniente mantener las políticas dirigidas a reducir el pasto inútil de bandejones y mantener el que esté orientado a uso de los peatones y visitantes.

FIGURA Nº 4.1-42: ZONAS DE SOBREVUELO DRONE EN BARRIO BELLAVISTA A MEDIODÍA EN ABRIL 2022.

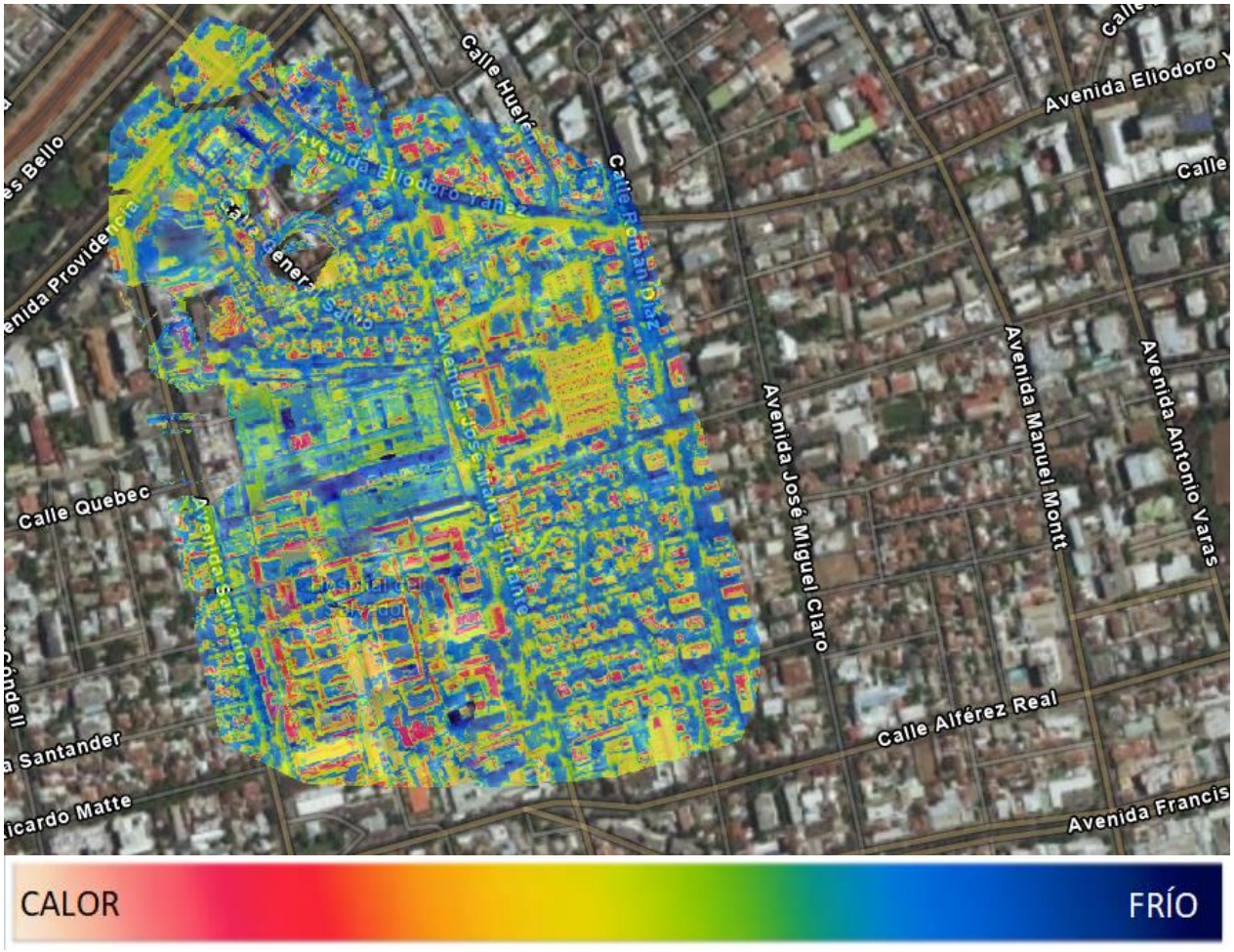


Fuente: Elaboración Propia. La temperatura fue ajustada entre 10°C en frio y 60°C en calor.

Sector Salvador:

Se dispone de vuelos de mañana (8-9 am) y mediodía (12 a 13 pm) del 4 de abril del 2022. Ambos vuelos cubren 357 y 353 fotografías respectivamente. A mediodía nuevamente se nota que los espacios con vegetación de árboles y pasto son más frescas que las zonas edificadas y pavimentadas.

FIGURA Nº 4.1-43: ZONAS DE SOBREVUELO DRONE EN BARRIO SALVADOR A MEDIODÍA EN ABRIL 2022.



Fuente: Elaboración Propia. La temperatura fue ajustada entre 10°C en frio y 60°C en calor.

Sector El Aguilucho:

Se dispone de un vuelo a mediodía (12 a 13 pm) del 7 de abril del 2022. Este vuelo cubre 389 fotografías. Se configura junto al parque longitudinal del vuelo de Bellavista como uno de los barrios a microescala más frescos, siendo su explicación las áreas verdes y menor densidad construída. Las calles nuevamente se configuran como zonas más cálidas (Fig. 4.1-18).

FIGURA Nº 4.1-44: ZONAS DE SOBREVUELO DRONE EN BARRIO EL AGUILUCHO A MEDIODÍA EN ABRIL 2022.



Fuente: Elaboración Propia. La temperatura fue ajustada entre 10°C en frio y 60°C en calor.

Sector Hospital Calvo Mackenna:

Se dispone de un vuelo a mediodía (12 a 13 pm) del 6 de abril del 2022. Este vuelo cubre 357 fotografías. La zona de Calvo Mackenna quedó con problemas en la banda térmica. Sin embargo, en el anexo de la tarea 14.2 se presentan los resultados.

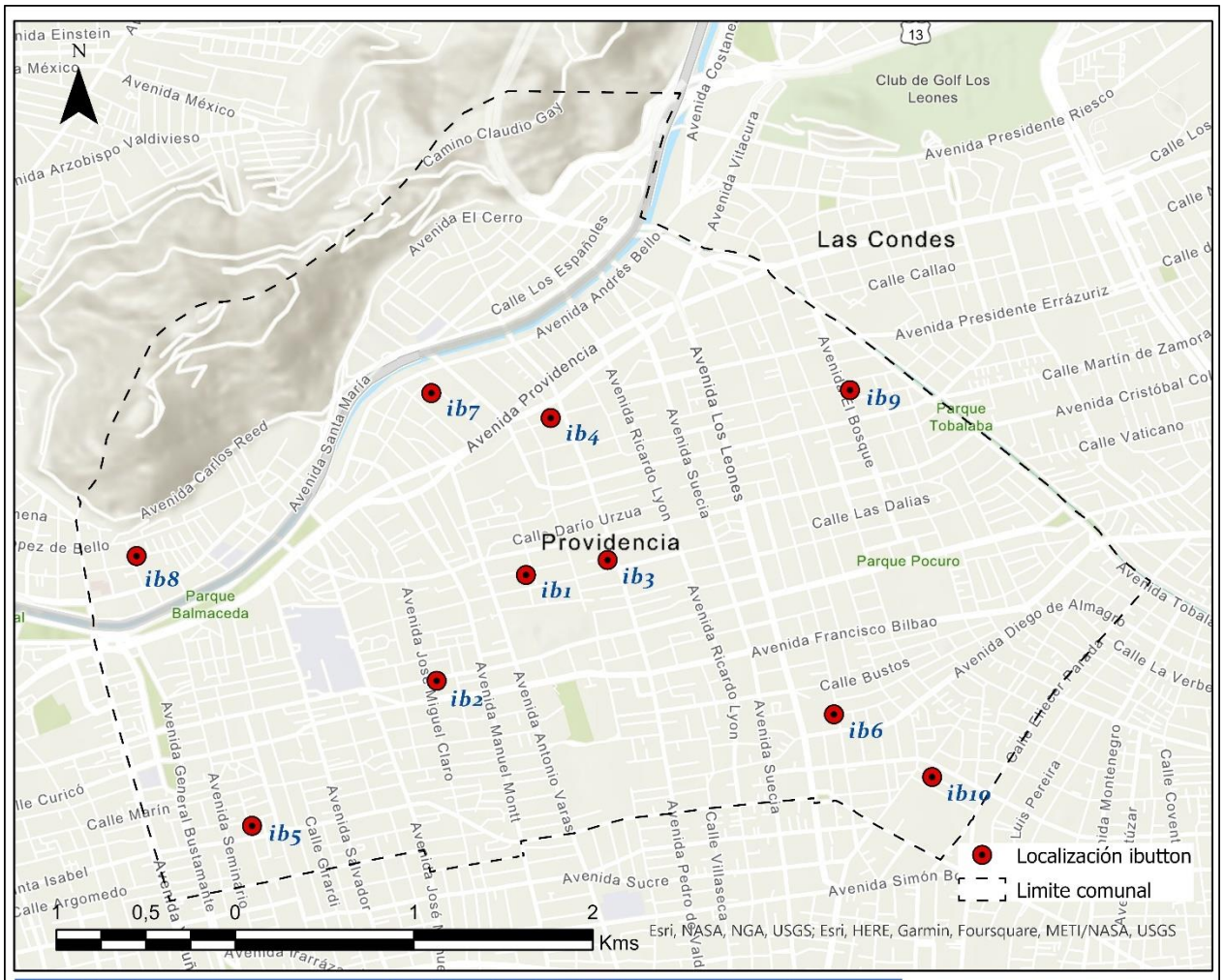
4.1.2.7 Ola de Calor

Hace un par de años la Dirección Meteorológica de Chile publicó un análisis que daba cuenta del aumento en el número de olas de calor promedio desde el período 1981-2010 y 2010-2017. En este, la ciudad de Santiago pasó de 1,5 a 4 eventos por año, tendencia que según la información de ARCLIM se mantendría en el futuro, superando los 10 eventos para el año 2050, tanto en Santiago como en la comuna de Providencia.

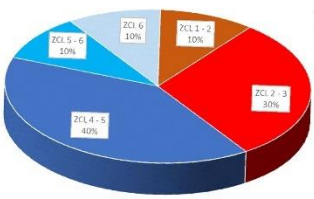
Ahora bien, si observamos como ejemplo, 6 de los 10 registradores instalados en la comuna en diciembre de 2021 (Figura N°4.1-19), se constatan importantes diferencias entre ellos, tanto en el número de días

sobre el umbral definido para cada uno de los meses del verano (dic-feb) como en el número de olas de calor. El ibutton 1, ubicado en la itersección de las calles Federico Froebel y Antonio Varas , en un sector preferentemente residencial en altura, registra el mayor número, con más de dos tercios de los días del verano con temperaturas máximas sobre el percentil 90 (32°C en diciembre y febrero, 33°C en enero) y 7 momentos en que esta situación se extiende por 3 o más días, es decir 7 olas de calor, y en el otro extremo, el ibutton 2, donde solo 10 superan el umbral, sin registrarse ningún evento de ola de calor. La existencia de eventos extremos de temperatura, como los evaluados, pueden afectar el uso del espacio público en la comuna, sobre todo durante la tarde, entre las 14 y 17 hrs. aproxidamente, momento en el que se alcanzan las más altas temperaturas del día.

FIGURA Nº 4.1-45: LOCALIZACIÓN REGISTRADORES TEMPERATURA-HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE, PROVIDENCIA.



ID	CALLES	Coord. X	Coord. Y	ALTITUD	ZCL	lugar
ib1	Federico Froebel & Matilde Salamanca	-70,614	-33,433	604	mixta (4 - 5)	casa particular
ib2	Alférez Real & Miguel Claro	-70,618	-33,439	595	mixta (2 - 3)	casa particular
ib3	Carlos Larraín & Av. Pedro de Valdivia	-70,610	-33,433	607	mixta (4 - 5)	casa particular
ib4	Fidel Oteiza & Av. Pedro de Valdivia	-70,612	-33,426	617	mixta (1 - 2)	cafetearía
ib5	Emilio Vaisse & Santa Victoria	-70,627	-33,446	578	mixta (2 - 3)	cafetearía
ib6	Holanda & Alejandra Valdés	-70,598	-33,440	609	mixta (5 - 6)	casa particular
ib7	Padre Mariano & Pérez Valenzuela	-70,618	-33,424	611	mixta (4 - 5)	casa particular
ib8	Nueva Dardignac & Malinkrodt	-70,633	-33,433	589	mixta (2 - 3)	casa particular
ib9	Av. El Bosque Sur & Copihue	-70,597	-33,424	636	mixta (4 - 5)	casa particular
ib10	Eduardo Munita & Av. Eliecer Parada	-70,593	-33,444	613	6	casa particular



Fuente: Elaboración Propia

CUADRO Nº4.1-10: OLAS DE CALOR VERANO 2021-2022, PROVIDENCIA

	IB1	IB2	IB3	IB5	IB6
T° máx. Promedio	32,87	28,45	30,45	30,48	29,52
Sobre Umbral	66	10	35	36	20
Ola de calor	7	0	6	5	4

Fuente: Elaboración Propia

4.1.2.8 Calidad del Aire

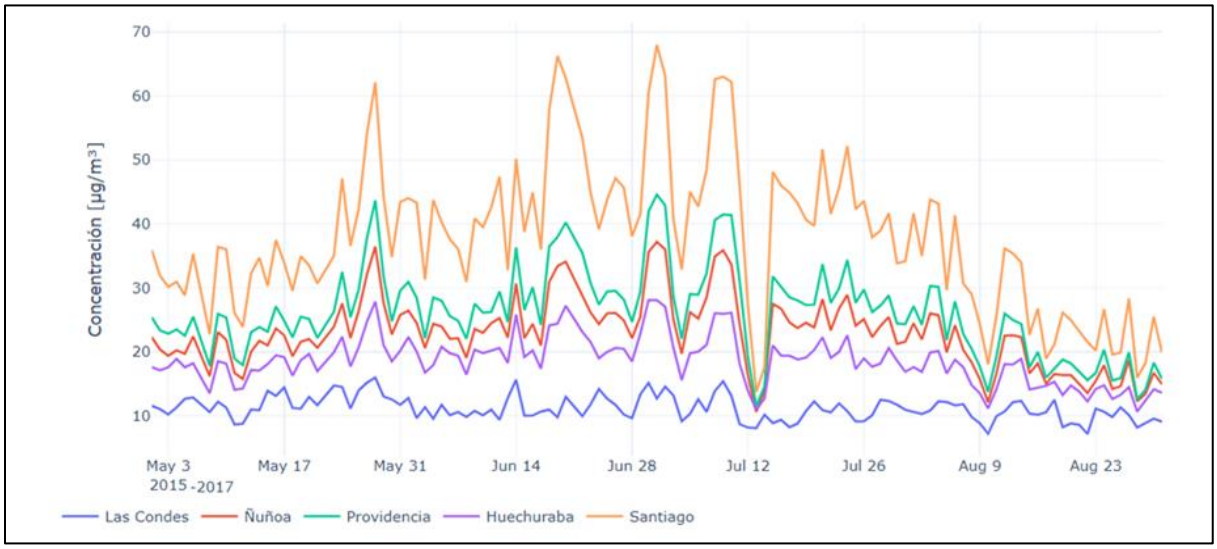
Considerando las estaciones cercanas a Providencia se caracterizó el entorno en el informe 2. Los datos del sistema de calidad del aire para Santiago y Las Condes entre 2009 y 2021, permiten inferir que, en el caso de Providencia, hay altos valores de dióxido de nitrógeno, dado el elevado parque automotriz del sector oriente. Los valores de NO_2 de la figura Nº 1.2 78 del informe 2 están expresados en ppbv, donde valores sobre 53 ppbv superan el límite de la norma anual (DS Nº114/2002 MINSEGPRES). Providencia está por sobre dichas cifras en el invierno.

La situación antes descrita resultó bastante similar en el caso del ozono troposférico, pues dado que es un contaminante secundario que se genera por reacciones fotoquímicas de radiación, óxidos de nitrógeno (NOx, esto es, NO y NO2), los compuestos orgánicos volátiles (COV), el metano (CH4) y el monóxido de carbono (CO), nuevamente, para el período 2009-2021 Las Condes supera a la estación de Santiago (en el Parque O'higgins específicamente), por lo que Providencia posee un valor intermedio. La figura Nº 1.2 79 del informe 2 registra valores por debajo de la norma de calidad por ozono (61 ppbv en 8 horas es el límite de la norma según DS Nº112/2002 MINSEGPRES)

El único contaminante que posee un patrón espacial distinto al NO_2 y O_3 es el material particulado fino, que se concentra mayormente hacia Santiago y se reduce hacia Las Condes, dando un valor intermedio para Providencia.

Considerando el estudio de Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia $((CR)^2)$ a escala comunal queda de manifiesto la condición intermedia de Providencia respecto a Santiago y Las Condes en el caso del MP 2,5 micras, siendo su comuna más parecida la de Ñuñoa, tal como se grafica en la figura siguiente. Sobre 20 µg/m3 anuales se supera la norma (http://bcn.cl/2fegn), por lo que la comuna está contaminada por partículas 2,5 micras. No obstante, estas cifras están por debajo de las que implican alerta ambiental 50 µg/m3.

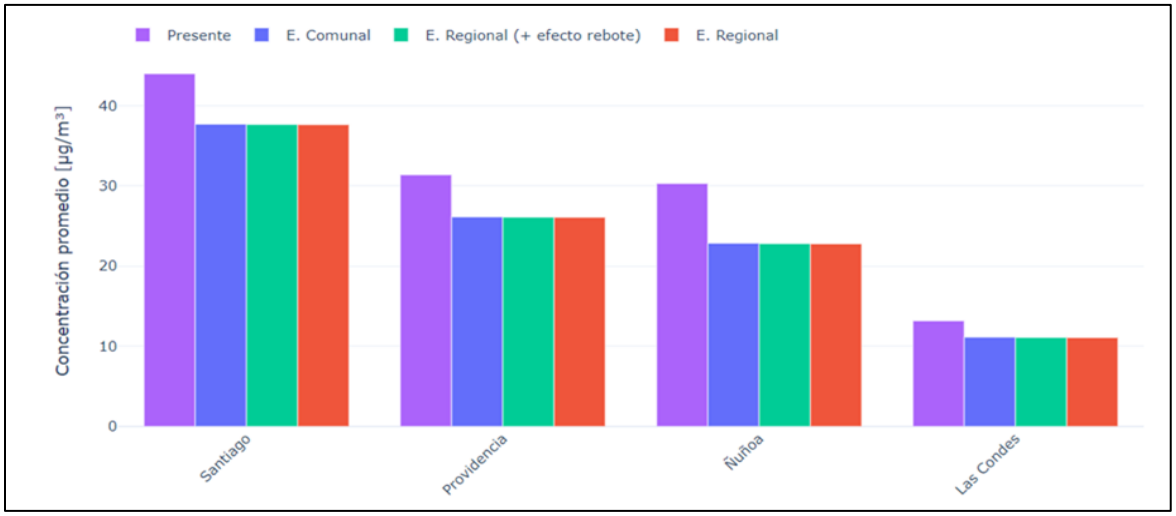
FIGURA Nº 4.1-46: CONCENTRACIÓN DE MP2,5 PARA ESCALA COMUNAL



Nota: Serie de tiempo de concentración promedio diaria/horaria [µg/m3] por región/comuna. El valor promedio de cada día/hora corresponde al promedio de ese día/hora de los años 2015 a 2017 simulados por el sistema de modelación WRF-CHIMERE.
Fuente: Elaboración Propia en Explorador de la contaminación CR2 https://contaminacion.cr2.cl/

En el futuro cercano (2050) se proyectan las tendencias observadas desde la aplicación del plan de descontaminación de Santiago, derivadas de normativas más exigentes, y además, cambios esperados en el parque automotriz de combustión interna hacia electromovilidad.

FIGURA Nº 4.1-47: CONCENTRACIÓN PROMEDIO DE MP2,5 ASOCIADO A CADA ESCENARIO



Nota: Gráfico de barras que ilustra la concentración promedio diaria de MP2,5 [µg/m3] por región/comuna de los meses de invierno (mayo-agosto) del período 2015 a 2017 simulados por el sistema de modelación WRF-CHIMERE para emisiones Presente y cada una de las trayectorias de emisiones (Comunal, Regional más efecto rebote y Regional)
Fuente: Elaboración Propia en Explorador de la contaminación CR2 https://contaminacion.cr2.cl/

Las figuras en esta sección corresponden a los resultados de las simulaciones realizadas usando las emisiones de diferentes escenarios que consideran distintas evoluciones de medidas de mitigación desde el presente hasta el año 2050. Los escenarios de proyección de emisiones considerados son Comunal, Regional y Regional más un efecto rebote.

Cada una de las simulaciones se realizó con la misma metodología (mayo a agosto de los años 2015 a 2017). La comparación entre los escenarios con el caso presente permite examinar el impacto de las medidas de mitigación incluidas en cada escenario, si se implementaran hoy. Así, los resultados permiten evaluar la eficiencia de estas medidas y su efecto en el futuro.

4.1.3 Variables de Riesgo

4.1.3.1 Amenaza

Para el caso de la variable amenaza, se considera la situación base como un elemento no modificable, puesto que responde a condicionantes geográficas que poco y nada pueden variar. Por ello, para la proyección del escenario tendencial de riesgo asociado a amenazas, el estudio se centra en la identificación de las pérdidas asociadas a los posibles eventos, materializadas en vidas humanas y pérdidas materiales de viviendas, equipamiento y espacios públicos.

4.1.3.2 Vulnerabilidad

Se consideró el "Índice de Vulnerabilidad de las Personas" (IVP en los gráficos y mapas) como el indicador que permite dar cuenta de la forma en que las amenazas del cambio climático previamente definidas afectan a la población comunal en función de sus características sociodemográficas, con consecuencias en la proyección del riesgo en Providencia. Toda la información está en el anexo digital 21.3.

La metodología empleada para la proyección de la variable considera los datos construidos en los informes anteriores, detallándose en la Figura N° 4.1-22. Se destaca que los criterios empleados para definir los rangos y clasificaciones para los datos proyectados se basan en los quiebres naturales de la distribución de los datos, a partir del cual se establecieron los niveles vulnerabilidad para el año 2030. En estos términos, para la proyección de la población flotante se consideró la data de la Encuesta de Origen y Destino según la modelación ESTRAUS para los años 2017 y 2030, procesando solo los viajes diurnos realizados en horarios AM.

La proyección de la población de acuerdo con sus rangos etarios para personas mayores a 65 años, fueron calculados a nivel de manzana de acuerdo a las estimaciones elaboradas por el INE al 2035 (proyecciones de población a nivel comunal según sexo y edad entre 2002 y 2035). El procedimiento se basó en estimar el peso poblacional de cada manzana, que constituye un factor mediante el cual es multiplicado por el total de personas por sobre 65 años para el año 2030 en cada manzana poblada, en función de la estimación total de este rango realizada por el INE.

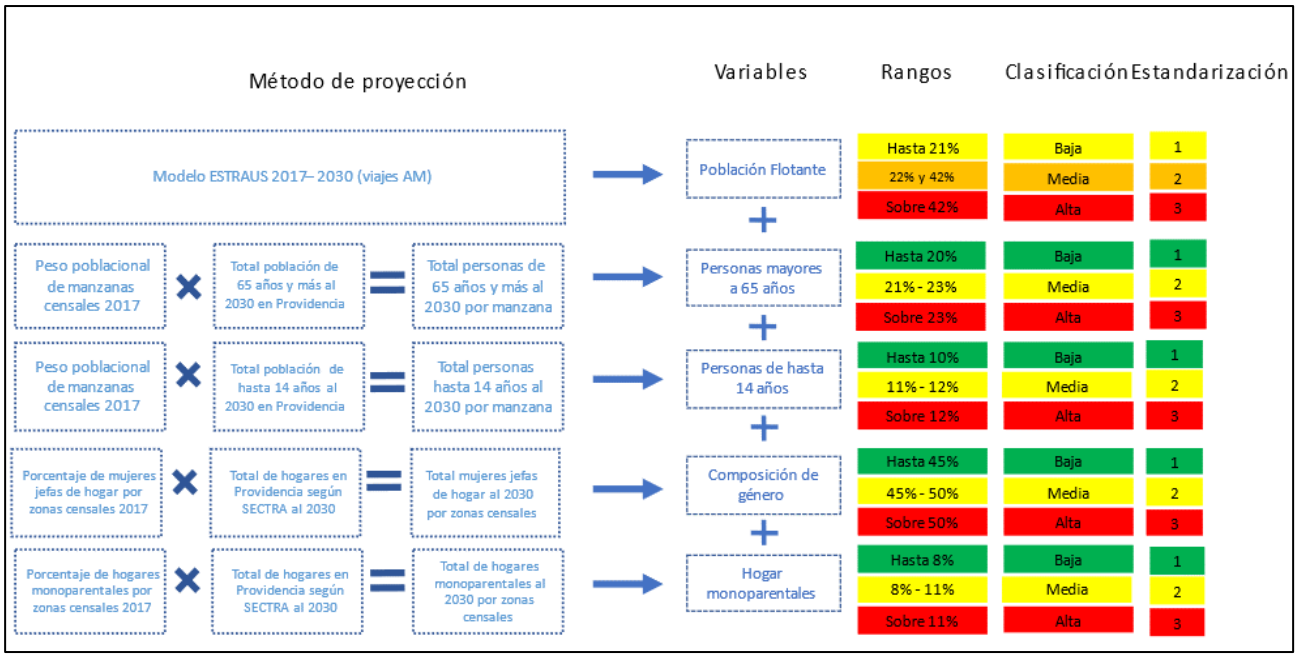
Los rangos de vulnerabilidad se definen de acuerdo a los quiebres y agrupación natural de los datos definidos para la comuna de Providencia. Se da cuenta que este método de proyección de población según rangos etarios en función del peso poblacional de cada manzana censal, provoca que disminuya la desviación estándar del indicador hacia el año 2030 entre las manzanas del territorio comunal, debido a que el porcentaje de crecimiento poblacional se considera de forma homogénea para todas las manzanas.

De esta forma, se decidió agrupar al resto de población vulnerable por dependencia según rangos etarios en un solo indicador, congregando a personas de hasta 5 años y hasta 14 años. El procedimiento fue el mismo empleado para la proyección de los adultos mayores, calculando el peso poblacional de cada manzana, definiendo así un factor único el cual es multiplicado por la población total estimada para este grupo etario según las estimaciones del INE para el 2030, y definiendo nuevos rangos de vulnerabilidad según los quiebres naturales de los datos.

La proyección de los hogares monoparentales y de las mujeres jefas de hogar se basó en el cálculo definido de tales variables a escala de zona censal a través del Censo 2017, considerando a su vez el total de hogares por manzana y las estimaciones del crecimiento de los hogares de SECTRA para 2017 y 2030 a escala de zonas tácticas. Los datos de porcentaje de crecimiento de los hogares definidos por SECTRA fueron imputados al total de hogares por manzanas según el dato del Censo 2017 contenidas en cada una de las zonas tácticas, para así proyectar la cantidad de hogares por manzana al 2030.

Posteriormente, el total de hogares fue multiplicado por el porcentaje de hogares monoparentales y el porcentaje de mujeres jefas de hogar por zonas censales en 2017. De esta forma, fue posible estimar a nivel de manzana censal el total de hogares monoparentales y de las mujeres jefas de hogar para el 2030 con datos a nivel de zonas censales y zonas tácticas. Los criterios para la definición de rangos de los datos y clasificaciones de vulnerabilidad se basaron en los quiebres naturales de los datos.

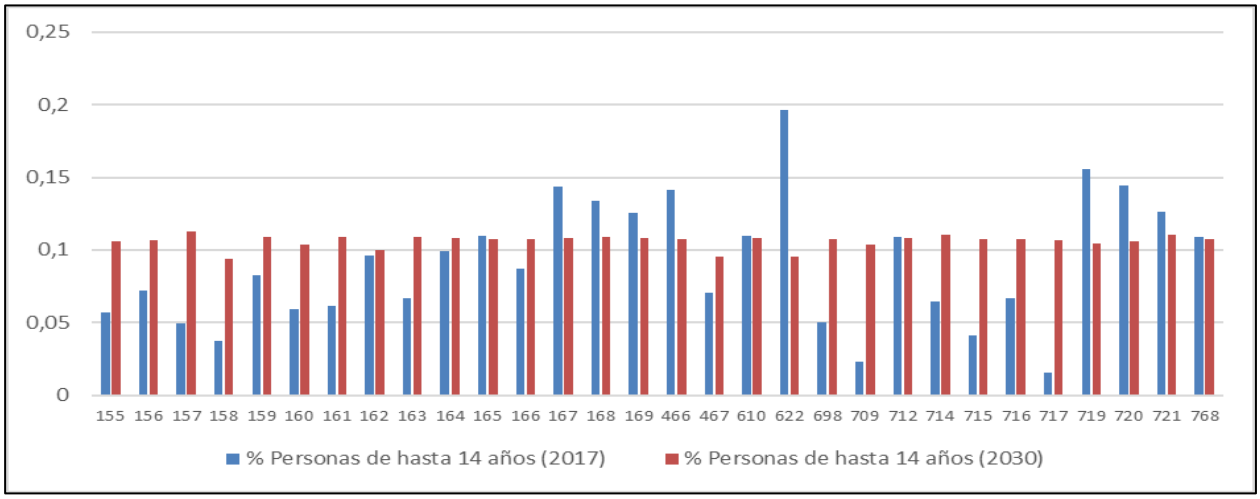
FIGURA Nº 4.1-48: METODOLOGÍA DE LA PROYECCIÓN DE LA VARIABLE "VULNERABILIDAD DE LAS PERSONAS" (2017 – 2030) EN FUNCIÓN DEL ESCENARIO BASE.



Fuente: Elaboración propia (2022).

De esta manera, los datos de población proyectados y que componen el Índice de Vulnerabilidad de las Personas se observan en los siguientes gráficos a escala de zonas tácticas consideradas para este estudio.

FIGURA Nº 4.1-49: PORCENTAJE DE PERSONAS DE HASTA 14 AÑOS SEGÚN ZONAS ESTRAUS DE PROVIDENCIA

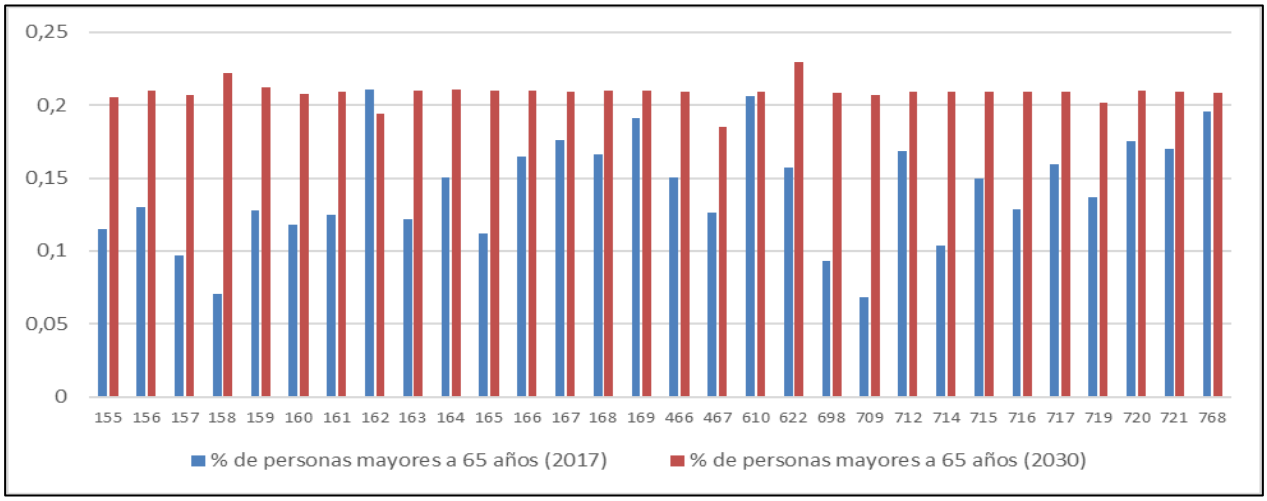


Fuente: Elaboración propia (2022).

De acuerdo a los datos y proyecciones del INE para Providencia, en 2017 vivían 18.827 personas menores de 15 años, correspondientes al 13% del total comunal (147.826 personas, cifra ajustada a junio de 2017, a diferencia de la censal que es de abril de 2017), mientras que al 2030 este tipo población disminuye levemente a 18.356 personas representando un 11% del total (170.166 personas). De los resultados obtenidos, se observa que respecto a la población menor de 14 años existe bastante variación en las zonas al comparar la situación base (2017) y el escenario tendencial (2030) concordante con la disminución de la variación estándar entre las manzanas censales con la proyección determinada.

Así, es posible visualizar zonas en las que este rango etario aumenta/disminuye leve o drásticamente. El análisis depende entonces de los distintos sectores en la comuna. En tal sentido, es posible mencionar, por ejemplo, que, hacia el sector norte, específicamente en las zonas ubicadas aledañas al río Mapocho (zonas; 155, 156, 157, 158, 714, 715) se evidencia un aumento de la población menor de 14 años, mientras desde el centro al sector oriente (zonas; 167, 169, 466, 622, 719, 720) se visualiza una relevante disminución de este rango etario. En tanto el resto del área urbana, presenta variaciones menores entre ambas situaciones.

FIGURA Nº 4.1-50: PORCENTAJE DE PERSONAS SOBRE 65 AÑOS SEGÚN ZONAS ESTRAUS DE PROVIDENCIA

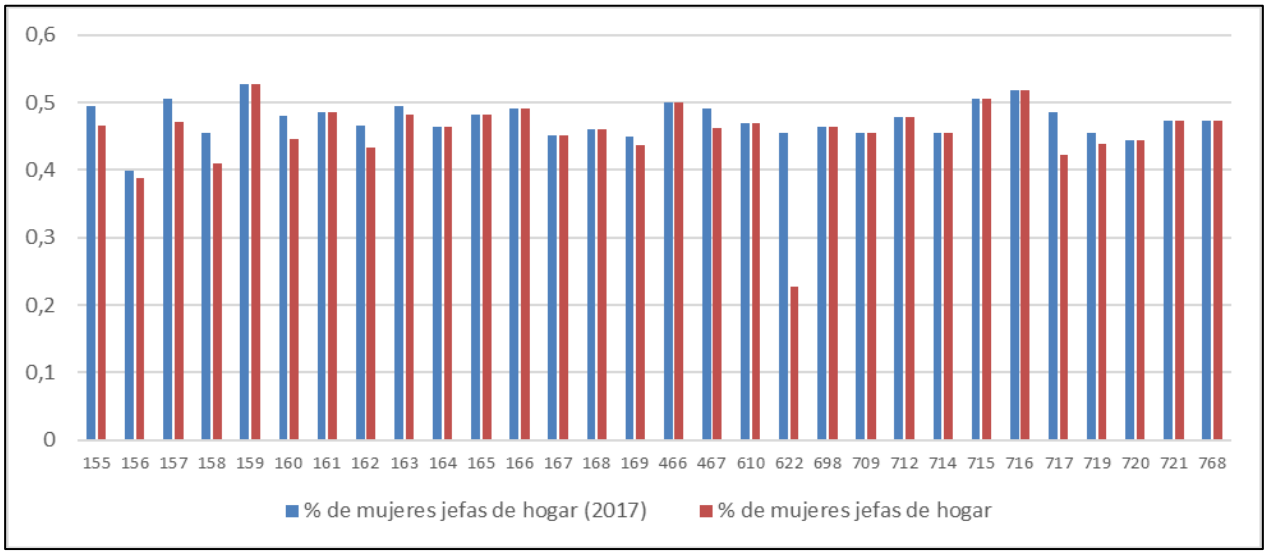


Fuente: Elaboración Propia

En relación a la población de adultos mayores, de acuerdo con los datos INE en 2017 existían 22.295 personas en este rango etarios que correspondía al 15% del total, mientras que hacia el 2030 este grupo etario aumenta considerablemente a 35.548, equivalente al 21% de toda la población comunal, lo cual es propio con el ciclo de vida demográfico que experimenta comunas como Providencia, con un envejecimiento progresivo de la población adulto mayor.

De esta manera, el comportamiento de la proyección es mucho más homogéneo a nivel comunal, observándose variaciones relevantes asociadas a un aumento en casi todas las zonas de este rango etario. En tal sentido es posible destacar las siguientes variaciones; respecto al aumento drástico de la población adulta mayor en el escenario tendencial destacan las zonas; 158, 156, 157, 698 y 709 (zonas aledañas ubicadas al nororiente de la comuna), mientras respecto al decrecimiento de dicho rango se expresa sólo en la zona 162 (en el límite oriental con la comuna de Las Condes).

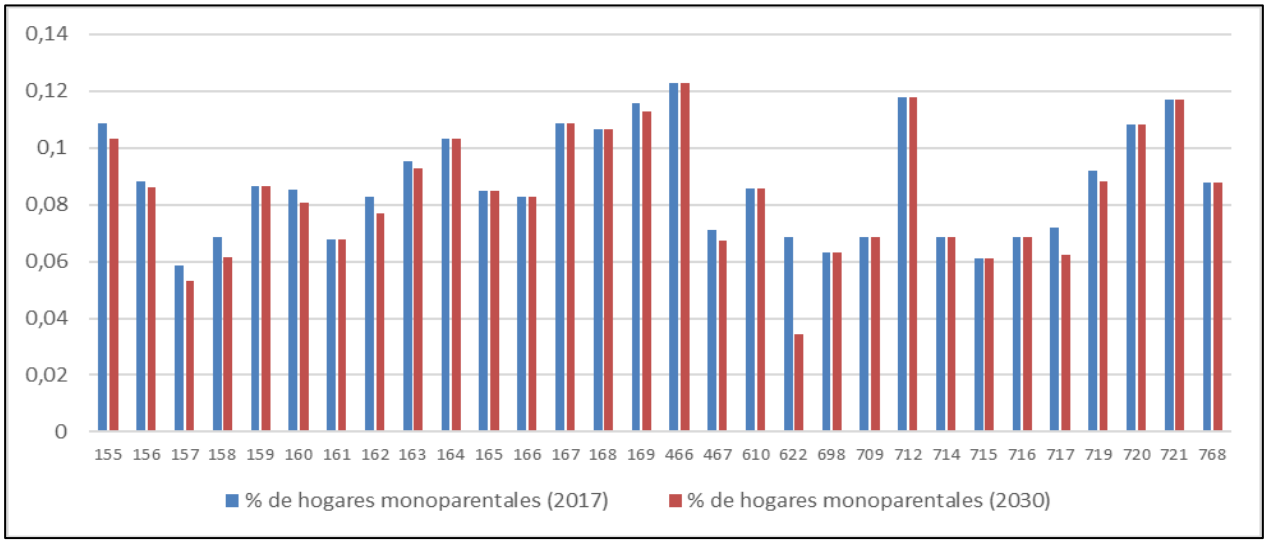
FIGURA Nº 4.1-51: PORCENTAJE DE MUJERES JEFAS DE HOGAR SEGÚN ZONAS ESTRAUS EN PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración Propia

La variable de mujeres jefas de hogar, presenta muy baja variación porcentual entre ambos escenarios, existiendo únicamente una zona con un comportamiento inusual, donde se proyecta una disminución porcentual mayor de este grupo, dicha zona (622) se localiza en el límite oriente de la ciudad aledaña al inicio de Av. Vitacura.

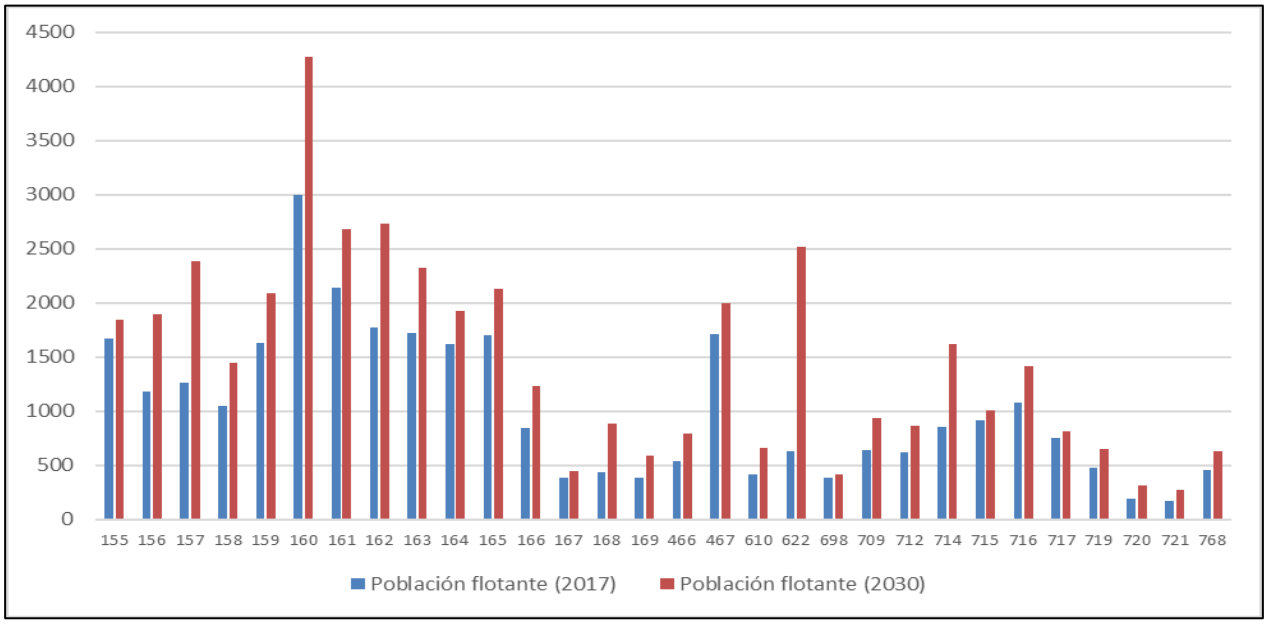
FIGURA Nº 4.1-52: PORCENTAJE DE HOGARES MONOPARENTALES SEGÚN ZONAS ESTRAUS EN PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración Propia

Al igual que en el caso anteriormente descrito, en términos porcentuales los hogares monoparentales presentan un comportamiento homogéneo al comparar la situación base con el escenario tendencial. Sin embargo, llama la atención que al igual que en el caso de la variable mujeres jefas de hogar la zona 622 también presenta un decrecimiento de este grupo.

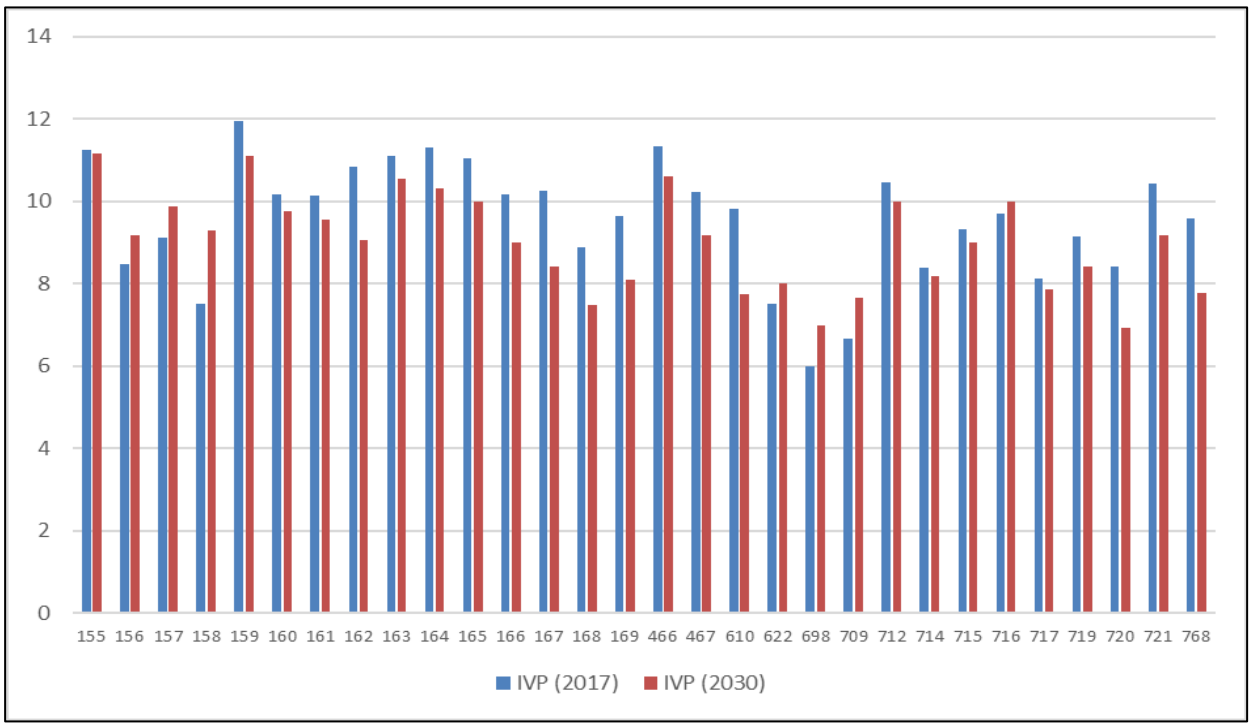
FIGURA Nº 4.1-53: POBLACIÓN FLOTANTE SEGÚN EOD POR ZONAS ESTRAUS EN PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración Propia

En relación a la población flotante, estimada según los datos de la encuesta origen-destino, lo que se evidencia es una generalizada tendencia al alza de este grupo en casi la totalidad de las zonas. En este contexto, cabe igualmente destacar que las zonas 157, 622, 714 (aledañas a av. Providencia) y 160 (zona de hospitales) presentan una proyección de aumentos drásticos de población flotante.

FIGURA Nº 4.1-54: ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DE LAS PERSONAS SEGÚN ZONAS ESTRAUS EN PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración Propia

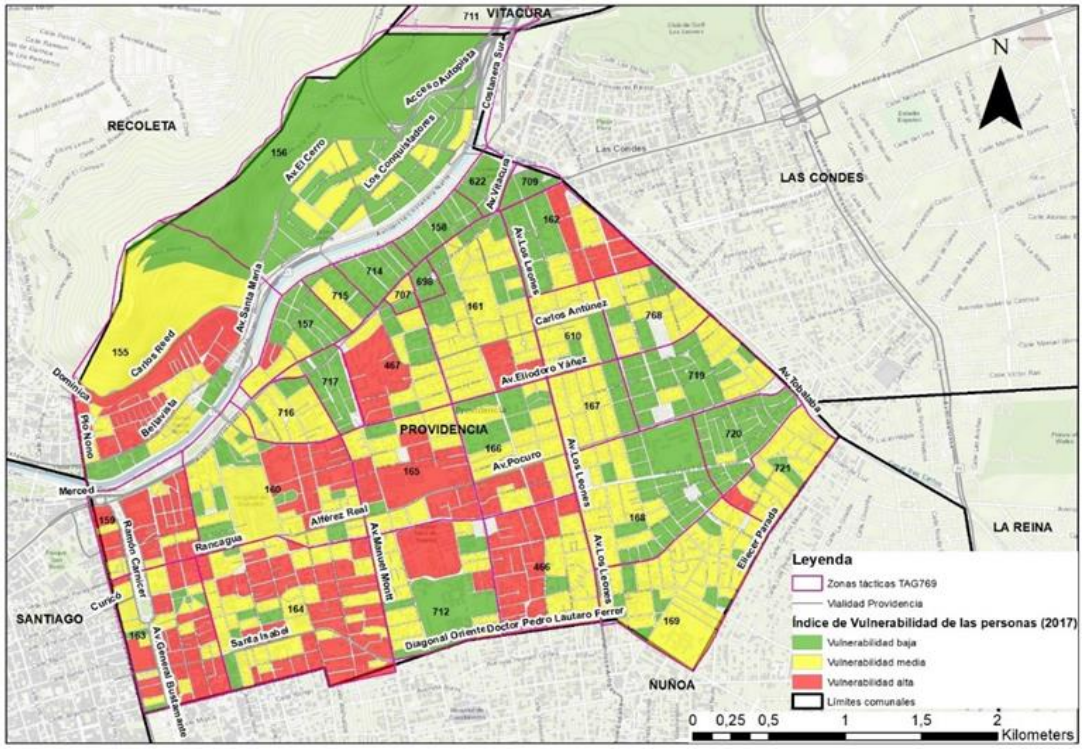
El Índice de Vulnerabilidad de las Personas especializado para la situación base y el escenario tendencial, contiene datos que van del 0 al 15, y son el resultado de la sumatoria de los indicadores que componen este índice, definiendo los niveles de vulnerabilidad según el quiebre natural de los datos.

De esta forma, se considera como vulnerabilidad baja cuando el índice alcanza hasta los 8 puntos, vulnerabilidad media cuando es mayor que 8 y menor que 10, y vulnerabilidad alta cuando es igual o mayor que 11.

El cálculo del Índice hacia el 2030 muestra una proyección general a la baja de la vulnerabilidad de las personas, observándose en 2030 que casi la totalidad de la zona oriente se homogeneiza en baja vulnerabilidad, mientras en el rango de alta vulnerabilidad las zonas se encuentran disgregadas en el territorio y abarcan áreas mayores que la escala manzana a diferencia de la situación base, concentrándose principalmente en el sector suroeste de Providencia, a diferencia de esta variable en 2017 donde tenía un comportamiento territorial más heterogéneo y disperso, considerando como vulnerabilidad principalmente alta y media aquellas manzanas censales y zonas tácticas comprendidas entre las Av. Manuel Montt y Av. Los Leones, aspecto que tiende a cambiar a una vulnerabilidad media según las proyecciones calculadas.

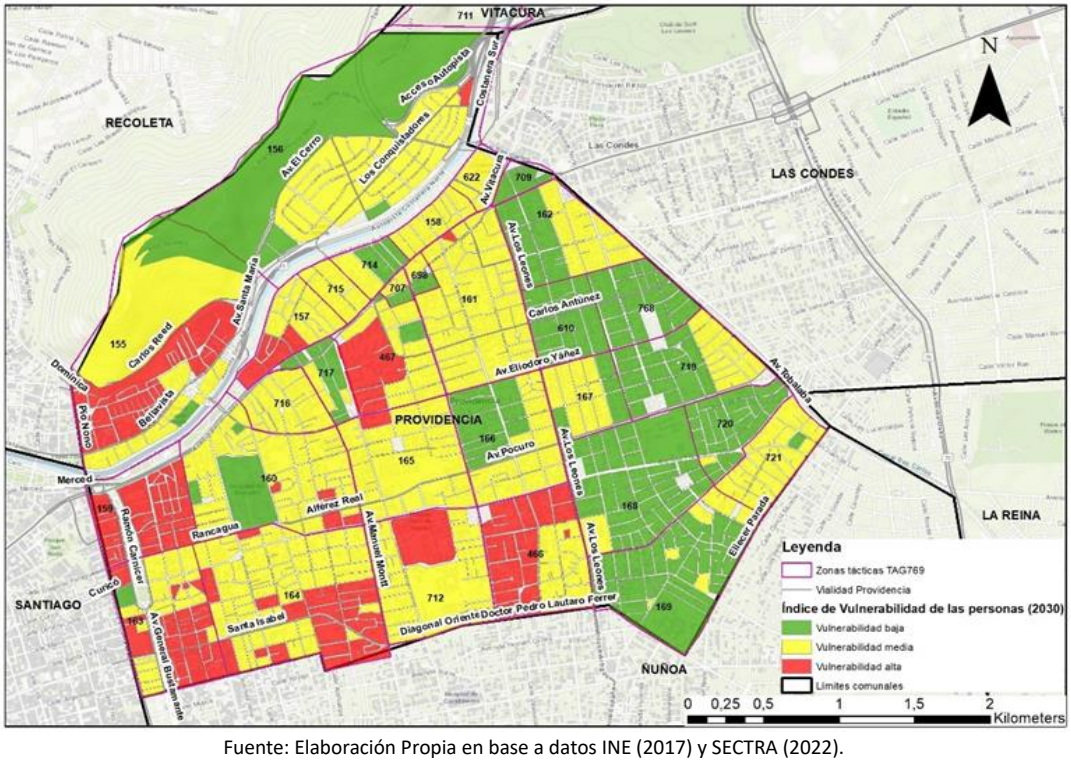
Las principales variaciones entre zonas tácticas se identifican en la zona táctica 622, en el límite comunal con la comuna de Las Condes, donde en promedio las manzanas que componen dicha zona aumentaron su vulnerabilidad de baja a media (ver Figuras N° 4.1-29 y N°4.1-30), seguida de la zona táctica 698, y que comprende dos manzanas censales atravesadas por Av. Nueva Providencia, y la zona 709, ambas con el mismo comportamiento que en cuanto al aumento en los niveles de vulnerabilidad.

FIGURA Nº 4.1-55: ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DE LAS PERSONAS PARA EL AÑO 2017



Fuente: Elaboración Propia en base a datos INE (2017) y SECTRA (2022).

FIGURA Nº 4.1-56: ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DE LAS PERSONAS PARA EL AÑO 2030



Fuente: Elaboración Propia en base a datos INE (2017) y SECTRA (2022).

4.1.3.3 Riesgo

El escenario base y tendencial del riesgo urbano en la comuna de Providencia se define a partir de la relación entre las amenazas y las vulnerabilidades. En tal sentido a través de la proyección de comportamientos de cada variable se identifican los posibles riesgos futuros según los contextos conservadores y tendenciales, con el fin de presentar propuestas de solución en la Etapa 5.

Los mapas de riesgo se presentan a escala comunal y se basan en los descritos en el punto anterior relacionado con ARCLIM. Los riesgos se definen considerando los escenarios equivalentes al SSP-1 2.6 y SSP-5 8.5 respectivamente.

4.2 Tarea 16. Levantamiento de Oferta de Proyectos

Como parte de esta tarea, y para efectos de definir los escenarios de oferta y demanda futuros de la comuna que se presentan en la Tarea 17 siguiente, se recopiló información de los distintos proyectos existentes tanto a nivel metropolitano que afectaran la comuna, como de los proyectos a nivel comunal que dispone la Municipalidad de Providencia de diversos estudios realizados a la fecha.

Los estudios comunales han generado una cartera importante de proyectos, los cuales para efecto de orden y mayor claridad son agrupados en distintos planes, a saber: Plan de Caminabilidad, Plan de Gestión Vial, Plan de Cicloinclusión, Plan de Mejoramiento Integral de calles, Plan de Jardines Sustentables, Plan de Áreas Verdes y Plan de Arborización.

En primer lugar, se reportan los proyectos metropolitanos que inciden en la comuna; posteriormente, se reportan de manera general los principales estudios realizados por la comuna, que dan origen a los proyectos y finalmente se clasifican estos proyectos a modo de síntesis en los distintos planes definidos por la Municiplidad.

4.2.1 Cartera de Proyectos Metropolitanos

A continuación se mencionan los proyectos de inversiones que cuentan con financiamiento desde el nivel central o mediante concesiones, y que se encuentran y/o impactan en el territorio comunal.

4.2.1.1 Línea 7 del Metro

Como muestra la figura siguiente, la línea 7 de Metro consta de 19 estaciones y cubre un trazado de 26 kilómetros, abarcando las comunas de Cerro Navia, Renca, Quinta Normal, Santiago, Providencia, Las Condes y Vitacura. Tiene un presupuesto estimado en 2528 MMUSD. Se espera que entre en funcionamiento el año 2026 – 2027.

FIGURA Nº 4.2-1: LOCALIZACIÓN DE ESTACIONES FUTURA LÍNEA 7 METRO COMUNA PROVIDENCIA LINEA 7



Fuente: Estudio de Intermodalidad de Línea 7 (CIS Consultores - Metro S.A. 2019)

En Providencia, el trazado de la Línea 7 es paralelo a la Línea 1, y considera paradas en las estaciones Baquedano y Pedro de Valdivia. Además, se considera la extensión de la Línea 6 desde la estación Los Leones hasta la nueva estación de la línea 7 Isidora Goyenechea, combinando ambas líneas en esta futura estación común.

El municipio de Providencia participó en el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, emitiendo las observaciones al proyecto mediante un oficio alcaldicio, las que enfatizan la necesidad de que el proyecto considere la protección de las áreas verdes (Parque Bustamante, Plaza Atria, Parque Uruguay), de las especies arbóreas, y que garantice una adecuada movilidad para los peatones y conductores de ciclos, entre otras medidas, tanto durante la construcción como en la operación del proyecto. con este objetivo, se solicitó la revisión del trazado y de la localización de algunos piques, de manera de minimizar los impactos negativos de las obras en las áreas verdes y en la infraestructura para la movilidad activa del sector a intervenir.

Un producto relevante del estudio de intermodalidad desarrollado por Metro para la Línea 7, lo constituyen los criterios definidos y desarrollados para definir las obras entorno a las estaciones de Metro, los cuales serán considerados también para efectos del presente estudio. Estos criterios se resumen a continuación.

- *Proyección de Demanda de Vehículos y Peatones*
  Se proyectó la demanda al quinto año de operación de la Línea 7 de acuerdo a las proyecciones de Metro, los escenarios de Uso de Suelo de SECTRA-MTT 2025/2030 y sus modelaciones con el modelo estratégico de Santiago (ESTRAUS), complementado con las mediciones de terreno.

- *Entorno Urbano*
  Se analizó los entornos a la estación, sobre la base de la cartografía, los catastros de usos de suelo, normativos, demográficos y las visitas a terreno. Se puso especial hincapié en la conectividad entre los cuadrantes afectados, geografía o barreras y en los eventos y actividades permanentes y esporádicas.

- *Proyectos y Propuestas de Infraestructura y de Espacios Públicos*
  Se analizaron los estudios, proyectos y propuestas existentes y que dicen relación con la infraestructura, Transporte y Movilidad, Áreas Verdes y Espacios Públicos.

- *Requerimientos y Restricciones propios del Proyecto Línea 7*
  Se consideraron las restricciones constructivas y de operación, presupuestarias, disponibilidad de terreno y factibilidad de expropiación del proyecto Línea 7.

- *Plazas de Acceso*
  Se habilitaron Plazas de Acceso en torno a cada estación, con tamaños distintos según estación y disponibilidad de suelo.

- *Accesibilidad Peatonal*
  Se definieron rutas de peatones para acceder a los accesos de cada estación, según la demanda proyectada por modo desde los hitos del entorno y paraderos de buses y taxicolectivos

- *Mejoramiento de Veredas*
  Se definieron anchos mínimos de veredas de acuerdo a la demanda proyectada que circulará por las rutas peatonales desde hitos y paraderos de buses y taxicolectivos.

- *Cruces Vehiculares*
  Se estudiaron los cruces vehiculares de la Plaza de Acceso, de manera de mejorar la convivencia con los peatones que acceden a cada estación.

- *Mejoramiento de Calzadas*
  Se mejoró la capacidad vial de las calzadas de las vías entorno las estaciones, para dar facilidades a los vehículos que convergen frente a las Plazas de Acceso.

- *Paraderos de Transporte Público*
  Se analizaron y reubicaron los paraderos de transporte público (buses y taxicolectivos) de acuerdo a la demanda de pasajeros proyectada.
- *Paradas de Transporte Privado*
  Se definieron bahías de Kiss & Ride entorno a la Plaza de Acceso, de modo de facilitar el transbordo a Metro desde los vehículos de transporte privado.

Al aplicar estos criterios fue posible llegar al planteamiento de obras de intermodalidad, que a modo de ejemplo se presentan en la figura siguiente para el acceso por calle Monseñor Sotero Sanz a la estación Pedro de Valdivia de la Línea 7 en la comuna de Providencia.

FIGURA Nº 4.2-2: OBRAS INTERMODALIDAD CALLE SOTERO SANZ ESTACION PEDRO DE VALDIVIA LINEA 7



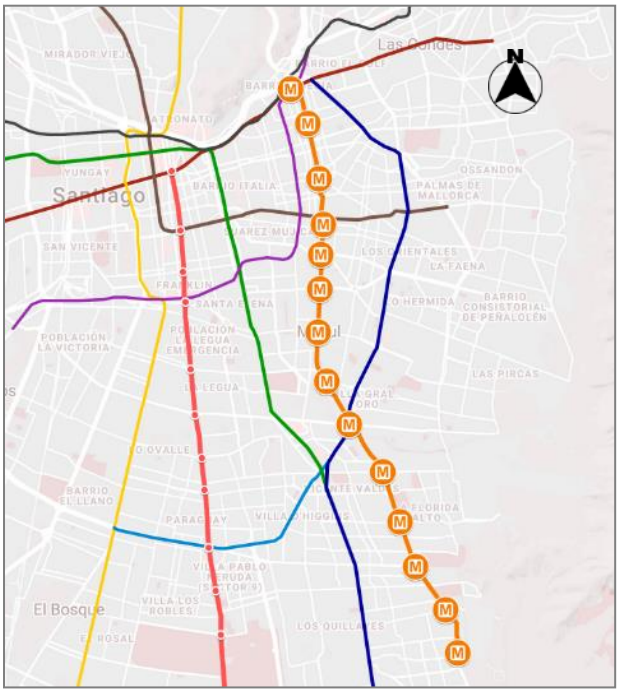
Fuente: Estudio de Intermodalidad de Línea 7 (CIS Consultores - Metro S.A. 2019)

4.2.1.2 Línea 8 del Metro

De acuerdo a la información oficial de Metro S.A., la Línea 8 se inaugurará el 2030 y conectará 5 comunas a través de 14 nuevas estaciones. Ese año ya estarán operativas la Línea 7 y la extensión de las líneas 2, 3, 4 y 6. Metro estima que 1,6 millones de personas serán beneficiadas con la Línea 8.

Las comunas donde se emplaza la Línea 8 son Puente Alto, La Florida, Macul, Ñuñoa y Providencia. Su trazado va entre Los Toros y Providencia por los ejes Camilo Henríquez, La Florida, Macul, Los Leones, abarcando 18.8 Km aproximadamente, tal como lo muestra la siguiente figura.

FIGURA Nº 4.2-3: TRAZADO LÍNEA 8 METRO

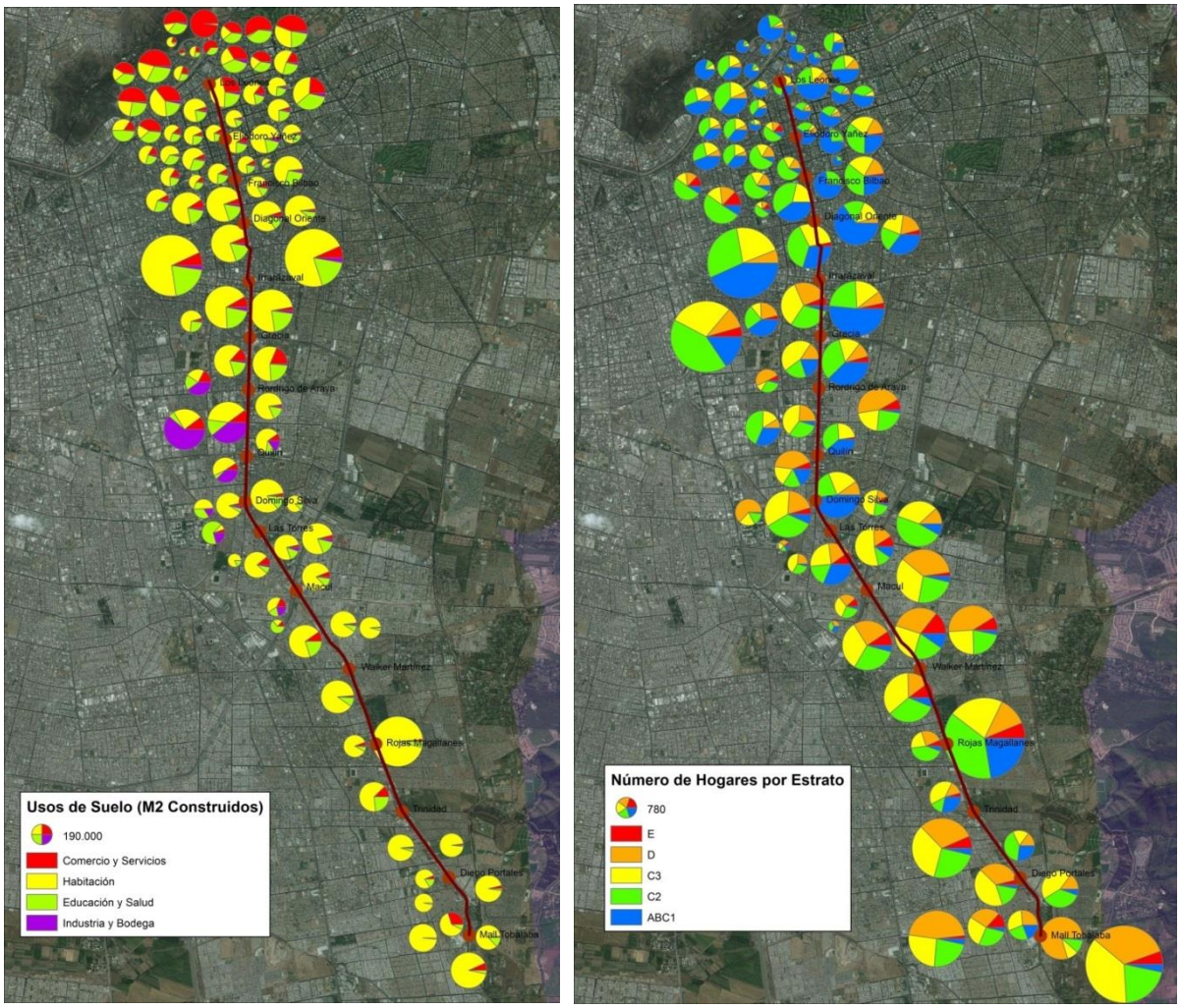


Fuente: Elaboración Propia

Dentro del trazado de la Línea 8 se distinguen cuatro tramos característicos, que se presenta en la figura siguiente.

- El primero dentro de la comuna de Providencia y parte de Ñuñoa, de alta densidad y estratos económicos altos. El sector presenta un desarrollo urbano en densificación bastante consolidado, orientado principalmente a la residencia y algo de servicios.
- El segundo desde el sur de Ñuñoa y cubriendo casi toda la comuna de Macul, de alta y media densidad, que está en proceso de densificación y orientado a sectores de estratos medios principalmente, con un dominio del uso residencial.
- El tercer tramo toma parte en zonas de alta densidad y estratos bajos, en el corazón mismo de La Florida, sirviendo zonas principalmente residenciales y propias del eje comercial, de densidad alta y baja altura consolidada en su mayoría y de estratos medios y bajos.
- El cuarto tramo corresponde al extremo sur de la Florida hasta el centro comercial Plaza Tobalaba en el sector Oriente de Puente Alto, también de alta densidad y que todavía presenta potenciales de crecimiento en expansión, principalmente de uso residencial.

FIGURA Nº 4.2-4: NIVEL SOCIOECONÓMICO Y USOS DE SUELO EN TORNO A LÍNEA 8 METRO



Fuente: Análisis y Desarrollo de Redes de Transporte Masivo en el Gran Santiago (CIS-Sectra-MTT, 2015).

La Línea 8 de Metro trae consigo nuevos desafíos en cuanto a intermodalidad, especialmente en las estaciones de combinación con las Líneas 1 y 6 (Los Leones), Línea 3 (Chile España) y Línea 4 (Macul). En efecto, el Plan de Estaciones Intermodales para la Región Metropolitana (CIS - Sectra, 2018) reconoce a la Estación Macul como uno de los principales puntos de intermodalidad del Gran Santiago.

Asimismo, la línea 8 conecta 3 polos importantes de servicio y comercio; Providencia – Los Leones, Vicuña Mackenna – Plaza Vespucio y Puente Alto - Mall Tobalaba.

4.2.1.3 Mejoramiento Paraderos Transporte Público de Eje Providencia

Este proyecto abraca al eje Providencia entre Vicuña Mackenna y Tobalaba abarcando una extensión de 4 km. Fue presentado por DTPM y aprobado por MDSyF, quedando en la cartera de proyectos para el año 2025. Considera la conservación de pavimentos y paraderos inteligentes.

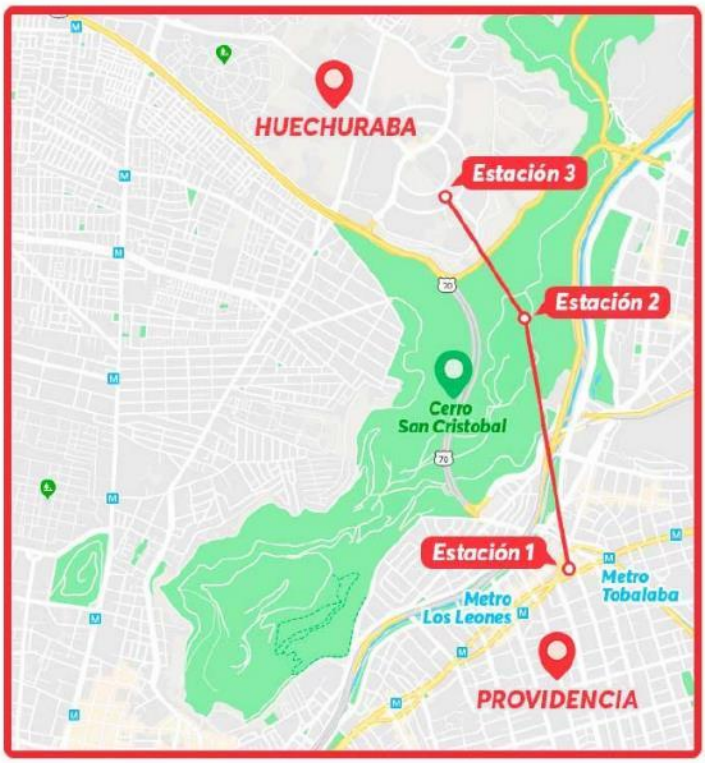
4.2.1.4 Teleférico Bicentenario

El proyecto considera la construcción de un teleférico monocable con un trazado de una longitud aproximada de 3.275 metros, y con capacidad máxima de 3.000 pasajeros/hora/ sentido. Su

implementación y financiamiento están contempladas mediante una concesión del Ministerio de Obras Públicas (MOP), con un presupuesto estimado de aproximadamente 2 millones de UF.

El tendido del proyecto se inicia en una estación situada sobre el canal San Carlos, entre las calles Nueva Tobalaba y Nueva Tajamar, ubicada aproximadamente a 250 metros de la estación de Metro Tobalaba, se desplaza hacia el norponiente elevándose por sobre el Parque Metropolitano, donde se contempla una estación intermedia y un nuevo acceso al parque, y finaliza en la Ciudad Empresarial en la comuna de Huechuraba, tal como se aprecia en la siguiente figura.

FIGURA Nº 4.2-5: PROYECTO TELEFERICO BICENTENARIO



Fuente: Emol 2021

Originalmente, la estación en Providencia estaba localizada en la plaza Nueva Zelanda, lo que fue modificado tras una solicitud de traslado de la Municipalidad de Providencia, que consideraba inadecuada su ubicación en uno de los puntos de más congestión de peatones en la comuna.

La estación quedó en definitiva en el costado norte de Av. Vitacura y sobre el Canal San Carlos, entre Nueva Tobalaba y Nueva Tajamar, reemplazando a la estación Luis Thayer Ojeda, acuerdo ratificado mediante Oficio Alcaldicio N°10.481 de fecha 19.11.2018.

Esta infraestructura permitirá conectar Providencia y Huechuraba en 13 minutos, en comparación con los 40 a 45 minutos que demora en transporte público.

Las ilustraciones siguientes muestran las estaciones e hitos principales proyectados para el trazado del proyecto, ubicados en la comuna de Providencia.

FIGURA Nº 4.2-6: EDIFICIO TECNICO "PUNTO DE QUIEBRE" (AV. ANDRES BELLO/NUEVA TAJAMAR)
(Solo redirecciona trazado)



Fuente: Informe Ejecutivo DGC MOP 2021

FIGURA Nº 4.2-7: ESTACION SOBRE CANAL SAN CARLOS



Fuente: Informe Ejecutivo DGC MOP 2021

4.2.1.5 Paseo Urbano Fluvial Mapocho

El proyecto busca la recuperación del cauce del río Mapocho como un cuerpo de agua de uso público inclusivo para la ciudad, revirtiendo su condición de espacio subutilizado para convertirlo en un lugar de encuentro y paseo familiar.

El desarrollo del proyecto de arquitectura y especialidades (2019-2022) considera la habilitación de un paseo inclusivo en el lecho sur del Río Mapocho, con una extensión de 4,3 km, entre el puente La Concepción y el sector de la Estación Mapocho, uniendo las comunas de Santiago y Providencia. El proyecto incluye cinco accesos con accesibilidad universal y un paseo pavimentado en el lecho del río, así como luminarias, circuito de seguridad con cámaras de tele vigilancia y un sistema de alerta temprana ante eventuales crecidas del cauce del río Mapocho.

FIGURA Nº 4.2-8: TRAZADO PASEO FLUVIAL RIO MAPOCHO



Fuente: GORE Metropolitano, 2021

Complementariamente, se busca generar una vinculación de la ciudadanía con el río, para lo cual se considera un plan de gestión para fomentar actividades culturales, deportivas y recreativas en los accesos y en el lecho del río. La inversión en obras civiles se calcula en más de $3.500 millones.

Cabe mencionar que este proyecto tiene su origen en la iniciativa Mapocho Pedaleable, desarrollada entre el 2013 y el 2016, la cual consistió en una serie de activaciones y obras de infraestructura, que incluyeron implementar el acceso al lecho del río al público con rampas y escaleras provisorias y la pavimentación de una carpeta de 3 km, las cuales fueron usadas en forma esporádica, ya que no se pudo concretar su implementación en forma permanente.

FIGURA Nº 4.2-9: PROYECTO PASEO FLUVIAL RIO MAPOCHO



Fuente: GORE Metropolitano, 2021

A causa de las necesidades de movilidad ocasionadas por el estallido social de octubre de 2019, en diciembre de 2019, el Consejo Regional aprobó el proyecto Mapocho Ciclo Parque, que es la continuidad del Mapocho Pedaleable, por un monto de $89 millones, el cual está siendo implementado a través de la Corporación Regional de Santiago y la ONG Map8, y con la participación de las municipalidades de Providencia y Santiago. Durante el verano de 2020 se volvieron a habilitar los accesos al lecho del río en base a estructuras livianas en tres accesos (Huelén, Purísima y Recoleta), cuyo funcionamiento tuvo que ser suspendido a causa de la crisis sanitaria. En septiembre de 2020 se reabrió el proyecto, registrando una alta demanda ciclista.

4.2.2 Estudios de la Comuna de Providencia

4.2.2.1 Plan Comunal de Inversiones en Infraestructuras de Movilidad y Espacio Público (PIEP, 2021)

La ley 20.958 o Ley de Aportes al Espacio Público en su artículo 176 establece la necesidad de elaborar un Plan comunal deinversiones en infraestructura de movilidad y espacio público, el que debe identificar y proponer una cartera de proyectos,obras y medidas debidamente priorizadas. La propuesta metodológica para la elaboración de dicho Plan consiste en la elaboración de dos sub planes: el Plan de Movilidad y Espacios Público (PMEP) y el Plan de Inversión y Gestión de Infraestructura en el Espacio Público.

El primero de ellos, elaborado por la Municipalidad de Providencia, sobre la base de un diagnóstico comunal y la imagen objetivo del Plan Regulador Comunal, propone los siguientes planes que materializan la visión estratégica integrada del espacio público comunal:[32]

- Plan de movilidad sustentable

  Objetivo específico: Diseñar e implementar un espacio público que garantice la accesibilidad, desplazamiento y autonomía para todos y todas, especialmente enfocado en las personas más vulnerables como las niñas y niños. Mujeres, personas en situación de discapacidad y adultos mayores.

- Plan de espacio público sustentable

  Objetivo específico: Diseñar e implementar un espacio público que garantice la seguridad durante el día y la noche así como promover la convivencia vial y mejorar la seguridad para todos los modos

- Plan de infraestructura de redes y servicios

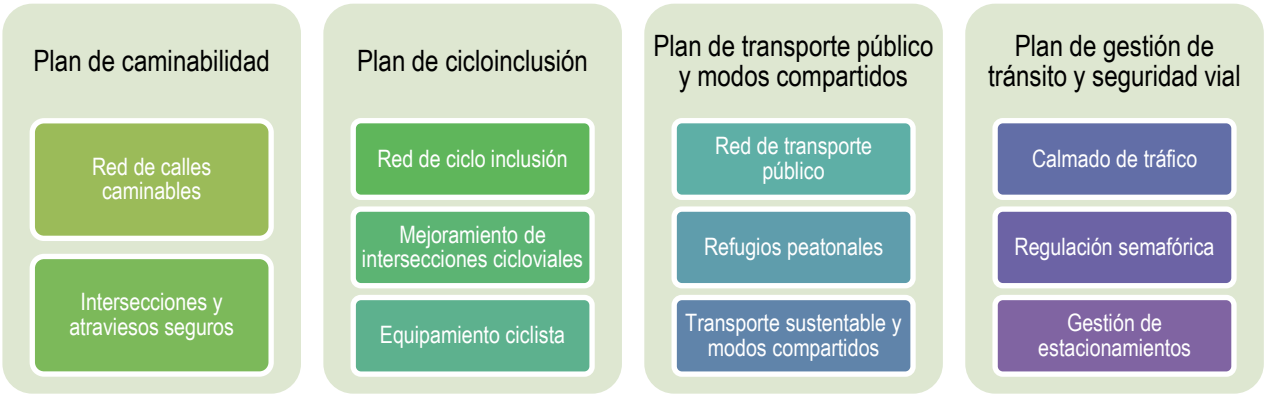
  Objetivo específico: Garantizar un espacio público con buenos estándares medioambientales y de bioseguridad, con baja contaminación acústica y baja emisión de contaminantes, que incentive la caminata los modos de movilidad activos y el deporte al aire libre para una buena salud física y mental

El Plan de Movilidad y Espacio Público (PMEP) de la comuna de Providencia se plantea como un instrumento de planificación urbana estratégica integrada y ha sido elaborado en conjunto con las direcciones y departamentos municipales que tienen injerencia en el espacio público. Cada unidad contribuyó a la elaboración del diagnóstico comunal, describiendo la situación base y detectando los principales problemas y potenciales del territorio comunal desde su visión sectorial, y definiendo lineamientos, planes y proyectos para el mejoramiento integral de la infraestructura de movilidad y de los espacios públicos de la comuna.

[32] PIEP 2021, pág 92.

El avance de los distintos planes se trabajó en tres instancias de coordinación y discusión: la Mesa de Movilidad, la Mesa de Arborización y la Mesa de Coordinación del Plan de Inversiones en Infraestructura de Movilidad y Espacio Público.

FIGURA Nº 4.2-10: ÁMBITOS DE ACCIÓN DEL PLAN DE MOVILIDAD SUSTENTABLE



Fuente: PMEP Providencia (2021).

Cartera de Proyectos Priorizada

Sobre esta base y luego de un proceso de consultas públicas el PIEP 2021 de Providencia define una cartera de Proyectos Priorizada para lo cual se identificaron los proyectos de la SECPLA sin financiamiento 2020 - 2021 y que responden a los lineamientos fijados en el Plan de Movilidad y Espacios Públicos, clasificando los proyectos identificados según los lineamientos y sub-lineamientos del Plan.

Para la construcción de la cartera de proyectos PIEP, se identificaron los proyectos de la SECPLA sin financiamiento 2020 - 2021 y que responden a los lineamientos fijados en el Plan de Movilidad y Espacios Públicos, clasificando los proyectos identificados según los lineamientos y sub-lineamientos del Plan. Luego se consideraron estos proyectos para la cartera PIEP según las prioridades reflejadas en la consulta pública. Esta cartera de proyectos considera 38 proyectos en el bien nacional de uso público de los cuales 33 son de movilidad y 5 de espacios públicos.

- **Movilidad**
  - 8 proyectos para peatones: 1 para mejoras en los anchos de aceras mínimo de 1,2 metros libres de obstáculos, pavimentos en buenas condiciones, antideslizantes y libres de desniveles. 3 para esquinas con accesibilidad universal, con baldosas podotáctiles para personas con discapacidad visual y 4 para instalar semáforos en intersecciones que evidencien conflictos entre peatón y vehículo motorizado y entre peatón y ciclista.
  - 16 proyectos para cicloinclusión: 1 para ciclovías unidireccionales en el sentido del tránsito vehicular. 1 para segregadores físicos en calles de 50 km/h o más. 14 para mejoramiento de ciclovías existentes.
  - 9 proyectos para vehículos particulares: diseños en calzada para disminución de velocidad de los vehículos motorizados para entornos residenciales.
- **Espacio Público:**
  - 4 proyectos para parques y plazas: cambio de pasto por especies vegetales de bajo recurso hídrico.
  - 1 proyecto para jardines sustentables: aumentar diversidad de especies en distintos ejes comunales con especies que se adaptan al cambio climático.

CUADRO Nº4.2-1: PROYECTOS PIEP COMUNA DE PROVIDENCIA 2021

Sublinea-miento	Nombre del Proyecto
Peatones	Elaboración proyecto de pavimentación mejoramiento de bandejones Vicuña Mackenna entre E. Sánchez y Malaquías Concha
	Mejoramiento integral bandejones, rutas accesibles y Ciclovía Santa Isabel. Consultoría
	Mejoramiento pavimento y accesibilidad universal entorno plaza Uruguay
	Mejoramiento accesibilidad peatonal calle El Vergel - Accesibilidad universal en calle El Vergel (7 cruces)
	Nuevos semáforos - Estudios de especialidades para mejoramiento peatonal en nuevos cruces semaforizados. Luis Thayer Ojeda con Bustos. Prioridad 2: Antonio Varas / Puyehue, Seminario / María Luisa Santander, Providencia c/ Padre Mariano (EISTU), Tobalaba / Carmen Sylva, El Bosque / Diego de Almagro. Plataforma elevada o semáforo Santa Isabel / Julio Prado (por colegio). Prioridad 3: Seminario / Rodolfo Vergara, Providencia / Obispo Pérez, Providencia / Bustamante
	Estudios de especialidades para pasos peatonales reforzados-Prioridad 1: Suecia/Carmen Sylva, Diego de Almagro / Mayflower
	Nuevos semáforos - Instalación de semáforo en Santa Isabel / José Manuel Infante.
	Nuevos semáforos - Instalación de semáforo en Miguel Claro / Elena Blanco.
Ciclovías	Mejoramiento integral bandejones, rutas accesibles y Ciclovía Seminario -
	Ciclovía Andrés Bello - Ciclovía Andrés Bello
	Rediseño cruces y semaforización Eliodoro Yáñez / José Manuel Infante.
	Rediseño cruces y semaforización Eliodoro Yáñez / El Bosque.
	Rediseño cruces y semaforización Yáñez / Manuel Montt.
	Rediseño cruces y semaforización Eliodoro Yáñez / Amapolas.
	Rediseño cruces y semaforización Eliodoro Yáñez / Carlos Silva Vildósola.
	Rediseño cruces y semaforización Eliodoro Yáñez / Juan de Dios Vial.
	Rediseño cruces y semaforización Eliodoro Yáñez / Luis Thayer Ojeda.
	Rediseño cruces y semaforización Eliodoro Yáñez / Pedro de Valdivia.
	Rediseño cruces y semaforización Eliodoro Yáñez / Hernando de Aguirre.
	Rediseño cruces y semaforización Eliodoro Yáñez / Marchant Pereira.
	Rediseño cruces y semaforización Eliodoro Yáñez / Los Leones.
	Rediseño cruces y semaforización Eliodoro Yáñez / Holanda.
	Mejoramiento intersecciones ciclovía Puyehue-Marín
	Mejoramiento intersecciones ciclovía Antonio Varas
Vehículos Particulares	Estudios de especialidades plataformas elevadas Magnere / Santa Beatriz, Marchant Pereira / Galvarino Gallardo
	Plataformas elevada La Marquesa / Los Españoles.
	Construcción plataforma elevada intersección El Vergel con República de Cuba
	Mejoras pavimentación calzadas - Mejoramiento calzadas Diego de Almagro, entre Los Leones, Holanda.
	Conservación calzada Miguel Claro, tramo Eliodoro Yáñez - Providencia
Peatones	Mantención Puente Los Conquistadores - Reparación baranda puente Los Conquistadores.
Vehículos Particulares	Conservación calzada Luis Barros Valdés, tramo General Córdova – Alberto Decombe
	Conservación calzada Lota, tramo Ricardo Lyon - Hernando de Aguirre
	Conservación calzada Bucarest, tramo Providencia - Andrés Bello
Plazas y Parques	Mejoramiento plaza Inés de Suárez - Rediseño integral plaza Inés de Suárez.
	Mejoramiento plaza Isabel Riquelme - Mejoramiento plaza Isabel Riquelme Fusionado
	Mejoramiento cicloparque Tobalaba - Fusionado.
	Plaza Caupolicán Consultoría
Sustentable	Mejoramiento de bandejones Renato Zanelli con El Aguilucho rediseño integral

Fuente: Municipalidad de Providencia 2021.

4.2.2.2 Modificación N° 5 PRC Reubicación de equipamientos entorno al Eje Providencia

La Modificación Nº5 del PRC de Providencia, involucra el sector comprendido por el norte desde Av. Andrés Bello, por el sur diversas vías en sentido oriente-poniente (como Nueva Providencia, A. Barros Errázuriz, Barcelona, Lota y San Pío X), por el oriente Nueva Tobalaba y por el poniente Huelén (ver Figura siguiente). Incluye además los terrenos ocupados por el Campus Lo Contador de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

FIGURA Nº 4.2-11: ÁREA AFECTA A MODIFICACIÓN Nº5 PRC PROVIDENCIA



Fuente: Municipalidad de Providencia, 2018

La necesidad de la Modificación Nº5 surge porque el artículo 2.1.36 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) establece condiciones para ubicar equipamientos en función de la categoría de la vía que enfrentan los predios. En el sector de interés la mayoría de las vías están categorizadas como "local" y en consecuencia en los predios que enfrentan esas vías solamente podría autorizarse equipamiento básico, es decir, edificaciones con una carga de ocupación de hasta 250 personas.

Una característica del sector involucrado en la modificación es que cuenta con una muy buena oferta de transporte público, que mejorará significativamente con la puesta en operación de la Línea 7 del Metro. Esa línea dispondrá de estaciones en el sector sobre el eje Andrés Bello como la ubicada en Monseñor Sótero Sanz. Por otro lado, un estudio del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones mostró que los residentes de edificios de departamentos en zonas consolidadas utilizan preferente el transporte público y la caminata en sus desplazamientos en los horarios críticos (Punta Mañana y Punta Tarde), con bastante independencia del precio de los departamentos (MTT, 2018[33]).

[33] Estudio "Análisis de tasas de generación y atracción de viajes de proyectos inmobiliarios en la región Metropolitana". Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 2018.

Lo anterior tiene como consecuencia que en los períodos críticos la intensificación del uso del suelo en el área de interés no debería producir una sobrecarga relevante de flujos vehiculares en la red vial, sino que un aumento importante de la actividad peatonal.

Esta Modificación fue aprobada por el Ministerio de la Vivienda y Urbanismo el año 2019 y por lo tanto forma parte de los proyectos de la Situación Base para efectos de este estudio.

4.2.2.3 Modificación N° 7 Regeneración Urbana Barrio El Aguilucho

La presente modificación tiene como objetivos proponer parámetros normativos y tipologías edificatorias adecuadas para el barrio El Aguilucho, de manera de impulsar un proceso de regeneración urbana en el sector. Los objetivos específicos para apoyar el proceso de regeneración urbana sustentable del barrio El Aguilucho son los siguientes:

- Poner en valor la identidad del barrio.
- Proponer parámetros normativos para una densificación con calidad.
- Formular tipologías edificatorias adecuadas para este barrio.
- Fortalecer el desarrollo económico local.
- Mejorar el entorno urbano, la accesibilidad universal y la calidad del espacio público para incentivar la inversión privada, la seguridad y la calidad de vida de los habitantes del barrio.
- Fomentar la movilidad sustentable y conectividad del barrio, considerando la llegada del Metro y los nuevos flujos de población flotante.

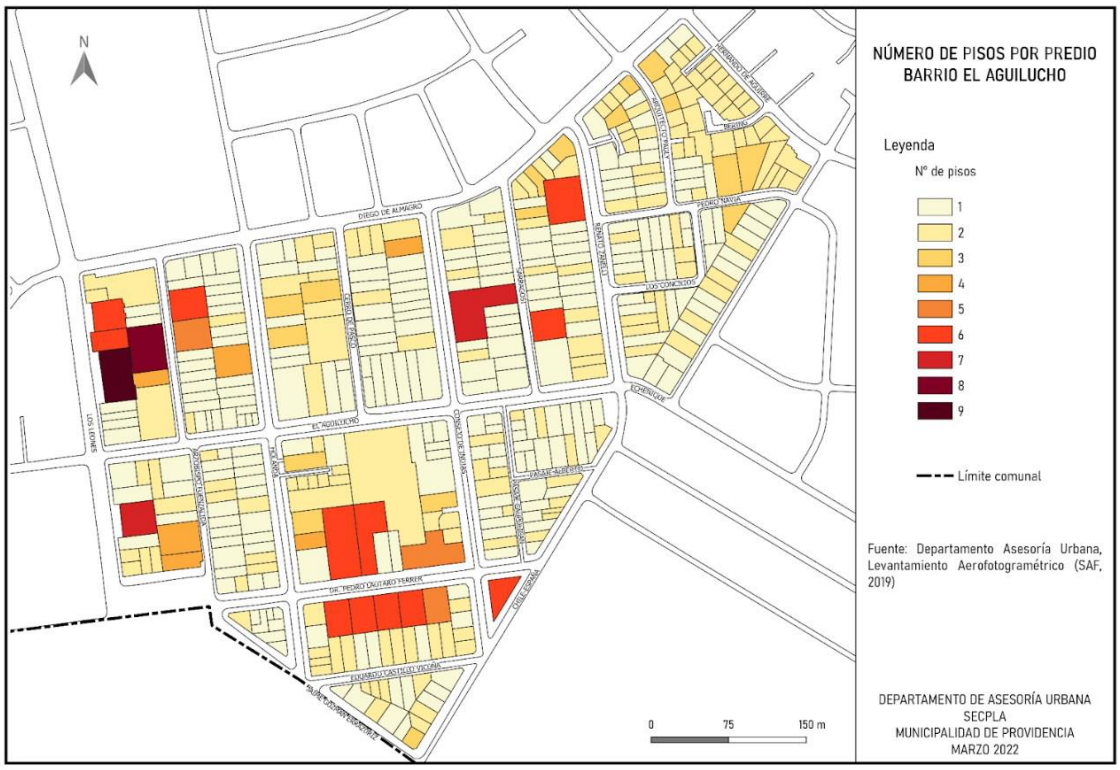
De acuerdo al Censo 2017 en el barrio El Aguilucho existen 2.631 habitantes, de los cuales el 69,1% corresponden a personas entre 15 y 64 años, mientras un 16,6% corresponde a adultos mayores, 7,3% a jóvenes entre 6 y 14 años, y sólo un 5,7% pertenece a niños menores de 5 años.

De acuerdo al Estudio Barrio El Aguilucho (2018) la composición socioeconómica del barrio es diversa. Predomina el grupo C2 con un 51,55% de la población, seguido por el ABC1 con un 35%. En menor medida se encuentra el grupo D con un 13,9%. Al contrastar con la comuna de Providencia, destaca la proporción del grupo C2 y D, que es mucho menor en a nivel comunal. En comparación con la comuna, el barrio El Aguilucho concentra la mayor cantidad de familias del grupo D y E, de los grupos C2 y C3 también se encuentra en el rango con mayor concentración junto con otros barrios de Providencia como en Bellavista y el entorno del parque Inés de Suárez. Por último, el barrio presenta una concentración media del grupo socioeconómico ABC1, al igual que gran parte de la comuna como por ejemplo las manzanas en torno a Antonio Varas y Pedro de Valdivia.

En relación a la morfología del barrio, se observa un predominio del sistema de agrupamiento pareado (44%) y continuo (42%). Por otro lado, las edificaciones aisladas corresponden mayoritariamente a edificaciones nuevas (edificios) y algunas casas, concentradas a lo largo de Diego de Almagro, Hernando de Aguirre, Dr. Pedro Lautaro Ferrer. A su vez, predomina la altura de edificación de 1 ó 2 pisos, como se observa en la siguiente figura.

Se propone modificar las normas urbanísticas (altura, constructibilidad, densidad) con nuevas tipologías adecuadas para el barrio, diferenciándolas según perfil y carácter de las calles y pasajes, reconociendo en la planificación las características de los usos, de la edificación y de la trama predial existente.

FIGURA Nº 4.2-12: EDIFICACION ÁREA AFECTA A MODIFICACIÓN Nº7



Fuente: Municipalidad de Providencia, 2021

Adicionalmente, se propone el desarrollo de un Plano de Detalles para el espacio público y los edificios que enfrentan la calle El Aguilucho en el tramo entre Los Leones y Renato Zanelli, acogiéndose a la posibilidad que entrega el artículo 28 ter de la Ley General de Urbanismo y Construcciones (LGUC). Un antecedente para la elaboración de Plano de Detalle para el espacio público es el proyecto “Rutas 8/80” elaborado en el marco del Programa de Mejoramiento de la Gestión 2020 por el DAU.

Para el diseño de la calle El Aguilucho se propone reforzar su carácter de centro del barrio, en el tramo entre Eliecer Parada y Los Leones, como una calle grata para caminar y de tránsito más calmado. Se propone ampliar las veredas, proyectar una renovación del arbolado que en algunos tramos puede conformar una doble corrida que complementa a los árboles existentes en buen estado, gestionar lugares de descanso con mobiliario urbano removible, eliminar los estacionamientos a lo largo de la calle, generar los dispositivos de rebajes de rodados con el nuevo estándar, mejorar las paradas de transporte público, generar veredones sustentables, y dar la posibilidad de instalación de terrazas frente a restaurantes y locales con patentes que lo permitan.

Para reducir la velocidad de circulación y conectar ambos costados norte y sur de la calle, se proyecta una gran plataforma elevada en el centro del barrio frente a la parroquia Santa Bernardita y colegio Municipal Regina Pacis, existente. También se genera una plataforma elevada en Regina Pacis con Echeñique, entre dos semáforos con la finalidad de reducir las velocidades en este arco de casi 400 m , tal como se muestra en las figuras siguientes.

FIGURA Nº 4.2-13: CALLE EL AGUILUCHO – VISTA SITUACIÓN ACTUAL



Fuente: Google Maps

FIGURA Nº 4.2-14: CALLE EL AGUILUCHO – VISTA SITUACIÓN PROPUESTA



Fuente: Elaboración DAU, 2020

4.2.2.4 Modificación N° 8 Equipamientos de Salud, Ajuste Normativo ZEMoI

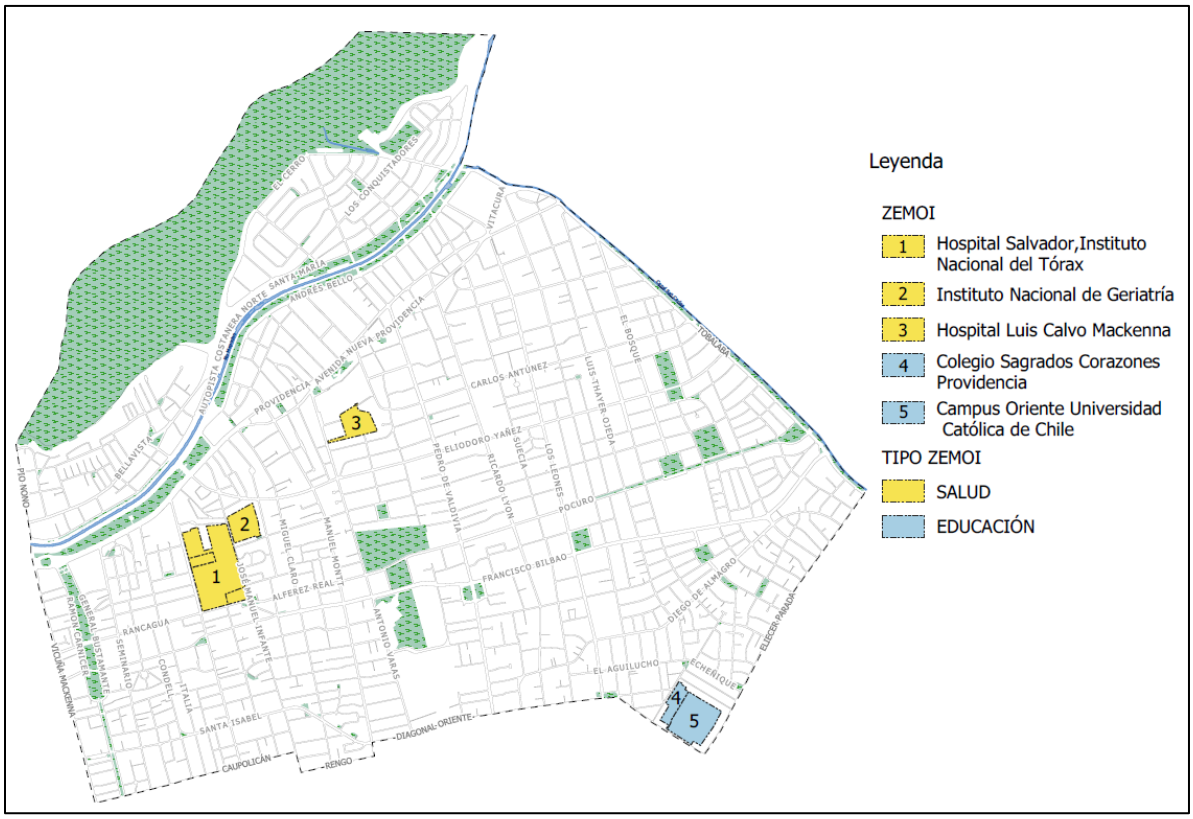
Esta modificación tiene como objetivo, permitir un desarrollo medioambiental equilibrado para la infraestructura de Salud pública de la comuna. Los objetivos específicos del ajuste normativo ZEMoI de Salud de los artículos de la Ordenanza Local del PRCP son:

- Modificar las normas urbanísticas asociadas a Zonas de Equipamiento Metropolitano o Intercomunal (ZEMoI) de salud de la comuna.
- Estudiar alternativas de desarrollo para los predios ZEMoI, de manera de dar cabida a las necesidades de crecimiento de la infraestructura hospitalaria comunal, tomando en cuenta las características específicas del entorno urbano en que se insertan

Providencia concentra gran cantidad del equipamiento de salud de la Región Metropolitana, como el Hospital del Salvador, el Hospital Luis Calvo Mackenna, el Hospital Metropolitano, el Hospital del Trabajador, entre otros, algunos de los cuales se encuentran clasificados como Zonas de Equipamiento Metropolitano o Intercomunal (ZEMoI) por el PRCP, con un conjunto de normas especiales para estos predios. Varias de estas infraestructuras tienen la necesidad de crecer y adaptarse a los actuales y futuros requerimientos de salud. Sin embargo, tienen limitaciones normativas que no permiten este desarrollo, como el coeficiente de ocupación de suelo en primer piso y el coeficiente de constructibilidad.

Se propone realizar ajustes normativos para los recintos hospitalarios localizados en la ZEMOI de la Comuna, de manera de permitir su posterior desarrollo. Se busca estudiar alternativas de estructuración, de manera de poder analizar y evaluar los efectos que dichas alternativas tendrán sobre el entorno cercano, la red de movilidad en general y sobre el medio ambiente.

FIGURA Nº 4.2-15: ZONAS DE EQUIPAMIENTO METROPOLITANO O INTERCOMUNAL DE SALUD, COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración DAU, 2020

Se propone estudiar los siguientes ajustes normativos para permitir una mejor cabida para los distintos predios ZEMoI con equipamiento de Salud:

a. Aumento del porcentaje de ocupación de suelo.
b. Aumento de coeficiente de constructibilidad.
c. Aumento de la altura máxima permitida, de manera que se puedan desarrollar pisos clínicos de 4,5 m en vez de 3,5 m.
d. Aumento del número de pisos, eventualmente para el predio del Hospital Luis Calvo Mackenna.

4.2.2.5 Modificación PRMS 104 Ajustes Infraestructura de Transporte Metropolitana

El proyecto de modificación del Título VII del Plan Regulador Metropolitano de Santiago (MPRMS 104), está orientado principalmente a dar respuesta a las necesidades de desarrollo en materias de infraestructura de transporte de la Región Metropolitana para lo cual se propone una red de vías expresas y troncales perfeccionado, que pretende mejorar las condiciones de conectividad y fluidez del sistema vial.

El proyecto específicamente consiste en reformular el listado de vías expresas y troncales que regula el instrumento de planificación territorial (IPT) de nivel metropolitano, excluyendo algunas vías actualmente contempladas e incorporando otras nuevas.

De acuerdo a lo anterior, se elimina de la tuición normativa del IPT metropolitano un total de 44 ejes troncales, los cuales quedarían bajo regulación de los respectivos instrumentos locales (Planes Reguladores Comunales).

La modificación PRMS 104 actualiza las definiciones relativas a la vialidad intercomunal entregando en el punto 7.1.1 de la Ordenanza propuesta una actualización de la vialidad metropolitana y su jerarquía, incluidos los anchos mínimos entre Líneas Oficiales.

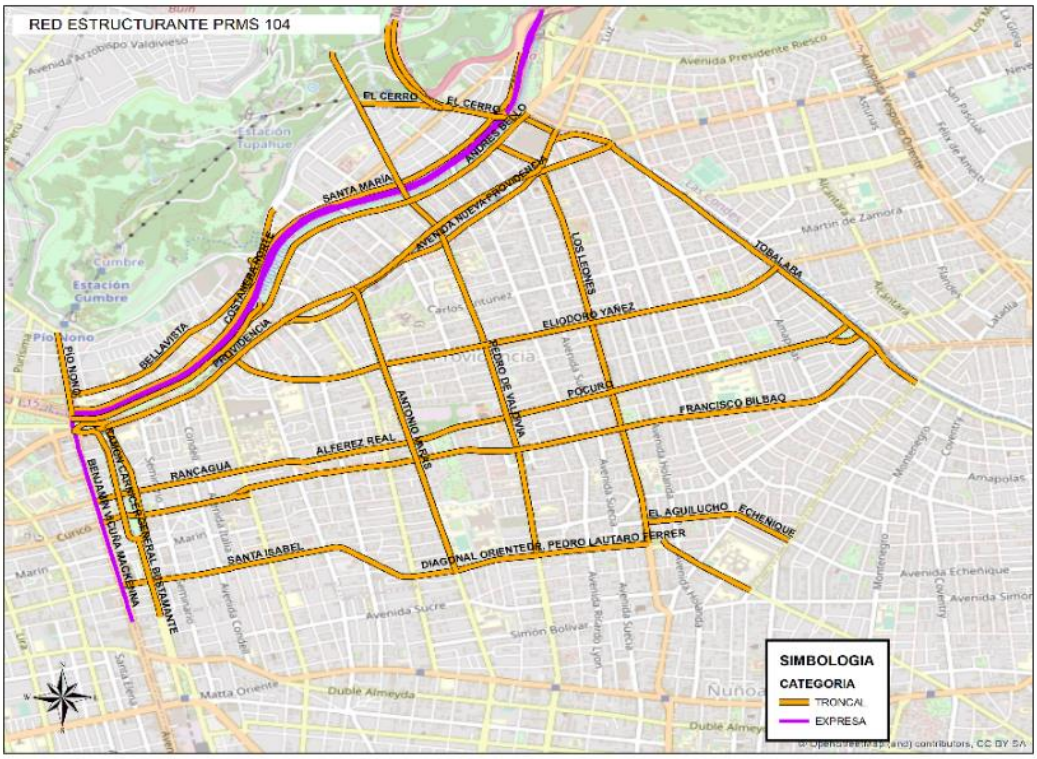
El mencionado anteproyecto fue expuesto en talleres informativos a los cuales fueron invitados representantes de los municipios de toda la Región Metropolitana. Posteriormente, se les solicitó a los municipios que remitieran sus observaciones por escrito del anteproyecto, dichas solicitudes se pueden resumir en las siguientes:

- No excluir vías del PRMS que se proponía eliminar
- Disminución de anchos entre líneas oficiales.
- Incorporación de vías y/o tramos existentes y/o nuevos al PRMS.
- Excluir vías del PRMS que se proponía mantener.
- Cambios de trazados de las vías del PRMS propuestas.
- Cambios de estándar de las vías del PRMS propuestas.

Las mencionadas solicitudes fueron evaluadas en esta SEREMI Metropolitana, aceptándose unas y rechazándose otras. Providencia presentó 20 solicitudes y solo fueron acogidas 5.

La figura siguiente muestra la vialidad troncal y expresa que propone el 104 del PRMS, la cual difiere en la categoría propuesta para el eje Antonio Varas con la vialidad del PRCP.

FIGURA Nº 4.2-16: VIALIDAD ESTRUCTURANTE PRMS 104 COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: DAU Providencia, 2022

4.2.2.6 PLADECO 2013-2021

El Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO) 2013-2021 establece cinco lineamientos de desarrollo, con sus respectivos objetivos:

- Desarrollo de comunidad. Fomentar el encuentro entre las vecinas y los vecinos en el espacio público, su convivencia y asociatividad.
- Inclusión social. Construir una comuna más inclusiva e integradora, generando un sistema de protección social basado en el enfoque de derechos.
- Barrios acogedores y con identidad. Proteger y potenciar la identidad y la calidad de vida de los barrios de la comuna.
- Comuna sustentable. Avanzar hacia la generación de territorios ambientalmente sustentables.
- Polo de desarrollo e innovación. Posicionar a la comuna como líder en el desarrollo de actividades de innovación, culturales y turísticas.

Dentro del lineamiento “Barrios acogedores y con identidad” se establecen cinco objetivos específicos, entre los cuales se destacan los siguientes, por su relevancia para el presente Plan: construir aceras y calles más amables, limpias y seguras para los peatones; promover una planificación territorial acorde a las demandas y problemas locales; proteger y poner en valor el patrimonio de la comuna.

En el marco del lineamiento “Comuna sustentable”, se desarrollan cuatro objetivos específicos: impulsar la movilidad sustentable; fomentar la reducción, reutilización y reciclaje de residuos; contribuir al uso

eficiente de la energía en la comuna y reducir el impacto ambiental de las actividades municipales; promover la biodiversidad en la comuna; promover la educación ambientalde los vecinos y vecinas.

El PLADECO se aprobó el año 2021 y rescata la visión estratégica actual del municipio: "*Providencia será una comuna verde, vibrante y dinámica, y un lugar donde la gente prefiera vivir, trabajar, aprender, invertir y visitar*".

4.2.2.7 Estudio Providencia 8/80: facilidades para ciudadanos más vulnerables en el espacio público

El concepto Ciudades 8/80 (Cities 8/80), tiene su origen en el nombre de una organización que busca resaltar la importancia de la movilidad urbana y de los parques en la ciudad, mediante herramientas que permiten mejorar y crear espacios públicos destinados a personas de todas las edades. El concepto es muy simple: si las acciones generadas en el espacio público son buenas para personas de 8 y 80 años, entonces serán buenas para todas las personas.

El estudio formuló una propuesta de Visión Providencia 8/80, presentando varios objetivos vinculados a la promoción de la convivencia de los distintos modos de transporte y movilidad, la autonomía y seguridad de los usuarios y residentes, así como la reducción de la cantidad y velocidad de vehículos motorizados en el espacio público. Finalmente, se definieron los lineamientos para el diseño de Rutas Inclusivas 8/80 que, asociados a ciertos espacios públicos, equipamientos e infraestructuras, deberían ser aplicados a un barrio específico de la comuna, para verificar y evaluar su eficacia.

Se escogió al barrio El Aguilucho por reunir las tipologías y escalas de espacios públicos, así como los equipamientos (de educación, salud, comercio) e infraestructuras de transporte más representativos y, además, porque los residentes y transeúntes de dicho barrio respondían a los perfiles identificados en el diagnóstico preliminar, todos antecedentes indispensables al momento de aplicar y verificar los principios contenidos en el concepto Providencia 8/80.

Visión de Rutas Inclusivas Providencia 8/80
"Consolidar un entorno urbano inclusivo, seguro, saludable y sustentable, que permita la estadía y el goce de sus espacios públicos con una alta calidad medioambiental, que promueva los modos activos de movilidad y mitigue los efectos del cambio climático, para entregar una mejor calidad de vida a las personas que residen o visitan la comuna, en especial los más vulnerables, como las niñas y niños, mujeres, personas en situación de discapacidad temporal o permanente, y adultos mayores"

A partir de los objetivos del subplan de Caminabilidad y Rutas Accesibles, perteneciente al Plan de Infraestructura de Movilidad y de Espacios Públicos, del análisis de los documentos revisados, así como de los talleres participativos "Ciudades amigables para el adulto mayor", y "Ponte en mis zapatos", con personas con discapacidad, el estudio propone los siguientes lineamientos específicos:

- Privilegiar recorridos seguros, iluminados y atractivos que comuniquen los espacios públicos, los equipamientos y la infraestructura de transporte, con las áreas residenciales
- Privilegiar recorridos por calles con usos mixtos de pequeña escala, debidamente señalizados, y cuyos locales estén organizados y certificados como comercio amigable con las niñas, niños y adultos mayores, a los que puedan acudir las personas en caso de emergencia.
- Propiciar la baja velocidad en las calles locales para una convivencia más segura entre los diferentes modos.

- Promover circulación de ciclistas por calzada o ciclovía, y bajarlos de las aceras. Esto es relevante para personas con discapacidad temporal o permanente y adultos mayores, que se sienten inseguras con los ciclistas circulando por las aceras.
- Equipar los recorridos con escaños, basureros y bebederos para hacer una pausa al menos en las esquinas, pero manteniendo despejado el paso.
- Promover el perfil de la acera con un ancho mínimo de 2,40 m, donde la vereda mínima sea de 1,60 m libre más un veredón para plantar árboles. Estas dimensiones mínimas permiten transitar acompañado, con silla de rueda o con coche de infantes, protegido de la calzada y con sombra.
- Los dispositivos de accesibilidad universal deben cumplir con las pendientes normadas generando anchos mínimos de 1,20 m libres de obstáculos, tales como postes, tirantes, ramas de árboles, basureros, escaños, bolardos u otros, a fin de facilitar el desplazamiento de personas con discapacidad temporal o permanente.
- Asegurar velocidad máxima de 20 km/h para vehículos motorizados, en las inmediaciones de centros de salud, educación, deporte, culto y cultura, para una mayor seguridad de usuarios que circulen a pie, o en bicicleta.
- Promover la disminución de estacionamientos en el entorno inmediato de establecimientos educacionales y áreas verdes, para mantener ambientes seguros y saludables. En estos espacios se podrá aumentar la superficie de área verde o veredones, para la plantación de árboles y ubicación de mobiliario urbano, entre otras medidas que promuevan las zonas de baja emisión de contaminantes.
- Propiciar la incorporación de baños públicos en parques y plazas que permitan a los usuarios una permanencia prolongada, sea para realizar actividades recreativas o de cuidado hacia los más vulnerables.
- Mantener baja contaminación acústica y baja emisión de contaminantes (CO2 y PM2 < 2,5) u otros, para incentivar la movilidad activa, la caminata y el deporte al aire libre, en los entornos de rutas inclusivas 8/80, caminos escolares seguros y áreas verdes.
- Garantizar el buen estado de los pavimentos incorporando pavimentos del tipo podotáctiles, al menos en las esquinas. El adoquín debe especificarse fuera de estas rutas y solo a modo de confinamiento de la vereda con el área verde, o como borde de alcorques y tazas.
- Mantener las copas de los árboles a una altura mínima de 2 m, para evitar accidentes en los peatones.
- Promover la implementación de veredas continuas, ya que otorgan prioridad a los peatones en los cruces, reducen las velocidades de los vehículos motorizados al virar y, marcan en algunos casos el inicio o término de una zona calma.
- Definir altura mínima de bolardos en 0.65 m, para ser detectados por el bastón guía de personas ciegas o con baja visión.
- Se deberá incluir una alerta en el pavimento para avisar a las personas ciegas o con baja visión, que existe un desnivel entre un espacio privado destinado al libre tránsito y un espacio público.
- Gestionar un permiso especial para las personas ciegas o con baja visión, que les permita ingresar con sus perros guías a restaurantes, bancos, transporte público u oficinas de servicios, públicas o privadas.

El barrio El Aguilucho, tomado como referencia para el estudio reúne las tipologías y escalas de espacios públicos, equipamientos de educación, salud, comercio e infraestructuras de transporte, así como de usuarios que responden a los perfiles y escala identificados en el diagnóstico. Para sistematizar la información se realizó un catastro general de equipamientos e infraestructuras existentes en dicho barrio, lo que permitió descubrir algunas actividades que en determinados días u horarios, y por su naturaleza, están incidiendo negativamente en la convivencia de los residentes y transeúntes. La propuesta de diseño para el barrio El Aguilucho, consideró las siguientes premisas:

- Reforzar el centro del barrio, conformando la calle El Aguilucho – Echeñique, tramo Eliecer Parada – Los Leones, como una calle grata para caminar y de tránsito más calmado.
- Proyectar veredas continuas y plataformas elevadas en el entorno del barrio y en la calle central.
- Unir las áreas verdes existentes mediante rutas accesibles.
- Desarrollar una Ruta Inclusiva en calle Arzobispo Fuenzalida, a modo de conector interior norte-sur.
- Implementar mobiliario urbano para mejorar la experiencia y seguridad en el recorrido, mediante gestión de escaños removibles con los locatarios, implementación de un plan de iluminación, incorporación de papeleros, bicicleteros y bebederos, entre otros.

Las figuras siguientes presentan algunas de las propuestas del estudio a nivel del barrio en general y en particular de la calle El Aguilucho, que perfectamente podrían ser aplicadas a otros barrios de la comuna, siguiendo los lineamientos de estudio Providencia 8/80.

FIGURA Nº 4.2-17: PROPUESTA DE RUTAS INCLUSIVAS PARA EL BARRIO EL AGUILUCHO



Fuente: DAU Providencia, 2020

FIGURA Nº 4.2-18: MEJORAMIENTO CALLE EL AGUILUCHO

Calle El Aguilucho – Situación actual. **Calle El Aguilucho – Situación Propuesta**



Fuente: DAU Providencia, 2020

4.2.3 Planes de Proyectos Municipales

A continuación se reportan los proyectos que conforman los distintos planes de proyectos definidos por la municipalidad a partir de los estudios presentados en el punto anterior.

El detalle de estos planes definidos por profesionales de la DAU de la municipalidad se presenta en el Anexo digital N°15.1

4.2.3.1 Plan de Caminabilidad

Como parte del Plan de Caminabilidad definido por la DAU de la Municipalidad se identifican los siguientes proyectos:

CUADRO Nº4.2-2: PROYECTOS PLAN DE CAMINABILIDAD

ID Mun.	Nombre	Ubicación	Solución
391	Paseo Peatonal Las Bellotas	Las Bellotas entre Coyancura y Avenida Nueva Providencia	Ordenamiento de usos y prioridad en la movilidad de peatones con accesibilidad universal. Recuperación y propuesta de nuevas áreas verdes.
82	Paseo Peatonal Granaderos	Granaderos entre Manuel Montt y Dr. Manuel Barros Borgoño	Paseo peatonal
S/N	Ciclovía Carlos Antúnez	Desde Andrés Bello A Tobalaba	Ciclovía en calzada, por costado derecho, se reduce una pista vehicular
342	Cruces semaforizados	Suecia con Bustos	Mejoramiento pavimento en en aceras para una mejor movilidad peatonal e iluminación de cruces.
344		Seminario con María Luisa Santander	Semáforo y mejoramiento pavimento en aceras para una mejor movilidad peatonal e iluminación de cruces
345		Tobalaba con Carmen Sylva	Mejoramiento pavimento en aceras para una mejor movilidad peatonal e iluminación de cruces.
346		El Bosque con Diego de Almagro	Mejoramiento pavimento en aceras para una mejor movilidad peatonal e iluminación de cruces.
348		Carmen Sylva con Hernando de Aguirre	Mejoramiento pavimento en aceras para una mejor movilidad peatonal e iluminación de cruces.
349		Carmen Sylva con Luis Thayer Ojeda	Mejoramiento pavimento en aceras para una mejor movilidad peatonal e iluminación de cruces.

ID Mun.	Nombre	Ubicación	Solución
405		Antonio Varas con Dr. Solís de Ovando	Se propone la construcción de un nuevo semáforo en la intersección, que permita una convivencia segura para todos los modos.
410		Providencia con Padre Mariano	Construcción de un semáforo en la dicha intersección.
S/N		Sta. María con Los Piñones	Construcción de un semáforo en la dicha intersección.
S/N		Dávalos con Bellavista	Construcción de un semáforo en la dicha intersección.
164		Providencia con Almirante Pastene	Construcción de un semáforo en la dicha intersección.
351	Accesibilidad Universal Rutas Acceso CIAM Diego de Almagro (Etapa 2)	Ricardo Lyon/Amapolas/Eliodoro Yáñez/Diego de Almagro	Mejorar el 50% restante de los pavimentos de veredas, cruces de calzada y pasos peatonales inclusivos con estándares de accesibilidad universal
372	Accesibilidad Universal Rutas Acceso CIAM Eliodoro Yáñez (Etapa 2)	Eliodoro Yáñez/Francisco Bilbao/Los Leones/Antonio Varas	Mejorar el 50% restante de los pavimentos de veredas, cruces de calzada y pasos peatonales inclusivos con estándares de accesibilidad universal.
373	Accesibilidad Universal Rutas Acceso CIAM Juana de Arco (Etapa 2)	Avenida Nueva Providencia/Pocuro/Los Leones/Antonio Varas	Mejorar el 50% restante de los pavimentos de veredas, cruces de calzada y pasos peatonales inclusivos con estándares de accesibilidad universal
374	Accesibilidad Universal Rutas Acceso CIAM Santa Isabel (Etapa 2)	Manuel Montt/Condell/Santa Isabel/Francisco Bilbao	Mejorar el 50% restante de los pavimentos de veredas, cruces de calzada y pasos peatonales inclusivos con estándares de accesibilidad universal
218	Eliodoro Yáñez Mejoramiento Accesibilidad Universal Cruces Semaforizados	E. Yáñez con Román Díaz	Ejecución de proyectos SERVIU ya aprobados para el eje de E Yáñez.
219		E. Yáñez con Miguel Claro	
221		Eliodoro Yáñez con Suecia	
222		Eliodoro Yáñez con Tobalaba	
223		E. Yáñez con Marchant Pereira	
224		E. Yáñez con Pedro de Valdivia	
225		Eliodoro Yáñez con Los Leones	
226		E. Yáñez con Juan de Dios Vial	
227		Eliodoro Yáñez con Amapolas	
228		E. Yáñez con Hernando de Aguirre	
229		E. Yáñez con José Manuel Infante	
230		Eliodoro Yáñez con Manuel Montt	
231		Eliodoro Yáñez con Ricardo Lyon	
232		Eliodoro Yáñez con Holanda	
233		E. Yáñez con Luis Thayer Ojeda	
234		Eliodoro Yáñez con El Bosque	
404		E. Yáñez con Carlos Silva Vildósola	
235	Suecia Mejoramiento Accesibilidad Universal Cruces semaforizados	Suecia con Andrés Bello	Ejecución de Proyectos Serviu Ya Aprobados Para El Eje Suecia.
236		Suecia con Providencia	
237		Suecia con Avda. Nueva Providencia	
393	Plaza Río de Janeiro Mejoramiento Accesibilidad Universal Entorno	Pocuro/La Brabanzon/Augusto Ovalle Castillo/Presidente Alfaro	Construcción de veredas continuas y plataformas elevadas, para acceder a la plaza
91	Mejoramiento Integral Santa Isabel	Santa Isabel entre Benjamín Vicuña Mackenna y General Bustamante	Ejecución de diseño con mejorar en las condiciones de movilidad, en función de criterios de accesibilidad universal, poniendo especial atención en la relación de la vía con los inmuebles emblemáticos y patrimoniales de su entorno.
317	Mejoramiento peatonal en cruces de calle Rancagua y Alférez Real	Rancagua con Arz. Larraín Gandarillas	Mejoramiento pavimento para una mejor movilidad peatonal e iluminación de cruces.
322		Rancagua con Condell	
323		Rancagua con Italia	
326		Rancagua con Salvador	
327		Rancagua con Julio Prado	
328		Alférez Real con José Manuel Infante	
330		Alférez Real con José Manuel Infante	

ID Mun.	Nombre	Ubicación	Solución
331		Alférez Real con Román Díaz	
332		Alférez Real con Miguel Claro	
334		Alférez Real con José Tomas Rider	
335		Alférez Real con Zañartu	
336		Alférez Real con Antonio Varas	
340		Alférez Real con Diagonal Rancagua	
S/N	Rediseño Pedro de Valdivia, incorporación de bandejón central, ajuste geométrico.	Desde Providencia a Diagonal Oriente	Bandejón central evita virajes peligrosos e indebidos, y mejora las condiciones para habilitar cruces peatonales
106	Permeabilidad Peatonal entre las dos Providencias	Antonio Bellet con Providencia	Se propone habilitar nuevos semáforos que conectes ambas aceras del eje Dos Providencias, incluyendo rebajes de accesibilidad universal.
108		General Del Canto con Avenida Nueva Providencia	
110		Santa Beatriz con Providencia	
112		Antonio Varas con Providencia	
115		Antonio Varas con Avenida Nueva Providencia	
116		Alcalde Rafael Vives con Avenida Nueva Providencia	
117		Providencia entre Marchant Pereira y La Concepción	
S/N		Providencia con Miguel Claro	
119		M. Pereira con Avda. Nueva Providencia	
77		Santa Isabel con José Manuel Infante	
197		Almirante Pastene con Providencia	
198		Holanda con Bustos	
199		Bustos con Luis Thayer Ojeda	
209		Providencia con Padre Mariano	
213		Seminario con Rodolfo Vergara Antúnez	
214		Providencia con Ob. Pérez de Espinoza	
215		Providencia con General Bustamante	
277		Santa Isabel con Julio Prado	
S/N		Fco. Puelma con Bellavista	
409	Término de Reversibilidad A. Bello	Andrés Bello entre Pio Nono y Nueva Tobalaba	Se requiere modificar los semáforos entre Pio Nono y Nueva Tobalaba
41	Mejoramiento accesibilidad peatonal calle El Vergel	El Vergel con Llewellyn Jones	Normalización de los cruces para que tengan accesibilidad universal.
42		El Vergel con Holanda	
43		El Vergel con Roberto Del Rio	
44		El Vergel con Luis Thayer Ojeda	
45		El Vergel con Hernando de Aguirre	
46		El Vergel con El Bosque	
47		El Vergel con Jorge Matte Gormaz	
167	Andrés Bello, Mejoramiento accesibilidad universal cruces	Andrés Bello entre Pio Nono y Nueva Tobalaba	Desarrollar el proyecto y sus especialidades, para un rediseño geométrico de todas las intersecciones del eje Andrés Bello desde Santa Magdalena a Pio Nono proyecto que considera una ciclovía en la calzada pista norte de Andrés Bello desde Nueva Tobalaba a Pío Nono. El desarrollo debe incluir el mejoramiento de todas las intersecciones con un rediseño geométrico para favorecer la caminabilidad 8/80 y las rutas accesibles.
275	Pasos peatonales reforzados	Suecia con Carmen Sylva	Desarrollar nuevo diseño geométrico y determinar las modificaciones y obras requeridas para la materialización de Refuerzo con Accesibilidad Universal de cruces en 2
276		Diego de Almagro con Mayflower	

ID Mun.	Nombre	Ubicación	Solución
			Pasos Peatonales. El proyecto impacta en el mejoramiento de la peatonalidad de la comuna y rutas 8/80 inclusivas.
279	Plataformas elevadas	Marchant Pereira con Galvarino Gallardo	Se requiere de una plataforma elevada para mejorar los cruces peatonales y para disminuir la velocidad de los vehículos. El proyecto impacta en el mejoramiento de la peatonalidad de la comuna y rutas 8/80 inclusivas.
278		Magnere con Santa Beatriz	
190		El Vergel con Republica de Cuba	
304	Vereda continua Valenzuela Castillo con J.M. Infante	Valenzuela Castillo con José Manuel Infante	Proyecto de construcción de vereda continua y mejoramiento de evacuación de aguas lluvia.
186	Calles Vivas	California entre Ricardo Lyon y Andacollo	Se propone un proyecto integral de mejoramiento, que contempla la construcción de una calle viva, el soterramiento de cables y el mejoramiento de la arborización, que redistribuya el espacio público disponible priorizando a los peatones, y poniendo en valor el patrimonio.
113		Cirujano Guzmán entre General Flores y Providencia	
S/N		Alberto Magno entre Manuel Montt y General Del Canto	
114		General Flores entre Providencia y Pérez Valenzuela	
S/N	Nuevas pasarelas peatonales y ciclistas sobre el río Mapocho.	Desde Limite Oriente (Nueva Tobalaba) Hasta Pío Nono.	Mejorar las condiciones de movilidad y accesibilidad peatonal y ciclovial entre ambas riberas del Río Mapocho y con ello incentivar la caminata y el ciclismo como medio de trasporte sustentable.

Fuente: DAU Providencia, 2022

4.2.3.2 Plan de Gestión Vial

Como parte del Plan de Gestión Vial definido por la DAU de la Municipalidad se identifican los siguientes proyectos:

CUADRO Nº4.2-3: PROYECTOS PLAN DE GESTION VIAL

ID Mun.	Nombre	Ubicación	Solución
173	Plataforma elevada La Marquesa - Los Españoles	La Marquesa con Los Españoles	Busca reducir los accidentes de tránsito históricos y frecuentes en la intersección.
S/N	Implementación Zona de Trafico Calmado entorno parque Bustamante y San Esteban de Hungría.	Desde Providencia a Malaquías Concha	Mejoras conexiones peatonales hacia el Parque, inclusión de un par ciclovial en calzada, eliminación de estacionamientos, reducción de la velocidad, implementación de ZCT.
S/N	Zona de calmado de tráfico en barrio El Aguilucho	Perímetro entre Los Leones, Diego de Almagro, Renato Zanelli-Chile España, Diagonal Oriente.	Implementar ZCT para mejorar la convivencia vial para incentivar la vida de barrio y la caminata.
S/N	Zona de calmado de Trafico en calle Italia - Condell	Desde Providencia a Caupolicán	Implementar ZCT para mejorar la convivencia vial para incentivar la vida de barrio y la caminata.
S/N	Zona de trafico calmado en sectores residenciales de calles locales	Calles locales: Vaticano Chico; Las Mil Calles; Barrio Santa Isabel; Barrio Plaza Uruguay; barrio Las Flores al sur de Pocuro.	Implementar ZCT para mejorar la convivencia vial para incentivar la vida de barrio y la caminata. Mejorar la seguridad y evitar los re ruteos de vehículos que no son del barrio y con ello el ruido y la contaminación.
S/N	Facilidades ciclistas en calles locales para mejorar la red ciclovial de la comuna	Calles a definir según red ciclovial existente. (Valenzuela Castillo, El Vergel, etc.)	Se requiere implementar en algunas calles facilidades ciclistas en calzada existente, para complementar la red ciclovial existente, entregando con ello mayor seguridad para el ciclista en calzada.

Fuente: DAU Providencia, 2022

4.2.3.3 Plan de Cicloinclusión

Como parte del Plan de Cicloinclusión definido por la DAU de la Municipalidad se identifican los siguientes proyectos:

CUADRO Nº4.2-4: PROYECTOS PLAN DE CICLOINCLUSION

ID Mun.	Nombre	Ubicación	Solución
S/N	Ciclovía J.M. Infante	Desde Eliodoro Yáñez a Rancagua	Ciclovía en calzada, por costado izquierdo, se eliminan estacionamientos en calzada
49	Ciclovía Antonio Varas Mejoramiento intersecciones	Antonio Varas con La Sierra	Modificar cruces para separar a modos de transporte
50		Antonio Varas con Dr. Anibal Ariztia A.	
52		Antonio Varas con Juan Williams Noon	
53		Antonio Varas con Orden de Malta	
55		Antonio Varas con Valenzuela Castillo	
56		Antonio Varas con Linares	
57		Antonio Varas con Pocuro	
58		Antonio Varas con Francisco Bilbao	
60		Antonio Varas con Arturo Claro	
61		Antonio Varas con Carlos Wilson	
62		Antonio Varas con Emilio Delporte	
63		Antonio Varas con Comandante Bartolomé Sepúlveda	
64		Antonio Varas con Los Capitanes	
65		Antonio Varas con Eduardo de La Barra	
66		Antonio Varas con Pedro Lira	
220		Eliodoro Yañez con Antonio Varas	
67	Ciclovía Puyehue - Marín Mejoramiento intersecciones	Puyehue con Manuel Montt	Modificar cruces para separar a modos de transporte
68		Puyehue con José Tomas Rider	
70		Elena Blanco con Román Díaz	
71		Elena Blanco con José Manuel Infante	
72		Pedro León Gallo con Julio Prado	
73		Marín con Italia	
74		Marín con Seminario	
168		Antonio Varas con Puyehue	
347		Condell con Marín	
413		Miguel Claro con Elena Blanco	
400	Ciclovía Hernando de Aguirre	**Hernando de Aguirre entre Pocuro y Eliecer Parada**	Continuidad ciclovial de Pocuro al Sur hasta el límite comunal (Eliecer Parada), mediante una ciclovía unidireccional, como par ciclovial de Luis Thayer Ojeda. En tramo hasta Diego de Almagro considera la eliminación de estacionamientos de superficie al costado poniente.
395	Ciclovía Luis Thayer Ojeda - Renato Zanelli - Chile España	**Luis Thayer Ojeda entre Pocuro y Diego de Almagro**	Ciclovía unidireccional en calzada, que considera la eliminación de los estacionamientos de superficie y no reduce pistas vehiculares.
396		Renato Zanelli entre Diego de Almagro y Echeñique	Continuidad de la ciclovía desde Echeñique hacia el sur, hasta el límite comunal. Ciclovía unidireccional en calzada.
397		Chile-España entre Echeñique y Jaime Guzmán Errazuriz	
81		Manuel Montt entre Nueva Providencia y Eliodoro Yáñez	Mejorar los estándares de movilidad, peatonalidad, habitabilidad y

ID Mun.	Nombre	Ubicación	Solución
	Manuel Montt, Mejoramiento integral y cicloinclusión		sustentabilidad de esta vía, favoreciendo el desarrollo del comercio local.
S/N		Manuel Montt entre Eliodoro Yáñez y Diagonal Oriente	Desarrollo de ciclovía en calzada, mediante la eliminación de los estacionamientos de superficie en el costado poniente.
147	Santa Isabel; Ciclovía y mejoramiento de intersecciones semaforizadas con rutas accesibles	Ciclovía por Santa Isabel en calzada desde Bustamante hasta Manuel Montt,	Se conforma un par ciclovial por calle Santa Victoria desde Condell a Benjamín Vicuña Mackenna. Mejoramiento de intersecciones semaforizadas y no semaforizadas con rediseño geométrico Mejoramiento de la peatonalidad y rutas 8/80 inclusivas.
401		Santa Isabel entre Manuel Montt y Diagonal Oriente	
398	Ciclovía Rancagua - Alférez Real	Rancagua entre Diagonal Rancagua y Benjamín Vicuña Mackenna	Se propone ciclovía bidireccional como continuidad ciclovial de Pocuro hacia el poniente.
402		Alférez Real entre Antonio Varas y Diagonal Rancagua	
S/N	Ciclovía G. Bustamante - R. Carnicer	Entre Providencia y Límite Comunal	Ciclovía en calzada y mejoramiento de todas las intersecciones peatonales.
S/N	Seminario, Mejoramiento integral y cicloinclusión	Seminario entre Francisco Bilbao y Malaquías Concha	Mejoramiento de veredas, veredones, ajuste de calzada, diseño geométrico.
131		Seminario entre Providencia y Francisco Bilbao	
S/N	Andrés Bello, rediseño del perfil y cicloinclusión	Toda su extensión.	Rediseño con ciclovías en calzada, unidireccional por ambos lados de la calzada.
S/N	Rediseño calle Bellavista, incorporación de ciclovia y ajuste geométrico de la calzada, plantación de árboles, mejoras peatonales.	Desde Carlos Reed a Pio Nono	Se eliminan los estacionamientos para una ciclovía en la pista norte.
S/N	Santa María, Mejoramiento Integral y cicloinclusión	Desde Del Arzobispo al Oriente en toda su extensión.	Rediseño geométrico de la calzada a tres pistas (9.50m) y aumento de veredas y borde río Mapocho y plantación de árboles, continuar con el ciclopaseo hasta Puente Huelen. Mejorar espacio multipropósito para feria y otros usos.
S/N	Par ciclovial en calle Eliecer Parada	Desde Tobalaba a Diagonal Oriente	Implementar una ciclovía unidireccional en Eliecer Parada que conecte la ciclovía de Tobalaba y conforme el par ciclovial de la calle.

Fuente: DAU Providencia, 2022

4.2.3.4 Plan de Mejoramiento Integral de calles

Como parte del Plan de Gestión Integral de Calles definido por la DAU de la Municipalidad se identifican los siguientes proyectos:

CUADRO Nº4.2-5: PROYECTOS PLAN MEJORAMIENTO INTEGRAL DE CALLES

ID Mun.	Nombre	Ubicación	Solución
S/N	Rediseño calle Los Conquistadores.	Desde Calle El Cerro a Carlos Reed	Incorporación de ciclovías, ampliación de veredas y plantación de árboles
390	República de Cuba	República de Cuba entre Pocuro y Marcel Duhaut	Implementación de veredas continuas, transformación de estacionamientos en 45° a paralelos a la solera, mejorando aceras y creando espacios de estadía en estacionamientos cercanos a esquina de Pocuro.
100	Reconversión áreas estacionamientos Av. Vicuña Mackenna	Benjamín Vicuña Mackenna entre Providencia y Eulogia Sánchez	Ejecución del diseño que de confort y la seguridad de los habitantes del sector, otorgando nuevas y mayores superficies para el peatón, con accesibilidad universal, fomentando a la vez la actividad comercial.
S/N	Benjamín Vicuña Mackenna, ciclovía y mejoramiento peatonal.	Desde Plaza Italia a Malaquías Concha	Reordenamiento del espacio de acera, para mejoras de la caminata, accesibilidad universal, plantación de árboles, intersecciones seguras e inclusión de una ciclovía en espacio de estacionamientos. No se disminuye capacidad vial.
510	Mejoramiento integral La Concepción / Francisco Antonio Encina	La Concepción con Francisco Antonio Encina	Se debe instalar un semáforo con sus respectivos atraviesos peatonales en la intersección de La Concepción con Francisco Antonio Encina. Este considera un mejoramiento integral de la intersección que deberá ser coordinado con el proyecto de la ciclovía de La Concepción - Carlos Antúnez.
S/N	Mejoramiento integral calle El Aguilucho	El Aguilucho entre Los Leones y Renato Zanelli / Chile-España	Eliminación de las bahías de estacionamientos para ampliación de veredones como jardines sustentables u otros usos como estares urbanos; medidas de diseño que apunten a una reducción de la velocidad de los vehículos motorizados y que permitan la ciclo inclusión en forma segura; mejoramiento de todas las intersecciones para garantizar accesibilidad universal; soterramiento de redes; mejoramiento de la iluminación; puesta en valor y mejoramiento de la arborización.
S/N	Tobalaba, Mejoramiento integral	Eliecer Parada - Pocuro	Rediseño de las zonas peatonales y de la vialidad, acotando los movimientos de autos en la intersección y mejorando los traslados peatonales en el intercambio modal.
S/N		Providencia a Pocuro.	Rediseño con perfil homogéneo de 2 pistas por sentido desde Providencia a Pocuro, para favorecer peatonalidad y arborización.
403	Mejoramiento integral calle Lota	Lota entre Ricardo Lyon y Tobalaba	Eliminación de las bahías de estacionamientos para ampliación de veredones como jardines sustentables u otros usos como estares urbanos; medidas de diseño que apunten a una reducción de la velocidad de los vehículos motorizados y que permitan la ciclo inclusión en forma segura; mejoramiento de todas las intersecciones para garantizar accesibilidad universal; soterramiento de redes; mejoramiento de la iluminación; puesta en valor y mejoramiento de la arborización.

Fuente: DAU Providencia, 2022

4.2.3.5 Plan de Jardines Sustentables

Como parte del Plan de Jardines Sustentables definido por la DAU de la Municipalidad se identifican los siguientes proyectos:

CUADRO Nº4.2-6: PROYECTOS PLAN DE JARDINES SUSTENTABLES

ID Mun.	Nombre	Ubicación	Solución
442	Jardines sustentables vecinos	Luis Thayer Ojeda entre El Vergel y Pocuro	Reconversión de áreas verdes actuales en áreas verdes sustentables.
443		Luis Thayer Ojeda entre Francisco Bilbao y Bustos	
444		Brown Norte entre Echeñique y Pucara	
445		Diego de Almagro entre Pedro de Valdivia y Villaseca	
446		Holanda entre California y Francisco Bilbao	
447		Jorge Matte Gormaz entre Diego de Almagro y Dinamarca	
483		Bellavista entre Paso Hondo y Los Piñones	
484		Dr. Pedro Lautaro Ferrer entre Consejo de Indias y Holanda	
485		Echeñique entre Brown Norte y Regina Pacis	
486		Eduardo Castillo Vicuña entre Chile-España y Holanda	
487		El Bosque entre Guillermo Acuña y Diego de Almagro	
488		Federico Fröebel entre Marchant Pereira y Matilde Salamanca	
489		Galvarino Gallardo entre Marchant Pereira y Matilde Salamanca	
490		Hernando de Aguirre entre Brown Norte y Groenlandia	
491		Holanda entre Diego de Almagro y El Aguilucho	
492		Luis Thayer Ojeda entre Pocuro y Francisco Bilbao	
493		Lota entre Los Leones y Holanda	
494		Miguel Claro entre Arquitecto Gonzalo Mardones Restat y Granaderos	
495		El Aguilucho entre Consejo de Indias y Holanda	
496		Italia entre Caupolicán y Santa Isabel	
497		Italia entre Caupolicán y Santa Isabel	
498		Pedro de Valdivia entre Martner y Ernesto Muzard	
500		República de Cuba entre Diego de Almagro y Dinamarca	
501		Suecia entre Francisco Bilbao y Bustos	
502	Paisajismo bandejón central Hernando de Aguirre	Hernando de Aguirre entre Las Hortensias y Las Dalias	Reconversión de áreas verdes actuales en áreas verdes sustentables.
470	Paisajismo ciclovía Suecia	Suecia entre Lota y Traiguén	
479	Paisajismo sustentable Bellavista	Monitor Araucano entre Melchor Concha y Toro y Capellán Abarzúa	
480		Monitor Araucano entre Melchor Concha y Toro y Montecarmelo	
481		Monitor Araucano entre Monitor Araucano y Melchor Concha y Toro	
482		Monitor Araucano entre Montecarmelo y Melchor Concha y Toro	
471	Paisajismo sustentable Luis Thayer Ojeda	Luis Thayer Ojeda entre Carmen Sylva y Carlos Antúnez	
474		Luis Thayer Ojeda entre Lota y Carmen Sylva	
478		Luis Thayer Ojeda entre Lota y San Pio X	

ID Mun.	Nombre	Ubicación	Solución
463	Paisajismo sustentable PDVN Aguas Andinas	Los Conquistadores entre La Herradura y El Cerro	
503	Paisajismo sustentable Providencia / Nueva Providencia	Providencia entre Huelen y Los Leones	
504		Avenida Nueva Providencia entre Miguel Claro y Los Leones	
375	Mejoramiento de bandejones Vicuña Mackenna	Entre Eulogia Sánchez y Malaquías Concha	Recuperar las áreas verdes y mejorar los accesos a las propiedades existentes
187	Mejoramiento Seminario	Seminario entre Francisco Bilbao y Malaquías Concha	Recuperar las áreas verdes y regularizar las soleras en toda su extensión.
461		Seminario entre María Luisa Santander y de Las Claras	Implementación de jardineras de carácter sustentable sobrepuestas en calzada.
454	Recambio de especies en bandejones centrales	Vasconia entre Marchant Pereira y Antonio Varas	Reconversión de áreas verdes actuales en áreas verdes sustentables.
455		Diego de Almagro entre Sarragosi y Amapolas	Reconversión de áreas verdes actuales en áreas verdes sustentables.
456		Hernando de Aguirre entre Las Hortensias y Las Dalias	Reconversión de áreas verdes actuales en áreas verdes sustentables.
457		El Bosque entre La Brabanzon y Lota	Reconversión de áreas verdes actuales en áreas verdes sustentables.
458		Francisco Bilbao entre Román Díaz y Pedro de Valdivia	Reconversión de áreas verdes actuales en áreas verdes sustentables.
459		Francisco Bilbao entre Hernando de Aguirre y Tobalaba	Reconversión de áreas verdes actuales en áreas verdes sustentables.

Fuente: DAU Providencia, 2022

4.2.3.6 Plan de Áreas Verdes

Como parte del Plan de Áreas Verdes definido por la DAU de la Municipalidad se identifican los siguientes proyectos:

CUADRO Nº4.2-7: PROYECTOS PLAN DE AREAS VERDES

ID Mun.	Nombre	Ubicación	Solución
139	Mejoramiento Cicloparque Tobalaba	Tobalaba entre El Bosque y Eliecer Parada	Complementa proyecto de mejoramiento del Parque Tobalaba, con la instalación de escaños, bebederos, rejas y barandas de seguridad.
176	Plaza Inés de Suárez	[Parque y Plazas] Inés de Suárez	Proyecto de paisajismo, que considera el replanteo geométrico de la plaza, reordenamiento de los usos de la plaza, potenciar las formas de los espacios a una escala asociada a la demanda de la actividad, otorgando a los sectores luz, color, conformado sectores de integración social, contemplación, lúdicas, deportivas y de esparcimiento.
440	Mejoramiento paisajismo Pocuro	Pocuro entre Los Leones y Los Pensamientos	Reconversión de áreas verdes actuales en áreas verdes sustentables.
140	Mejoramiento plaza Isabel Riquelme	[Parque y Plazas] Isabel Riquelme	Proyecto de Accesibilidad Universal Linea B: Nueva Dardinac/ Isabel Riquelme. Juegos Infantiles y mobiliario Urbano. Riego y rediseño de áreas verdes y paisajismo sustentables. Plataforma Elevada y Veredas Continuas.
462	Plan Maestro Borde Cerro	El Cerro entre Emeterio Larraín Bunster y Monseñor Carlos Casanueva	Proyecto integral que considera implementación de jardineras de carácter sustentable sobrepuestas en calzada.
149	Mejoramiento Plaza Caupolicán	[Parque y Plazas] Parque Metropolitano	Mejoramiento completo de la plaza. Conformar un espacio de acceso al Parque Metropolitano, actualmente deteriorado y abandonado.
31	Mejoramiento Plaza Inés de Suárez	[Parque y Plazas] Inés de Suárez	Proyecto de paisajismo , que considera el replanteo geométrico de la plaza, reordenamiento de los usos, potenciar las formas de los espacios a una escala asociada a la demanda de la actividad, otorgando a los sectores luz , color, conformado sectores de integración social, contemplación , lúdicas, deportivas y de esparcimiento.
196	Mejoramiento plaza Nueva Zelandia	[Parque y Plazas] Luis Thayer Ojeda	Proyecto Mejoramiento para adecuación a intervenciones aledañas, respecto a nuevos flujos peatonales.
98	Parque Bustamante	[Parque y Plazas] Bustamante	Ejecución del diseño del parque que acoja los diversos requerimientos de los usuarios, mejorando las condiciones de accesibilidad, movilidad, seguridad y sustentabilidad.
96	Parque Balmaceda Puesta en Valor Patrimonial	[Parque y Plazas] Balmaceda	Ejecución de diseño que ponga en valor y rescate del diseño original de Prager, recuperando los espacios deteriorados de acuerdo a los actuales requerimientos y usos del parque, mediante nuevas áreas y la readecuación de áreas existentes, desde una mirada contemporánea y sostenible.
120	Mejoramiento Plaza Jorge Prat	[Parque y Plazas] Jorge Prat	Construcción de la conexión ciclovial entre Miguel Claro y el Mapocho 42K, a través de la Plaza Jorge Prat. Proyecto debe considerar un nuevo semáforo en Andrés Bello con Pérez Valenzuela.

Fuente: DAU Providencia, 2022

4.2.3.7 Plan de Arborización y Recambio de Especies

Como parte del Plan de Arborización y Recambio de Especies definido por la DAU de la Municipalidad se identifican los siguientes proyectos:

CUADRO Nº4.2-8: PROYECTOS PLAN DE ARBORIZACION Y RECAMBIO DE ESPECIES

ID Mun.	Nombre	Ubicación	Solución
308	Plantación de árboles en calle Arrieta	José Arrieta entre Viña del Mar y Rancagua	Se proponen árboles que aportan mejores condiciones de habitabilidad de la calle y ayuden a ordenar de mejor modo el uso de los aparcamientos.
448	Recambio de especies en plazas y espacios residuales	[Parque y Plazas] La India	Reconversión de áreas verdes actuales en áreas verdes sustentables
449		[Parque y Plazas] Las Lilas	
450		[Parque y Plazas] Dinamarca	
451		[Parque y Plazas] 18 de Septiembre	
452		[Parque y Plazas] Pérez Zujovic	
453		[Parque y Plazas] Loreto Cousiño	
511	Mejoramiento paisajismo y arborización Manuel Montt	Manuel Montt entre Valenzuela Castillo y Francisco Bilbao	Implementa un sistema de riego automatizado reemplazando al actual. Además, se diseñará una matriz con especies de bajo consumo hídrico.

Fuente: DAU Providencia, 2022

4.3 Tarea 17. Definición de Escenarios de Demanda y Oferta Comunal

En esta tarea se presenta la definición de los escenarios de demanda y oferta comunal a estudiar como parte del estudio. Estos escenarios consideran como referencia el escenario de Uso de suelo existente en Sectra-MTT para el año 2030 para el Gran Santiago, que incluye todas las comunas del área Metropolitana y que constituye un input para las corridas del modelo estratégico de Transporte ESTRAUS. Por esta razón, en adelante nos referiremos a estos como Escenarios ESTRAUS.

En esta tarea, en primer lugar se presenta un breve resumen del escenario ESTRAUS vigentes que Sectra entregó como parte de la recopilación de información. Para efectos de los análisis de este estudio, se trabajó finalmente con los escenarios ESTRAUS 2017 y 2030.

Posteriormente, a partir del escenario ESTRAUS vigentes, se definen los escenarios de demanda y oferta a estudiar para la comuna de Providencia, bajo con una mirada tendencial, conservadora y optimista de la visión del crecimiento y desarrollo urbano y distribución de los usos de suelo comunales.

4.3.1 Escenario de Desarrollo urbano y Uso de Suelo de Sectra para Gran Santiago

La metodología utilizada para construir los escenarios de desarrollo urbano para el Gran Santiago (escenario ESTRAUS), se basa en el crecimiento macroeconómico previsto para los próximos años, el crecimiento demográfico y los antecedentes más recientes de hogares según rangos de ingresos ajustados con datos censales del año 2017, los antecedentes de la base de avalúos del Servicio de Impuestos Internos (SII) del año 2019, el catastro de proyectos inmobiliarios tanto residenciales como no residenciales, y la base de normativa territorial más reciente disponible para cada comuna.

Metodológicamente la generación de escenarios ESTRAUS se divide en tres etapas secuenciales. Cabe mencionar que el objetivo de estos escenarios es generar la situación actual y prevista para los próximos años de las variables urbanas explicativas de viajes que alimentan de manera secuencial al modelo ESTRAUS; en este sentido, dado que es una estimación de lo esperado para los próximos años, se elabora un **escenario tendencial** que sigue la lógica del crecimiento macroeconómico promedio esperado para el país por parte de diversos organismos, así como la proyección demográfica del INE ajustada al censo 2017.

A continuación, se expone cada una de las 3 etapas de la generación de escenarios ESTRAUS señaladas anteriormente.

4.3.1.1 Etapa I: Situación Actual

La primera etapa considera el catastro de información más reciente de variables urbanas explicativas de viajes, que incluye por una parte variables de usos de suelo[34], matrículas por tipo enseñanza y por otra los hogares según rangos de ingresos; considerándose las categorías y rangos definidas para el modelo ESTRAUS.

[34]Superficie construida según categorías de usos, la cual corresponde a una agrupación de destinos de la base del SII en los siguientes usos: Comercio, educación, habitación, industria, servicios, otros usos y no considerados (información sin registro de destino).

- **Situación Actual de Usos de Suelo**

  Respecto de la situación actual de usos de suelo, esto se reporta en términos de m^2 edificados, información que es obtenida de la base de avalúos del SII[35]. Dicha base posee los registros históricos de edificaciones para cada propiedad lo que permite obtener las series históricas a utilizar para la generación de proyecciones tal como se expone más adelante.

  Junto con esto esta base permite obtener los datos de superficie predial, código de calidad, entre otros antecedentes que también permiten relacionarlos con los distintos niveles socioeconómicos.

- **Situación Actual de Hogares**

  Por su parte, el catastro base de hogares por rangos de ingresos es generada a partir de escenarios más actuales de SECTRA, lo cual es ajustado a los datos del censo de población 2017 y las estimaciones del Instituto Nacional de estadísticas para el año 2019.

- **Situación Actual de Matrículas**

  La situación actual de matrículas corresponde a los datos de número de matrículas catastrados por el consultor al año base, correspondientes a los tipos de educación básica, media y técnica-superior, las que han sido localizadas por establecimiento educacional y agrupadas por zona de estudio, mediante la localización de las direcciones de cada establecimiento.

  La información de establecimientos educacionales y matrículas provienen de los antecedentes reportados en las bases de establecimientos del Ministerio de Educación (MINEDUC)[36]así como del Consejo Nacional de Educación (CNED)[37].

  Finalmente, el producto de la Etapa I de la generación de escenarios corresponde al catastro de variables explicativas de viajes (superficie construida según uso de suelo y cantidad de hogares por grupo de ingresos) a nivel de zona definida para el estudio.

4.3.1.2 Etapa II: Análisis de la Oferta y Demanda Urbana

Una vez desarrollado el catastro base, esta segunda etapa considera por una parte el análisis de la demanda para las variables explicativas de viajes en base a la definición de un escenario macroeconómico y demográfico propuesto por organismos oficiales, para el horizonte de tiempo considerado; y por otra considera el análisis de la oferta urbana la cual contempla el análisis de la oferta inmobiliaria y oferta de suelo disponible para el desarrollo urbano.

- **Análisis de la demanda urbana**

  El análisis de la demanda considera en primer lugar la definición del **escenario macroeconómico** para los próximos años sobre la base de las propuestas de diversos organismos oficiales tanto nacionales como internacionales.

  Junto con esto se analiza el **escenario demográfico** esperado para el mismo periodo, esto sobre la base de las estimaciones más recientes del INE.[38]

  Una vez definido el escenario macroeconómico y demográfico, se obtiene la proyección global de variables explicativas de viajes, esto incluye en primer término la **proyección de usos de suelo**, sobre

[35] Para el presente estudio se dispone de la base de avalúos del año 2019.

[36] MINEDUC, 2019. En: http://centroestudios.mineduc.cl/index.php?t=96&i=2&cc=2036&tm=2

[37] CNED, 2019. En: http://www.cned.cl/public/Secciones/SeccionIndicesPostulantes/Indices_Sistema.aspx

[38]Considera las estimaciones del Instituto Nacional de Estadísticas ajustadas al Censo 2017.

la base de modelos econométricos y tratamiento de series de tiempo, que relacionan el escenario macroeconómico con cada variable de usos de suelo.

En segundo término, este subpunto considera la obtención de la **proyección de hogares según rangos de ingresos**, la cual se obtiene mediante el desarrollo secuencial de los siguientes puntos:

- Proyección del tamaño medio del hogar (TMH) o número promedio de habitantes por hogar.
- Proyección de hogares totales en base al escenario demográfico antes mencionado.
- Proyección de ingresos en base al escenario macroeconómico
- Distribución de hogares según rango de ingresos para todo el horizonte de análisis.

En el caso de la **proyección de matrículas por tipo de enseñanza**, sobre la base de los antecedentes poblacionales del INE, y los índices de escolaridad obtenidos de la relación entre los datos del INE y el catastro de matrículas se generan las proyecciones para cada rango de edad (programática) y tipo de educación para el horizonte de tiempo propuesto.

- **Análisis de la oferta urbana**

  Esta etapa contempla el desarrollo de dos sub-etapas con las que se logra determinar lo que se denomina oferta urbana, estas son: análisis de **proyectos e inversiones inmobiliarias y análisis de la normativa territorial** para la comuna de Providencia.

  De acuerdo con lo anterior, por una parte, este punto consiste en conocer la **oferta** de **proyectos e inversiones inmobiliarias** que se incorporarán en cada zona de estudio y que es básicamente una revisión de proyectos tanto residenciales como no residenciales que se desarrollarán durante el periodo de análisis, los que serán incorporados como insumo para la generación de escenarios de desarrollo urbano para los cortes temporales definidos.

  Por otra parte, este punto considera conocer además cuál es la disponibilidad que posee el territorio para recibir la superficie de crecimiento de los distintos usos en otras palabras esto busca conocer cuál es la **oferta de suelo** disponible. Esto involucra revisar los antecedentes normativos disponibles (vigentes) por comuna y relacionarlos con la superficie predial y construida por uso obtenida de la base avalúos del SII, con lo que es posible obtener el **cupo o cabida según normativa** para el desarrollo inmobiliario en el horizonte de tiempo de análisis.

  De esta manera, el producto de esta etapa son las proyecciones de crecimiento para cada variable explicativa de viaje en el horizonte de tiempo considerado, el catastro de la oferta inmobiliaria en términos de unidades habitacionales y superficie edificada según uso o destino; y la oferta de suelo para cada zona de estudio medido en términos de cupo o cabida por uso de suelo.

4.3.1.3 Etapa III: Generación de Escenarios

Finalmente, la construcción de escenarios urbanos corresponde a la distribución espacial de la proyección de demanda por suelo, en función de los valores de proyección de oferta de suelo, las inversiones inmobiliarias; todo esto sobre la base de un análisis urbano en donde se sintetizan las variables abordadas en los puntos anteriores y sobre la base de la construcción de indicadores urbanos como son niveles de especialización y dinámica de crecimiento; y donde además se incluyen aspectos como tendencias esperadas y dinámicas propuestas en los instrumentos de planificación.
De esta manera, la construcción de escenarios involucra cinco líneas de trabajo o aspectos:

- Las proyecciones globales para la ciudad las cuales son las determinantes de la demanda por suelo.
- Las tendencias históricas de desarrollo de cada variable en las distintas zonas de estudio.

- Los niveles de especialización existentes en las distintas zonas de la ciudad.
- La regulación y el manejo de la normativa, la atribución sobre el mercado inmobiliario y del suelo urbano.
- La oferta asociada a los proyectos programados e inversiones (análisis inmobiliario).

El producto de esta etapa es la distribución por zona de estudio de cada variable explicativa de viajes en términos de volumen de superficie edificada, número de hogares por rangos de ingresos y número de matrículas para el horizonte 2030.

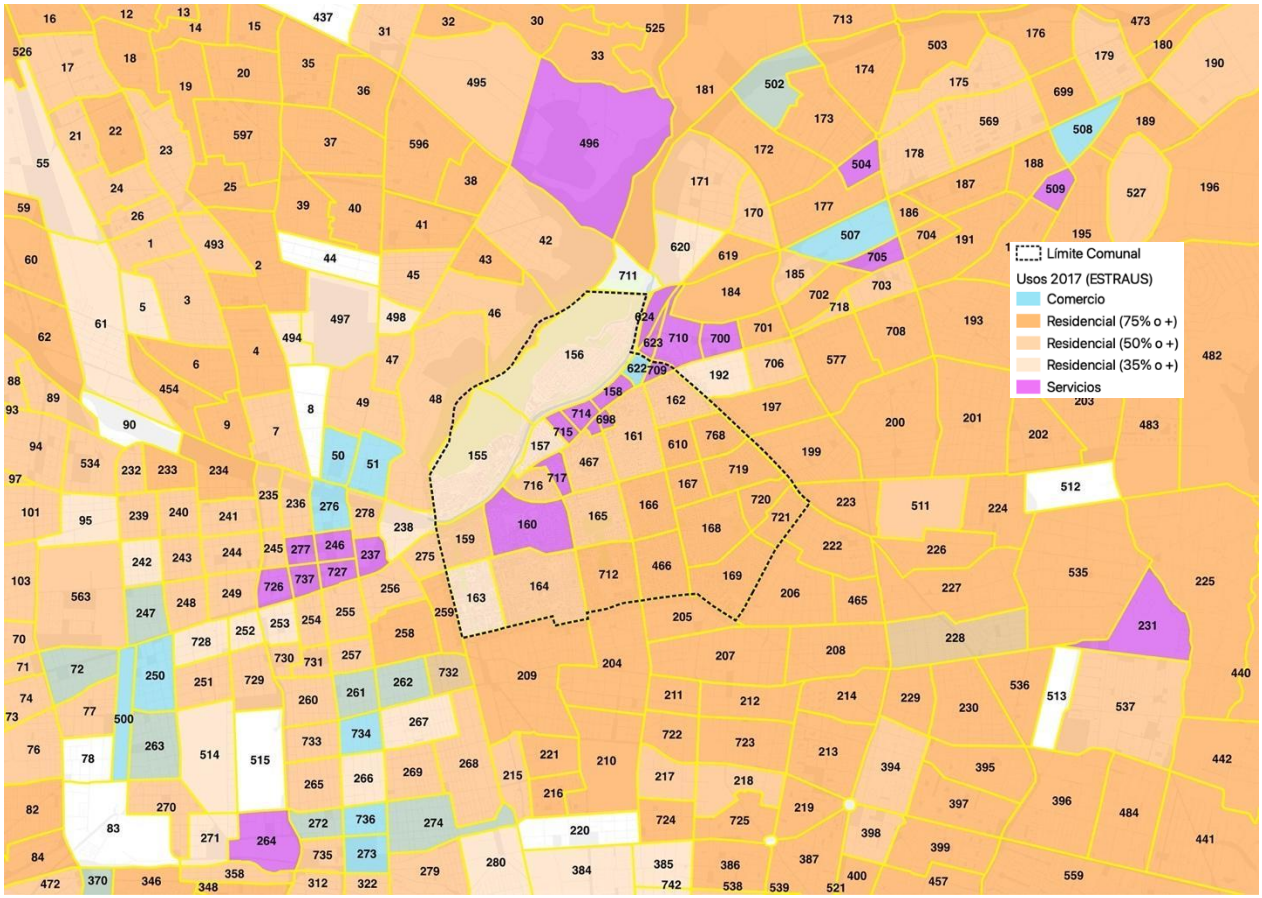
Como ejemplo de esto, a continuación se presentan planos que comparan el escenario ESTRAUS 2017 y 2030, según el uso predominante proyectado por ESTRAUS para el periodo.

Como base (año 2017) vemos que Providencia presenta usos mayoritariamente residenciales, sin embargo, existe un eje de servicios (con usos comerciales en primer piso) que se extiende desde Antonio Bellet, entre Andrés Bello y Providencia, hacia el oriente. Este eje se proyecta casi interrumpidamente hacia el barrio el Golf, sólo variando en la zona 622 (Costanera Center), la cual tiene una vocación más bien comercial.

Si miramos el escenario proyectado a 2030, visualizamos que Providencia se mantiene como una comuna primordialmente residencial con este eje de servicios/comercial pero este se extiende hacia el poniente, incluyendo la zona 157. Además, la zona 622 (Costanera Center) cambia a usos primordialmente de servicios, presumiblemente por la apertura de sus torres de oficinas que ampliarán esta oferta y, en consecuencia, cambiando el uso principal en la zona. El resto se mantiene sin variaciones considerables, más bien continuando la naturaleza residencial desde este eje de servicios hacia los límites norte, sur y poniente.

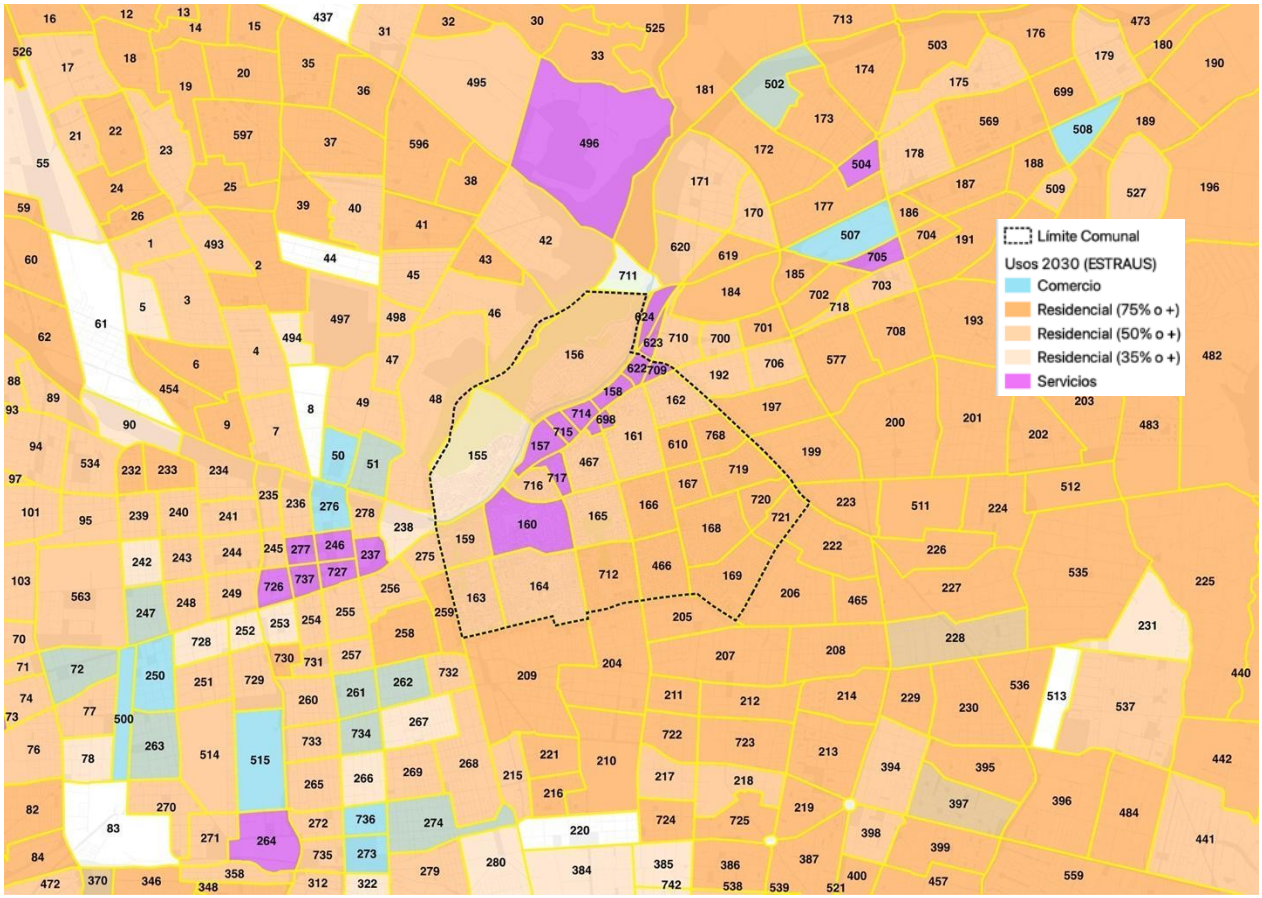
El contexto cercano a Providencia mantiene sus usos predominantes salvo el Barrio El Golf que inicialmente (2017) se presenta con usos mayoritariamente de servicios pero hacia 2030 se espera que se consolide también con usos residenciales o un barrio de usos más bien mixtos.

FIGURA Nº 4.3-1: USOS PREDOMINANTES EN PROVIDENCIA Y CONTEXTO CERCANO PARA EL AÑO 2017



Fuente: Elaboración Propia en base Escenarios ESTRAUS, 2022

FIGURA Nº 4.3-2: USOS PREDOMINANTES EN PROVIDENCIA Y CONTEXTO CERCANO PARA EL AÑO 2030



Fuente: Elaboración Propia en base Escenarios ESTRAUS, 2022

4.3.2 Metodología para definición de Escenarios para la Comuna de Providencia 2030

De acuerdo a la información recopilada y los análisis desarrollados en las distintas etapas del estudio, existe por una parte una serie de modificaciones realizadas y previstas para el Plan Regulador; y por otra parte, un conjunto de proyectos de movilidad peatonal, infraestructura y gestión vial, ciclo inclusión, accesibilidad universal, etc., que son desarrollados en términos de escenarios y planes, para un análisis más eficiente en los tiempos y recursos que se disponen para el estudio.

De acuerdo a esto, existen 2 tipos de proyectos previstos para la comuna, que ordenaremos de la siguiente forma para mayor claridad:

- **Escenarios de Demanda**

  Involucra a todos aquellos proyectos que tienen que ver con la planificación de la normativa comunal y sus usos de suelo. Es decir, abarca todos los proyectos de modificaciones del Plan Regulador producto de cambios de densidades, reasignación de usos de suelos, etc.

  Para esto, los estudios de capacidad vial recomiendan trabajar con los Escenarios de Desarrollo urbano y Uso de suelo que dispone Sectra-MTT para el área Metropolitana (escenarios ESTRAUS), basados en una metodología probada que incorporan los crecimientos de la población, los niveles de ingreso, la tenencia de automóvil, el tamaño medio de hogar y las superficies de comercio, servicios, industria, educación, salud y otros usos a nivel metropolitano y los distribuye según la normativa de usos de suelo, proyectos y cupos disponibles de cada comuna.

  Los productos de estos escenarios son las variables explicativas (hogares por niveles de ingreso y superficies de usos de suelo: comercio, servicios, industrias, educación y salud) a nivel de zonas de las comunas, que alimentan los modelos de demanda de transporte, para producir los viajes por modo futuros.

  En el presente estudio, nos abocaremos a hacer los ajustes del escenario ESTRAUS de Sectra solo para la comuna de Providencia, para analizar los impactos en el transporte y movilidad.

- **Escenarios de Oferta**

  Involucra los proyectos de infraestructura y gestión vial a nivel vehicular y de modos no motorizados (peatonal, ciclovias, etc.) y los proyectos del espacio público, previstos para la comuna que responden a objetivos definidos previamente. En el caso de Providencia, los proyectos asociados al modo peatonal, la ciclo inclusión y la accesibilidad universal, juegan un rol muy prioritario.

  Dada la cantidad de proyectos que existen por comuna y nivel metropolitano, normalmente dependiendo del tipo de enfoque que se quiera dar al estudio de transporte: Estratégico, Táctico o micro, los proyectos son analizados con modelos de redes de transporte, en grupos o a nivel individual.

  Como parte de este estudio, por tratarse de un estudio de capacidad vial y movilidad urbana de connotaciones estratégicas y tácticas, es razonable agrupar los proyectos en lo que denominaremos **Planes de Proyectos de Transporte y Movilidad**, los cuales son definidos y priorizados en conjunto con la municipalidad, dada la gran cantidad de iniciativas que se dispone para la comuna provenientes de los distintos instrumentos vigentes (Pladeco, PIEP, Banco de proyectos municipal, etc.).

4.3.3 Definición de Escenarios de Demanda

De acuerdo a las definiciones del punto anterior, se realizó una presentación del consultor en el mes de abril 2022 a profesionales de la municipalidad, donde se acordaron los tres escenarios de demanda que se presentan en el cuadro siguiente, compatibles con los encargos solicitados en las Bases de Licitación del estudio.

CUADRO Nº4.3-1: DEFINICION DE ESCENARIOS DE DEMANDA

NOMBRE	DEFINICION	PRC y USOS DE SUELO
ESCENARIO 1: TENDENCIAL (BASE)	Escenario Base o de Contraste, corresponde al escenario ESTRAUS vigente para la comuna, ajustado.	Incorpora ajuste al año 2021 de Permisos de edificación de la comuna y proyecciones al 2030 incorporando, las Modificaciones Aprobadas vigentes del PRC (Mod. N°5)
ESCENARIO 2: CONSERVADOR (SUSTENTABILIDAD)	Escenario 1 Tendencial más Proyectos de Modificaciones al PRC vigentes por aprobar.	Escenario 1 Tendencial, más las Modificaciones al PRC por aprobar (Mod. N°7).
ESCENARIO 3: OPTIMISTA (SUSTENTABILIDAD MAS LOCALIZACION USOS DE SUELO)	Escenario 2 Conservador más mejoras a facilidades de modos sustentables más Proyectos de distribución de usos de suelo.	Escenario 2 Conservador, más las nuevas Modificaciones al PRC y proyectos nuevos por aprobar pertenecientes a la carpeta municipal y metropolitana (Mod. Nº8, PRMS 104) y proyectos de distribución de usos de suelo a proponer por consultor, de acuerdo a resultados del análisis de indicadores de variables de Esc.1 y Esc.2.

Fuente: Elaboración Propia.

4.3.4 Definición de Escenarios de Oferta o Planes de Proyectos

En la presentación del consultor realizada en el mes de abril 2022, se acordó que profesionales de la municipalidad entregaran al consultor, un listado de proyectos vigentes de la carpeta de proyectos municipales (ver Anexo digital 15.1), para efectos de definir los escenarios de oferta y poder clasificarlos en planes.

Los cuadros siguientes presentan la clasificación de planes definida por el consultor, para ser analizados con el modelo de red vial de vehículos de transporte privado calibrado para la comuna, como parte del desarrollo del estudio.

Esta clasificación surge a partir de una clasificación preliminar entregada por profesionales de la municipalidad, lo cual puede verse con mayor detalle en el Anexo digital 15.2

En primer lugar se presentan los proyectos clasificados por la municipalidad como Situación Base o Tendencial; es decir, proyectos en fase de ejecución o que tienen asegurada su concreción en el corto y mediano plazo.

En el cuadro 4.3-2 siguiente, se presentan los 18 proyectos definidos por la municipalidad como Situación Base o Tendencial, ordenados de acuerdo al plan municipal la cual pertenecen, al tipo de proyecto que corresponden, su ubicación y principales características.

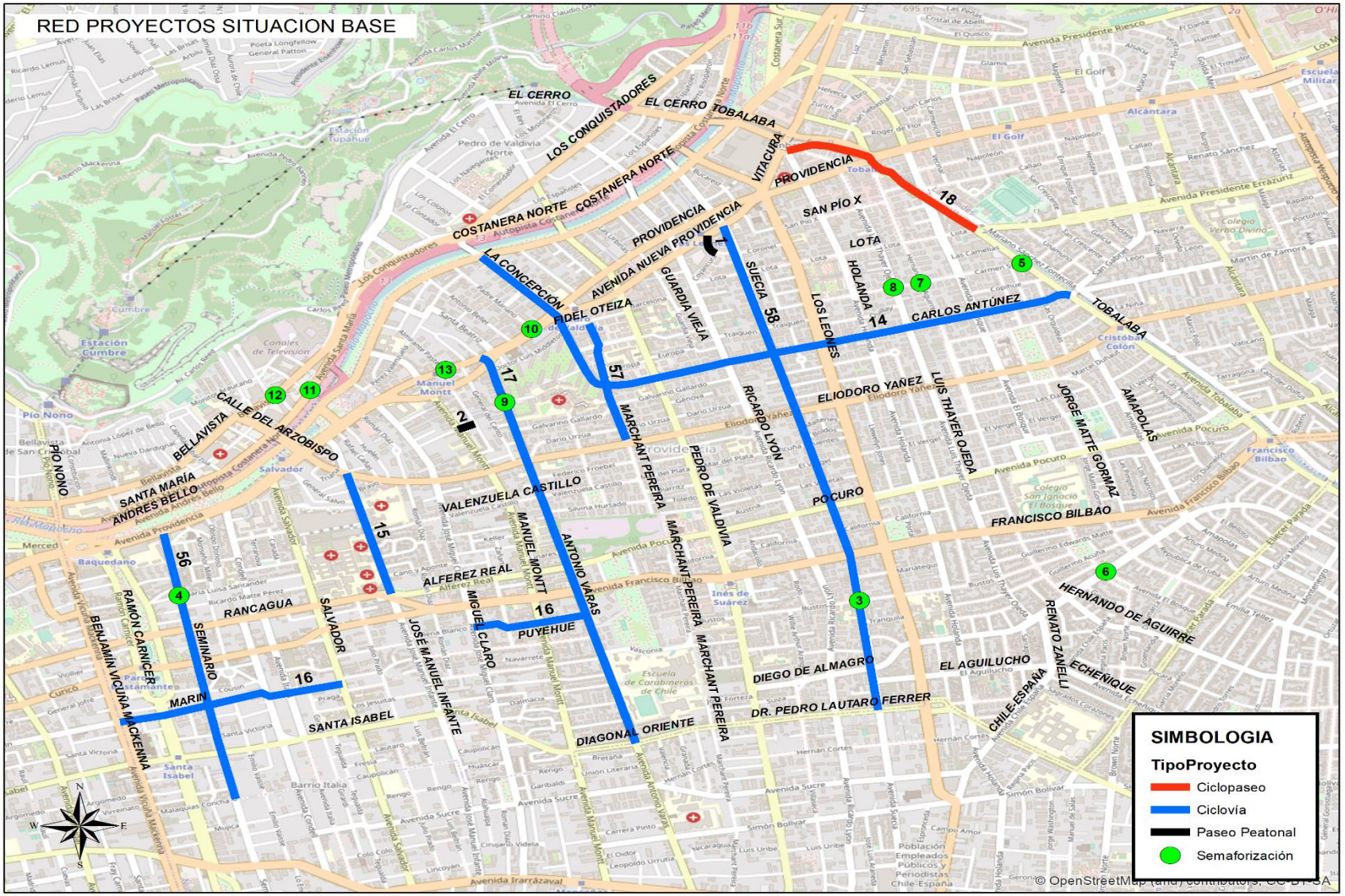
CUADRO Nº4.3-2: DEFINICION DE PROYECTOS SITUACION BASE

ID CIS	ID Muni	Plan Municipal	Tipo Proyecto	Ubicación	Características
1	391	Caminabilidad	Paseo Peatonal	Las Bellotas entre Coyancura y Nueva Providencia	Prioridad en la movilidad de peatones
2	82			Granaderos entre M. Montt y Barros Borgoño	Prioridad en la movilidad de peatones
3	342	Gestión Vial	Semaforización	Suecia con Bustos	Mejoramiento pavimentos e iluminación de cruces
4	344			Seminario con María Luisa Santander	
5	345			Tobalaba con Carmen Sylva	
6	346			El Bosque con Diego de Almagro	
7	348			Carmen Sylva con Hernando De Aguirre	
8	349			Carmen Sylva con Luis Thayer Ojeda	
9	405			Antonio Varas con Dr. Solís de Ovando	
10	410			Providencia con Padre Mariano	
11	S/N			Sta. María con Los Piñones	
12	S/N			Dávalos con Bellavista	
13	164			Providencia con Almirante Pastene	
14	S/N	Ciclo inclusión	Ciclovía	Carlos Antunez desde Andrés Bello a Tobalaba	Ciclovía en calzada, por costado derecho, se reduce una pista vehicular
15	S/N			Ciclovía J.M. Infante	Ciclovía en calzada, por costado izquierdo
16	S/N			Puyehue - Marín	Modificar cruces para separar a modos
17	S/N			Antonio Varas	Modificar cruces para separar a modos
18	S/N		Ciclopaseo	Tobalaba desde Lota a Vitacura	Ciclovía en cicloparque hasta Apoquindo

Fuente: Elaboración Propia en base a información de la DAU de Providencia

La figura siguiente presenta la ubicación de los proyectos de la Situación Base.

FIGURA Nº 4.3-3: PROYECTOS SITUACION BASE


RED PROYECTOS SITUACION BASE
EL CERRO
LOS CONQUISTADORES
EL CERRO TOBALABA
COSTANERA NORTE
VITACURA
PROVIDENCIA
SAN PÍO X
LOTA
HOLANDA
LOS LEONES
CARLOS ANTÚNEZ
TOBALABA
AVENIDA NUEVA PROVIDENCIA
LA CONCEPCIÓN
FIDEL OTEIZA
GUARDIA VIEJA
SUECIA
ELIODORO YAÑEZ
LUIS THAYER OJEDA
JORGE MATTE GORMAZ
AMAPOLAS
RICARDO LYON
MARCHANT PEREIRA
PEDRO DE VALDIVIA
POCURO
FRANCISCO BILBAO
HERNANDO DE AGUIRRE
RENATO ZANELLI
ECHEÑIQUE
EL AGUILUCHO
CHILE-ESPAÑA
DIEGO DE ALMAGRO
DR. PEDRO LAUTARO FERRER
DIAGONAL ORIENTE
ANTONIO VARAS
MANUEL MONTT
VALENZUELA CASTILLO
ALFEREZ REAL
MIGUEL CLARO
PUYEHUE
JOSÉ MANUEL INFANTE
SANTA ISABEL
MARIN
SEMINARIO
RANCAGUA
SALVADOR
RAMÓN CARNICER
BENJAMÍN VICUÑA MACKENNA
CALLE DEL ARZOBISPO
BELLAVISTA
SANTA MARÍA
ANDRÉS BELLO
PÍO NONO
Avenida Providencia
Avenida Pedro de Valdivia
Avenida Presidente Riesco
Avenida Presidente Errázuriz
Avenida Irarrázaval
Avenida Pocuro
Avenida Francisco Bilbao
Avenida Tobalaba
Avenida Sucre
Avenida Manuel Montt
Avenida Holanda
Avenida Los Leones
Avenida Salvador
Avenida Los Conquistadores
Avenida Costanera Norte
Avenida Vicuña Mackenna
Avenida Santa María
Avenida Carlos Valdovinos
Avenida Andrés Bello
Avenida Manuel Montt
Avenida Ricardo Lyon
Avenida Pedro de Valdivia
Avenida Marchant Pereira
Avenida Antonio Varas
Avenida Diagonal Oriente
Avenida Miguel Claro
Avenida José Manuel Infante
Avenida Ramón Carnicer
Avenida Benjamín Vicuña Mackenna
Avenida Seminario
Avenida Rancagua
Avenida Salvador
Avenida Alférez Real
Avenida Valenzuela Castillo
Avenida Puyehue
Avenida Marín
Avenida Santa Isabel
Avenida Diego de Almagro
Avenida Dr. Pedro Lautaro Ferrer
Avenida Chile-España
Avenida Echeñique
Avenida Hernando de Aguirre
Avenida Renato Zanelli
Avenida Francisco Bilbao
Avenida Pocuro
Avenida Amapolas
Avenida Jorge Matte Gormaz
Avenida Luis Thayer Ojeda
Avenida Eliodoro Yañez
Avenida Providencia
Avenida Nueva Providencia
Avenida Costanera Norte
Avenida Tobalaba
Avenida Sucre
Avenida Irarrázaval

En el cuadro 4.3-3 siguiente, definido por la municipalidad como **Plan 1 de Movilidad Sustentable Conservador** (de bajo impacto en la capacidad vehicular de la red vial), consta de **43 proyectos**. Incorpora además de los 18 proyectos de la base, los proyectos 19 a 43 que cumplen con esa definición.

CUADRO Nº4.3-3: DEFINICION DE PROYECTOS DEL PLAN 1 CONSERVADOR

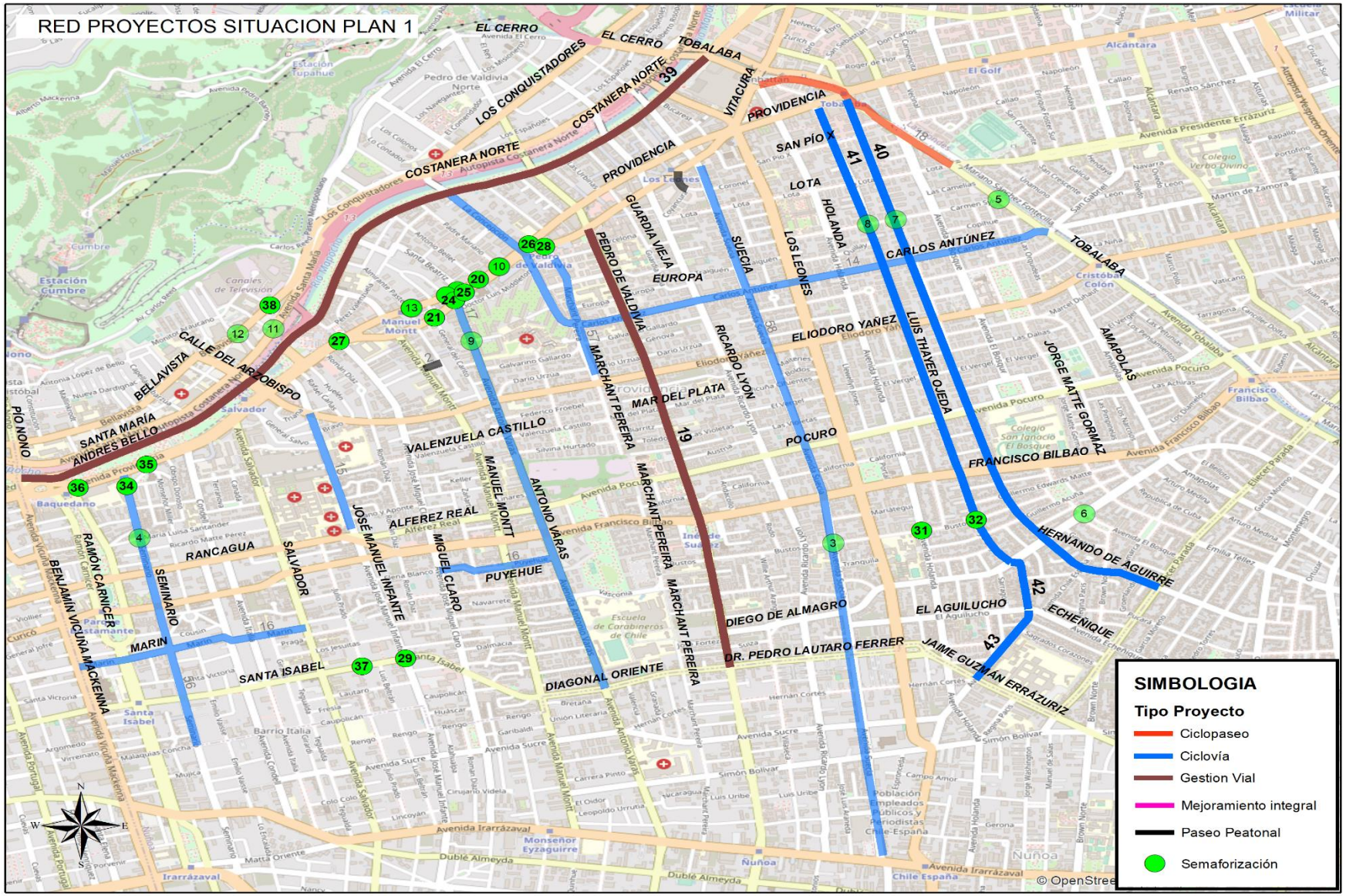
ID CIS	ID Muni	Plan Municipal	Tipo Proyecto	Ubicación	Características
1	391	Caminabilidad	Paseo Peatonal	Las Bellotas entre Coyancura y Nueva Providencia	Prioridad en la movilidad de peatones
2	82			Granaderos entre M. Montt y Barros Borgoño	Prioridad en la movilidad de peatones
3	342	Gestión Vial	Semaforización	Suecia con Bustos	Mejoramiento pavimentos e iluminación de cruces
4	344			Seminario con Maria Luisa Santander	
5	345			Tobalaba con Carmen Sylva	
6	346			El Bosque con Diego de Almagro	
7	348			Carmen Sylva con Hernando De Aguirre	
8	349			Carmen Sylva con Luis Thayer Ojeda	
9	405			Antonio Varas con Dr. Solis de Ovando	
10	410			Providencia con Padre Mariano	
11				Sta. María con Los Piñones	
12				Dávalos con Bellavista	
13	164			Providencia con Almirante Pastene	
14		Ciclo inclusión	Ciclovía	Carlos Antúnez desde Andrés Bello a Tobalaba	Ciclovía en calzada, por costado derecho, se reduce una pista vehicular
15				Ciclovía J.M. Infante	Ciclovía en calzada, por costado izquierdo
16				Puyehue - Marín	Modificar cruces para separar a modos
17				Antonio Varas	Modificar cruces para separar a modos
18			Ciclopaseo	Tobalaba desde Lota a Vitacura	Ciclovía en cicloparque hasta Apoquindo
19		Gestión Vial	Gestión Vial	Pedro de Valdivia desde Providencia a Diagonal Oriente	Incorporación de bandejón central, ajuste geometrico, aperturas peatonales, veredas continuas.
20		Caminabilidad	Semaforización	Antonio Bellet con Providencia	Se propone habilitar nuevos semáforos que conecten ambas aceras del eje dos Providencias, incluyendo rebajes de accesibilidad universal.
21				General Del Canto con Avenida Nueva Providencia	
22				Santa Beatriz con Providencia	
23				Antonio Varas con Providencia	
24				Antonio Varas con Avenida Nueva Providencia	
25				Alcalde Rafael Vives con Avenida Nueva Providencia	
26				Providencia entre Marchant Pereira y La Concepción	
27				Providencia con Miguel Claro	
28				Marchant Pereira con Avenida Nueva Providencia	
29		Caminabilidad	Semaforización	Santa Isabel con José Manuel Infante	El proyecto impacta en el mejoramiento de la peatonalidad de la comuna y rutas 8/80 inclusivas.
30				Almirante Pastene con Providencia	
31				Holanda con Bustos	
32				Bustos con Luis Thayer Ojeda	
33				Providencia con Padre Mariano	

ID CIS	ID Muni	Plan Municipal	Tipo Proyecto	Ubicación	Características
34				Seminario con Rodolfo Vergara Antúnez	
35				Providencia con Obispo Pérez de Espinoza	
36				Providencia con General Bustamante	
37				Santa Isabel con Julio Prado	
38				Fco. Puelma con Bellavista	
39			Gestión Vial	Fin Reversibilidad de Andrés Bello	Termino de reversibilidad entre Pio Nono y Nueva Tobalaba
40		Cicloinclusión	Ciclovía	Ciclovía Hernando de Aguirre entre Pocuro y Eliecer Parada	Se propone la continuidad ciclovial de Pocuro al Sur hasta el límite comunal (Eliecer Parada), mediante una ciclovía unidireccional, como par ciclovial de Luis Thayer Ojeda. En tramo hasta Diego de Almagro considera la eliminación de estacionamientos de superficie al costado poniente.
41			Ciclovías	Luis Thayer Ojeda entre Pocuro Y Diego De Almagro	Continuidad de la ciclovía desde Pocuro hacia el sur, hasta el límite comunal (Jaime Guzmán Errázuriz ex Diagonal Oriente). Tramo Pocuro/Diego de Almagro: Ciclovía unidireccional en calzada, que considera la eliminación de los estacionamientos de superficie. No se reducen pistas vehiculares.
42				Renato Zanelli entre Diego De Almagro Y Echeñique	
43				Chile-España entre Echeñique y Jaime Guzmán Errazuriz	Se plantea la continuidad de la ciclovía desde Echeñique hacia el sur, hasta el límite comunal. Ciclovía unidireccional en calzada.

Fuente: Elaboración Propia en base a información de La Municipalidad de Providencia

La figura siguiente presenta la ubicación de los proyectos del Plan N°1 Conservador.

FIGURA Nº 4.3-4: UBICACIÓN DE PROYECTOS PLAN 1 CONSERVADOR



Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro 4.3-4 siguiente, definido por la municipalidad como **Plan 2 de Movilidad Sustentable Optimista** (de mayor impacto en la capacidad vehicular de la red vial), **consta de 55 proyectos**. Incorpora los 18 proyectos de la base, más los proyectos 19 a 43 del Plan 1, más los proyectos 44 a 55 que cumplen con esa definición.

Este Plan 2 optimista podría experimentar todavía algunas variaciones de proyectos producto de las simulaciones y análisis de los escenarios Base y Plan 1.

CUADRO Nº4.3-4: DEFINICION DE PLAN 2 MOVILIDAD SUSTENTABLE OPTIMISTA

ID CIS	ID Muni	Plan Municipal	Tipo Proyecto	Ubicación	Características
1	391	Caminabilidad	Paseo Peatonal	Las Bellotas entre Coyancura y Nueva Providencia	Prioridad en la movilidad de peatones
2	82			Granaderos entre M. Montt y Barros Borgoño	Prioridad en la movilidad de peatones
3	342	Gestión Vial	Semaforización	Suecia con Bustos	Mejoramiento pavimentos e iluminación de cruces
4	344			Seminario con María Luisa Santander	
5	345			Tobalaba con Carmen Sylva	
6	346			El Bosque con Diego de Almagro	
7	348			Carmen Sylva con Hernando De Aguirre	
8	349			Carmen Sylva con Luis Thayer Ojeda	
9	405			Antonio Varas con Dr. Solis de Ovando	
10	410			Providencia con Padre Mariano	
11				Sta. María con Los Piñones	
12				Dávalos con Bellavista	
13	164			Providencia con Almirante Pastene	
14		Cicloinclusión	Ciclovía	Carlos Antúnez desde Andrés Bello a Tobalaba	Ciclovía en calzada, por costado derecho, se reduce una pista vehicular
15				Ciclovía J.M. Infante	Ciclovía en calzada, por costado izquierdo
16				Puyehue - Marín	Modificar cruces para separar a modos
17				Antonio Varas	Modificar cruces para separar a modos
18			Ciclopaseo	Tobalaba desde Lota a Vitacura	Ciclovía en cicloparque hasta Apoquindo
19		Gestión Vial	Gestión Vial	Pedro de Valdivia desde Providencia a Diagonal Oriente	Incorporación de bandejón central, ajuste geométrico, aperturas peatonales, veredas continuas.
20		Caminabilidad	Semaforización	Antonio Bellet con Providencia	Se propone habilitar nuevos semáforos que conecten ambas aceras del eje dos Providencias, incluyendo rebajes de accesibilidad universal.
21				General Del Canto con Avenida Nueva Providencia	
22				Santa Beatriz con Providencia	
23				Antonio Varas con Providencia	
24				Antonio Varas con Avenida Nueva Providencia	
25				Alcalde Rafael Vives con Avenida Nueva Providencia	
26				Providencia Entre Marchant Pereira Y La Concepción	
27				Providencia con Miguel Claro	
28				Marchant Pereira con Avenida Nueva Providencia	
29		Caminabilidad	Semaforización	Santa Isabel con José Manuel Infante	

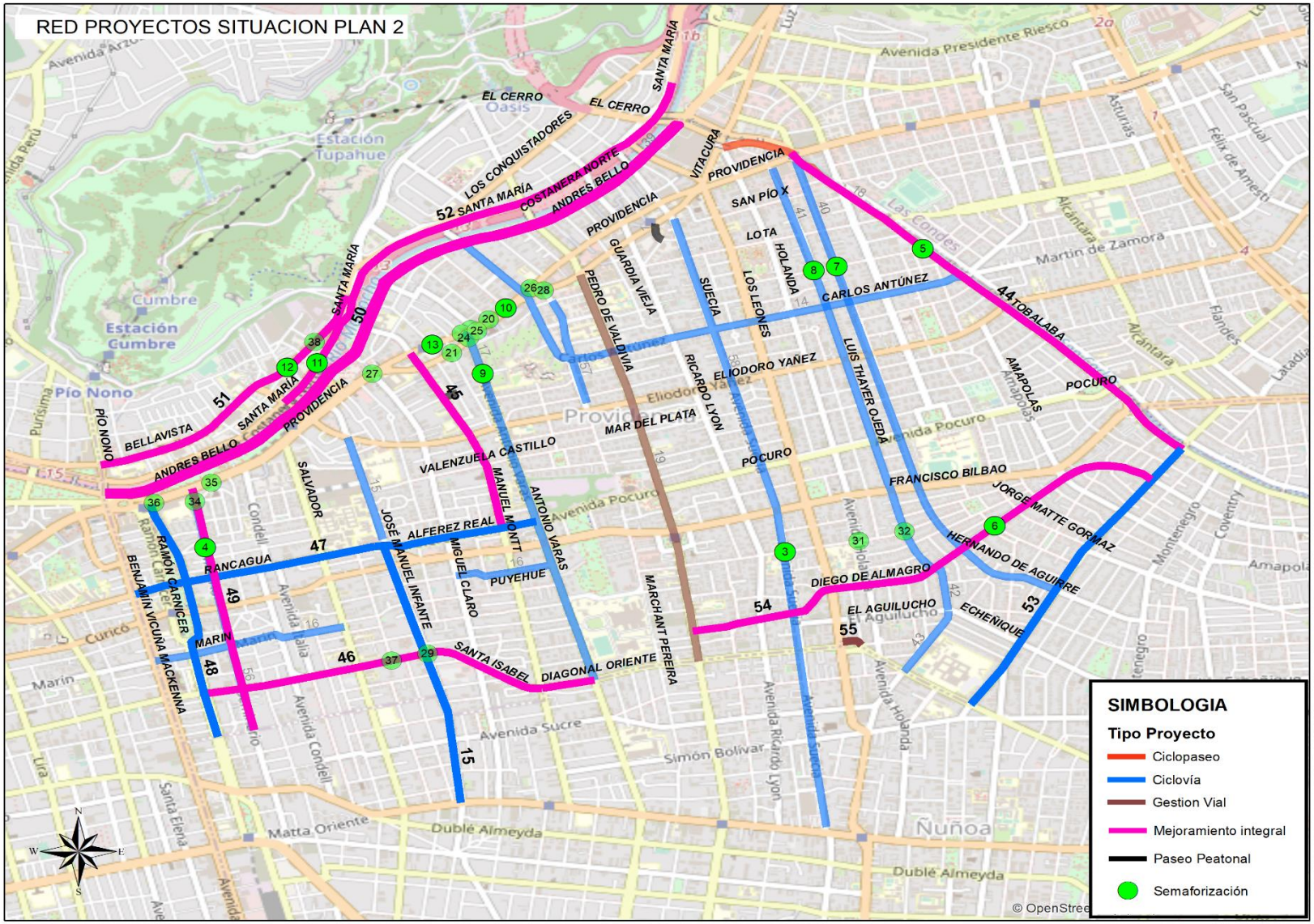
ID CIS	ID Muni	Plan Municipal	Tipo Proyecto	Ubicación	Características
30				Almirante Pastene con Providencia	El proyecto impacta en el mejoramiento de la peatonalidad de la comuna y rutas 8/80 inclusivas.
31				Holanda con Bustos	
32				Bustos con Luis Thayer Ojeda	
33				Providencia con Padre Mariano	
34				Seminario con Rodolfo Vergara Antúnez	
35				Providencia con Obispo Pérez De Espinoza	
36				Providencia con General Bustamante	
37				Santa Isabel con Julio Prado	
38				Fco. Puelma con Bellavista	
39		Gestión Vial	Gestión Vial	Fin Reversibilidad de Andrés Bello	Termino de reversibilidad entre Pio Nono y Nueva Tobalaba
40		Cicloinclusión	Ciclovía	Ciclovía Hernando de Aguirre entre Pocuro y Eliecer Parada	Se propone la continuidad ciclovial de Pocuro al Sur hasta el límite comunal (Eliecer Parada), mediante una ciclovía unidireccional, como par ciclovial de Luis Thayer Ojeda. En tramo hasta Diego de Almagro considera la eliminación de estacionamientos de superficie al costado poniente.
41			Ciclovías	Luis Thayer Ojeda Entre Pocuro Y Diego De Almagro	Se plantea la continuidad de la ciclovía desde Pocuro hacia el sur, hasta el límite comunal (Jaime Guzmán Errázuriz ex Diagonal Oriente). Tramo Pocuro / Diego de Almagro: Ciclovía unidireccional en calzada, que considera la eliminación de los estacionamientos de superficie. No se reducen pistas vehiculares.
42				Renato Zanelli Entre Diego De Almagro Y Echeñique	
43				Chile-España Entre Echeñique Y Jaime Guzman Errazuriz	Se plantea la continuidad de la ciclovía desde Echeñique hacia el sur, hasta el límite comunal. Ciclovía unidireccional en calzada.
44		Caminabilidad	Mejoramiento integral	Mejoramiento Tobalaba entre Eliecer Parada y Pocuro	Rediseño de las zonas peatonales y de la vialidad, acotando los movimientos de autos en la intersección y mejorando los traslados peatonales
				Mejoramiento Tobalaba entre Providencia y Pocuro.	Rediseño con perfil homogéneo de 2 pistas por sentido desde Providencia a Pocuro, para favorecer peatonalidad y arborización.
45	81	Cicloinclusión	Mejoramiento Integral	Mejoramiento Manuel Montt entre Nueva Providencia Y Eliodoro Yáñez	Mejorar los estándares de movilidad, peatonalidad, habitabilidad y sustentabilidad de esta vía, favoreciendo el desarrollo del comercio local.
	S/N			Mejoramiento Manuel Montt entre Eliodoro Yáñez Y Diagonal Oriente	Desarrollo de ciclovía en calzada, mediante la eliminación de los estacionamientos de superficie en el costado poniente
46	147		Mejoramiento Integral	Mejoramiento Santa Isabel entre General Bustamante Y Manuel Montt	Ciclovía por calle Santa Isabel en calzada desde Bustamante hasta Manuel Montt, conformando un par ciclovial por calle Santa Victoria desde Condell a Benjamín Vicuña Mackenna. Mejoramiento de las intersecciones semaforizadas y no semaforizadas con rediseño geométrico. Impacta en el mejoramiento de la peatonalidad y rutas 8/80 inclusivas.
	401			Mejoramiento Santa Isabel Entre Manuel Montt Y Diagonal Oriente	
47	398		Ciclovias	Rancagua Entre Diagonal Rancagua Y Benjamín Vicuña Mackenna	

ID CIS	ID Muni	Plan Municipal	Tipo Proyecto	Ubicación	Características
	402			Alférez Real Entre Antonio Varas Y Diagonal Rancagua	Se propone ciclovía bidireccional como continuidad ciclovial de Pocuro hacia el poniente.
48	S/N		Ciclovía	Ciclovía G. Bustamante - R. Carnicer entre Providencia y límite comunal	Desarrollo de proyecto de ciclovía en calzada y mejoramiento de todas las intersecciones peatonales.
49			Mejoramiento integral	Seminario Entre Francisco Bilbao Y Malaquías Concha	Proyecto integral que considere mejoramiento de veredas, veredones, ajuste de calzada, diseño geométrico.
	131			Seminario Entre Providencia Y Francisco Bilbao	
50	147		Mejoramiento Integral	Andrés Bello, rediseño del perfil y cicloinclusión	Rediseño con ciclovías en calzada, unidireccional por ambos lados de la calzada.
51	S/N		Mejoramiento Integral	Rediseño calle Bellavista desde Carlos Reed a Pio Nono	Ciclovia en calzada, plantación de árboles, mejoras peatonales. Se eliminan los estacionamientos pista norte.
52	S/N		Mejoramiento Integral	Mejoramiento Santa María desde Del Arzobispo al Oriente en toda su extensión.	Rediseño geométrico de la calzada a tres pistas (9.50m) y aumento de veredas y borde río Mapocho y plantación de árboles, continuar con el ciclopaseo hasta Puente Huelen. Mejorar espacio multipropósito para feria y otros usos.
53			Ciclovia	Par ciclovial en calle Eliecer Parada desde Tobalaba a Diagonal Oriente	Implementa una ciclovía unidireccional en Eliecer Parada que conecte la ciclovía de Tobalaba y conforme el par ciclovial
54		Gestión vial	Mejoramiento Integral	Mejoramiento Diego de Almagro desde Eliecer Parada a Pedro de Valdivia.	Una pista vehicular con ciclovía en tramos donde no existe bandejón, y donde existen dos pistas vehiculares ajustar ancho de calzada para una pista ciclista por lado mas una pista ancha de circulación vehicular. Facilidades peatonales, reperfilamiento geométrico, nuevos semáforos y soluciones que calmen la velocidad.
55			Gestión Vial	Conexión al norte plaza 18 Septiembre, Los Leones con Pedro Lautaro Ferrer	Modifica vialidad eliminando rama norte de Pedro Lautaro Ferrer. Rediseño de vialidad entorno a la plaza que permita la conexión peatonal con barrio El Aguilucho.

Fuente: Elaboración Propia en base a información de La Municipalidad de Providencia

La figura siguiente presenta la ubicación de los proyectos del Plan N°2 Optimista.

FIGURA Nº 4.3-5: UBICACIÓN DE PROYECTOS PLAN 2 OPTIMISTA



Fuente: Elaboración Propia

4.3.5 Metodología de Análisis

Dada la gran cantidad de proyectos de cada Plan, y los tiempos y recursos disponibles en el estudio, se acuerda con la contraparte técnica modelar cada escenario de demanda con su correspondiente escenario de oferta de proyectos.

El cuadro siguiente presenta las modelaciones realizadas. Notar que el Escenario Base de demanda se modela para la Red Situación Base Tendencial y corresponderá al contraste para efectos de los análisis de los indicadores de variables del resto de los escenarios de Demanda.

CUADRO Nº4.3-5: SIMULACIONES DE ESCENARIOS

ESCENARIOS DE OFERTA (Planes)	ESCENARIOS DE DEMANDA		
	Esc. 1 Base	Esc. 2 Conservador	Escenario 3 Optimista
Red Situación Base Tendencial	X	-	-
Plan 1 Conservador	-	X	-
Plan 2 Optimista	-		X

Fuente: Elaboración Propia

Como parte de este informe de la Etapa 4 corresponde reportar los resultados del Escenario 1 y 2 de Demanda, modelados con los escenarios de oferta Base o Tendencial y Plan 1 Conservador, respectivamente.

4.4 Tarea 18. Estimación de Hogares y Usos de Suelo según Escenarios

En esta tarea se presentan a nivel zonal la estimación de las variables explicativas de los escenarios de demanda definidos en la tarea anterior para la comuna.

Como se dijo en la Tarea 17 anterior, estos escenarios consideran como referencia el escenario de Uso de suelo existente en Sectra-MTT para el año 2030 para el Gran Santiago, que incluye todas las comunas del área Metropolitana y que constituye un input para las corridas del modelo estratégico de Transporte ESTRAUS.

En primer lugar, se presenta la actualización del escenario ESTRAUS 2017 al año 2021, para la comuna de Providencia, considerando los permisos de edificación actualizados recopilados, entregados al consultor por el equipo urbano municipal.

Posteriormente a partir de una la situación 2021 actualizada de la comuna se reportan los ajustes del escenario ESTRAUS 2030, para finalmente construir a partir de este cada uno de los escenarios de demanda definidos para la comuna de Providencia

4.4.1 Ajuste escenario ESTRAUS comuna Providencia al año 2021

Dado que el escenario ESTRAUS para el año 2017 dista del año de inicio del estudio (2021), se realizaron ajustes sobre éste de modo que represente el estado actual de la comuna, para los inicios del estudio (año 2021).

Inicialmente, se realizaron ajustes para los m2 habitacionales y comerciales por cada zona. Estos ajustes se hicieron en base a los permisos de edificación aprobados en el periodo 2017 al 2020 y que se ubican en cada una de las zonas. Con esos metros cuadrados adicionales se corrigió el estado de cada zona al 2021, año de inicio del estudio. Respecto de los permisos se consideraron los permisos con destino residencial, comercial y de uso mixto. Los de usos mixtos se ponderaron con factor 90% resid / 10% comercial.

Así mismo al momento de la incorporación de los metros cuadrados adicionales para cada zona, se utilizó una tasa de reemplazo de 75% para el caso de los permisos residenciales y de un 25% en el caso de los permisos comerciales, de tal forma de agregar sólo m2 netos, descontando los preexistentes.

La manera como se agregaron estas modificaciones muestra una sucesión de pasos que se explican a continuación. Siguen el orden del cuadro siguiente (de izquierda a derecha).

CUADRO Nº4.4-1: AJUSTE ESCENARIO ESTRAUS 2021

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	ESTRAUS 2017		Total m2 por permisos de edificación periodo 2017-2020 según uso					Construcción Escenario 2021					Escenario 2021			
													Escenario 2021		2021 corregidas "incongruencias" con Escenario 2030	
Total	6.403.367	1.086.325	376.307	185.006		18.501	329.115	6.779.674	1.104.826	7.075.878	1.137.737	%	6.971.109	1.130.771	6.953.639	1.111.594
Zona	2017 Habitacional (ESTRAUS)	2017 Comercial (ESTRAUS)	17-20 m2 habitacional (según PE)	17-20 m2 comercial/ oficinas y servicios (según PE)	Ponderador no residencial 10% para obtener m2 Comercial	2017-20 final comercial	17-20 m2 mixto (según PE)	2021 Habitacional conservador 1 (según PE)	2021 Comercial conservador 1 (según PE)	2021 Habitacional (según PE considerando 90% m2 Habitacional PE usos mixtos)	2021 Comercial (según PE considerando 10% m2 Comercial PE usos mixtos)	Tasa de reemplazo que define m2 demolidos a descontar por área	2021 Habitacional (según PE considerando 75% m2 Habitacional PE usos mixtos) - Tasa reemplazo	2021 Comercial (según PE considerando 25% m2 Comercial PE usos mixtos) - Tasa de reemplazo	2021 Habitacional	2021 Comercial
155	162.523	55.139	110	1.509	0,1	151	9.419	162.633	55.290	171.110	56.232	2,87%	170.864	56.200	170.864	55.139
156	165.092	11.357	43.006	3.956	0,1	396	0	208.098	11.753	208.098	11.753	4,00%	206.378	11.737	206.378	11.737
157	142.926	48.327	0	36.241	0,1	3.624	0	142.926	51.951	142.926	51.951	5,38%	142.926	51.756	142.926	51.756
158	48.747	62.061	0	33.768	0,1	3.377	0	48.747	65.438	48.747	65.438	2,98%	48.747	65.337	48.747	65.337
159	222.084	52.008	0	96	0,1	10	0	222.084	52.018	222.084	52.018	6,39%	222.084	52.017	222.084	52.017
160	215.883	37.561	19.406	17.942	0,1	1.794	0	235.289	39.355	235.289	39.355	7,84%	233.768	39.215	233.768	39.215
161	551.238	101.150	47.605	36.442	0,1	3.644	49.385	598.843	104.794	643.290	109.733	16,15%	628.423	108.347	628.423	104.326
162	340.131	50.591	2.624	11.391	0,1	1.139	0	342.755	51.730	342.755	51.730	10,12%	342.489	51.615	342.489	51.615
163	225.961	65.117	960	770	0,1	77	946	226.921	65.194	227.772	65.289	1,53%	227.745	65.286	227.745	65.286
164	397.112	67.403	19.760	6.535	0,1	654	3.870	416.872	68.057	420.355	68.444	6,16%	418.923	68.379	418.923	68.379
165	285.047	16.297	27.671	0	0,1	0	23.511	312.718	16.297	333.878	18.648	9,45%	329.263	18.426	329.263	18.426
166	385.994	16.142	19.350	0	0,1	0	0	405.344	16.142	405.344	16.142	17,60%	401.938	16.142	401.938	16.142
167	285.174	2.313	15.017	955	0,1	96	20.456	300.191	2.409	318.601	4.454	12,39%	314.460	4.189	296.990	2.313
168	284.846	10.567	4.412	0	0,1	0	0	289.258	10.567	289.258	10.567	9,97%	288.818	10.567	288.818	10.567
169	202.360	10.093	4.062	0	0,1	0	0	206.422	10.093	206.422	10.093	13,67%	205.867	10.093	205.867	10.093
466	354.234	12.793	86.634	439	0,1	44	45.335	440.868	12.837	481.670	17.370	23,97%	451.123	16.273	451.123	14.317
467	295.029	50.919	46.849	0	0,1	0	0	341.878	50.919	341.878	50.919	14,35%	335.155	50.919	335.155	50.919
610	276.661	5.295	15.212	0	0,1	0	17.594	291.873	5.295	307.708	7.054	15,07%	303.029	6.789	303.029	6.600
622	6.971	209.312	0	0	0,1	0	0	6.971	209.312	6.971	209.312	4,23%	6.971	209.312	6.971	209.312
698	25.388	14.559	0	0	0,1	0	0	25.388	14.559	25.388	14.559	15,76%	25.388	14.559	25.388	14.559
707	13.637	13.274	0	0	0,1	0	0	13.637	13.274	13.637	13.274	11,65%	13.637	13.274	13.637	13.274
709	16.102	27.263	0	0	0,1	0	0	16.102	27.263	16.102	27.263	7,95%	16.102	27.263	16.102	27.263
712	300.265	26.750	9.613	0	0,1	0	75.318	309.878	26.750	377.664	34.282	27,45%	356.418	32.214	356.418	29.845
714	31.803	27.162	0	13.184	0,1	1.318	0	31.803	28.480	31.803	28.480	1,07%	31.803	28.466	31.803	28.466
715	74.655	31.041	0	0	0,1	0	14.852	74.655	31.041	88.022	32.526	1,25%	87.855	32.508	87.855	31.041
716	150.788	22.076	3.355	0	0,1	0	14.346	154.143	22.076	167.054	23.511	11,97%	165.107	23.339	165.107	23.339
717	27.933	17.934	0	7.316	0,1	732	11.526	27.933	18.666	38.306	19.818	7,25%	37.554	19.682	37.554	17.934
719	388.819	5.751	0	0	0,1	0	30.931	388.819	5.751	416.657	8.844	13,29%	412.957	8.433	412.957	5.751
720	99.408	6.562	0	0	0,1	0	0	99.408	6.562	99.408	6.562	2,71%	99.408	6.562	99.408	6.562
721	150.656	3.760	3.315	0	0,1	0	11.626	153.971	3.760	164.434	4.923	6,75%	163.504	4.844	163.504	4.186
768	275.900	5.748	7.346	14.462	0,1	1.446	0	283.246	7.194	283.246	7.194	11,47%	282.403	7.028	282.403	5.878

Fuente: Elaboración Propia

- **Explicación metodológica**

Nuestra base fue el escenario ESTRAUS 2017 para los usos habitacionales y comerciales. En primer lugar, se descargaron todos los permisos de edificación aprobados por la municipalidad para el periodo. Estos se clasificaron y luego se agregaron estos m2 a cada escenario, teniendo en cuenta el origen de cada permiso y ponderando los m2 que correspondían a cada categoría (habitacional, mixto o comercial).

Luego, al total de m2 agregados para cada zona se le restaron los m2 que teóricamente se tuvieron que demoler para poder construir los nuevos proyectos. Esta 'tasa de reemplazo' es única para cada zona (columna 13). Este porcentaje se calculó en base al escenario hipotético de construir altura máxima en cada zona ESTRAUS según PRC para cada lote de cada área, pero considerando demolición de construcciones existentes. Lo 'existente' se representó como los m2 existentes en cada zona en relación al máximo que permite la normativa vigente frente a la altura promedio y ocupación de suelo para cada lote de cada área.

Luego de aplicada la tasa de remplazo (m2 agregados – m2 teóricamente demolidos), generamos dos escenarios que se ven en las columnas 14 y 15 (habitacional y comercial, respectivamente).

Posteriormente se corrigió este escenario 2021 (celdas en amarillo en columnas 16 y 17) para ajustar ciertos números a las proyecciones ESTRAUS al 2030 y así mantener la coherencia entre dichos escenarios.

4.4.2 Construcción escenarios de demanda comuna Providencia al año 2030

A partir del ajuste realizado para el año 2021 del escenario ESTRAUS, explicado en el punto anterior, en este punto se reportan la construcción de los escenarios para el año 2030.

En primer lugar se presenta el ajuste realizado al escenario ESTRAUS 2030 vigente para la comuna. Para esto la base comunal 2021 ajustada por zona, se hace crecer a partir del crecimiento estimado del escenario ESTRAUS original 2030/2017 para cada una de ellas.

El detalle a nivel zonal de este ajuste 2030/2021 se reporta en el Anexo digital N°16.1

Es importante mencionar, que producto de las modificaciones N°5 y N°7 del PRC, solo se cambian los usos de suelo comercio en la Mod.5; y habitacional y salud en la Mod. N°7, para algunas de las zonas de la comuna.

El cuadro siguiente se presenta los usos de suelo resultantes por zonas para la comuna para el escenario ESTRAUS 2030 ajustado, utilizado de referencia.

A su vez, el cuadro siguiente se presenta el Escenario de demanda 1 Base (Mod. N°5 del PRC) y el Escenario 2 de demanda Conservador (Mod. N°5 más Mod. N°7 del PRC), a analizar como parte de este estudio.

De esta forma, en el cuadro 4.4-2, las diferencias correspondientes al Escenario 1 con el escenario ESTRAUS ajustado, se producen a nivel del uso de suelo comercio de la Mod. N°5, en las zonas 157, 158, 161, 467, 622, 698, 714 y 715, ubicadas en el centro de la comuna.

Se aprecia también en el cuadro 4.4-2, que las diferencias del Escenario 2 con el escenario ESTRAUS ajustado, se producen a nivel del uso de suelo habitacional y los hogares producto de la Mod. N°7 solo en la zona 169, ubicada en el sector del Aguilucho.

En las figuras 4.4-1 y 4.4-2 se pueden apreciar los crecimientos por zona tanto de hogares como del uso comercial en las zonas mencionadas anteriormente.

El detalle a nivel zonal de cada uso de suelo por escenario se reporta en el Anexo digital N°16.1

CUADRO Nº4.4-2: RESULTADOS DE USOS DE SUELO ESCENARIO ESTRAUS 2030 AJUSTADO PARA LA COMUNA DE PROVIDENCIA

Zona Providencia	Hogares	M2 Hab	M2 Comercio	M2 Industria	M2 Servicios	M2 Educación	Matriculas		
							Básica	Media	Superior
155	2.361	228.559	55.139	30.290	111.898	83.260	1.272	1.505	24.180
156	2.801	357.258	14.793	692	148.964	9.392	0	0	5.476
157	3.121	198.865	62.169	440	235.993	15.943	341	140	0
158	1.407	88.681	68.069	310	135.070	905	0	0	0
159	3.360	284.140	58.772	503	140.279	20.853	698	438	9.436
160	3.477	311.065	40.756	1.085	282.486	24.211	310	374	2.219
161	9.408	824.265	104.326	480	204.256	17.843	1.311	571	631
162	4.403	498.161	59.952	48	154.737	29.619	2.346	831	4.320
163	3.151	291.286	72.867	8.375	150.037	13.098	644	835	1.179
164	4.896	497.171	73.328	20.666	79.380	25.913	1.616	1.386	12.571
165	5.139	404.854	19.890	144	47.259	68.408	278	913	23.997
166	5.863	510.992	21.118	228	54.381	25.230	0	353	2.323
167	3.079	338.235	2.313	167	10.818	1.028	127	117	0
168	4.372	455.187	14.069	363	22.143	35.252	1.770	648	0
169	3.031	314.712	11.236	1.225	6.732	30.532	819	466	1.225
466	5.764	546.114	14.317	462	22.607	14.495	1.856	851	0
467	5.080	439.983	51.808	213	166.732	35.038	316	124	5.820
610	3.419	415.814	6.600	98	14.463	446	0	0	0
622	123	11.450	209.312	0	259.102	0	0	0	0
698	1.008	34.432	14.559	0	45.678	384	0	0	0
707	203	19.180	13.506	70	68.697	1.641	0	0	0
709	172	17.603	27.263	0	98.312	1.567	143	964	0
711	0	0	0	0	0	0	0	0	0
712	4.724	450.748	29.845	1.126	26.321	7.641	0	0	0
714	610	69.623	55.019	138	156.213	6.043	311	1.034	0
715	1.644	110.653	31.041	0	97.142	1.132	0	0	0
716	2.789	215.218	23.667	144	77.494	20.715	866	1.667	0
717	1.002	55.604	17.934	489	75.376	1.401	893	0	6.982
719	4.480	498.764	5.751	380	13.458	208	445	0	13
720	1.105	139.221	9.212	392	9.730	12.265	406	66	0
721	2.109	221.074	4.186	205	3.116	304	283	528	0
768	3.453	351.788	5.878	246	12.351	3.175	0	0	259
TOTAL	**97.556**	**9.200.699**	**1.198.695**	**68.979**	**2.931.224**	**507.941**	**17.052**	**13.813**	**100.632**

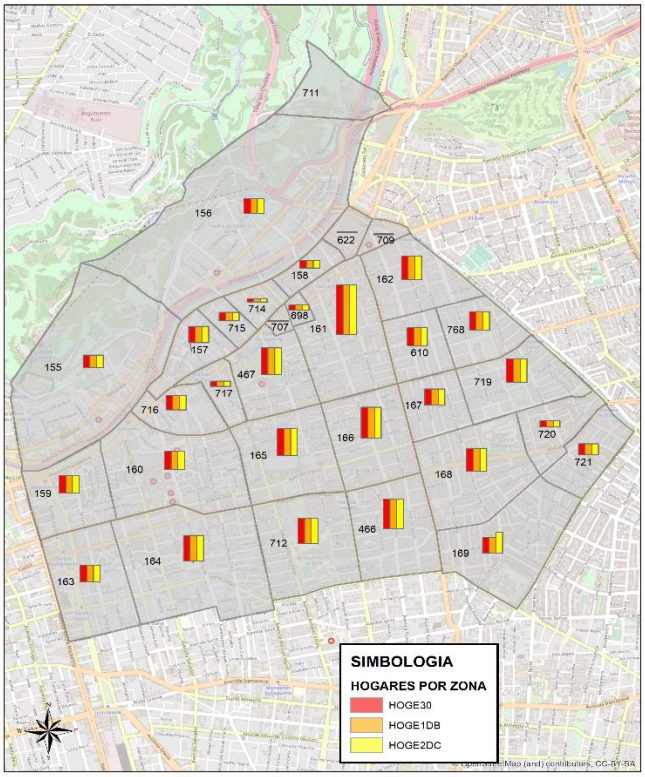
Fuente: Elaboración Propia

CUADRO Nº4.4-3: COMPARACION DE ESCENARIOS DE DEMANDA DE USO DE SUELO 1 Y 2 DEL ESTUDIO CON ESCENARIO ESTRAUS AJUSTADO

Zona Providencia	ESCENARIO ESTRAUS 2030 (AJUSTADO)			ESCENARIO 1 DEMANDA BASE			ESCENARIO 2 DEMANDA CONSERVADOR		
	Hogares	M2 Hab	M2 Comercio	Hogares	M2 Hab	M2 Comercio	Hogares	M2 Hab	M2 Comercio
155	2.361	228.559	55.139	2.361	228.559	55.139	2.361	228.559	55.139
156	2.801	357.258	14.793	2.801	357.258	14.793	2.801	357.258	14.793
157	3.121	198.865	62.169	3.121	198.865	76.293	3.121	198.865	76.293
158	1.407	88.681	68.069	1.407	88.681	86.858	1.407	88.681	86.858
159	3.360	284.140	58.772	3.360	284.140	58.772	3.360	284.140	58.772
160	3.477	311.065	40.756	3.477	311.065	40.756	3.477	311.065	40.756
161	9.408	824.265	104.326	9.408	824.265	111.883	9.408	824.265	111.883
162	4.403	498.161	59.952	4.403	498.161	59.952	4.403	498.161	59.952
163	3.151	291.286	72.867	3.151	291.286	72.867	3.151	291.286	72.867
164	4.896	497.171	73.328	4.896	497.171	73.328	4.896	497.171	73.328
165	5.139	404.854	19.890	5.139	404.854	19.890	5.139	404.854	19.890
166	5.863	510.992	21.118	5.863	510.992	21.118	5.863	510.992	21.118
167	3.079	338.235	2.313	3.079	338.235	2.313	3.079	338.235	2.313
168	4.372	455.187	14.069	4.372	455.187	14.069	4.372	455.187	14.069
169	3.031	314.712	11.236	3.031	314.712	11.236	4.066	430.985	11.236
466	5.764	546.114	14.317	5.764	546.114	14.317	5.764	546.114	14.317
467	5.080	439.983	51.808	5.080	439.983	73.496	5.080	439.983	73.496
610	3.419	415.814	6.600	3.419	415.814	6.600	3.419	415.814	6.600
622	123	11.450	209.312	123	11.450	212.912	123	11.450	212.912
698	1.008	34.432	14.559	1.008	34.432	66.682	1.008	34.432	66.682
707	203	19.180	13.506	203	19.180	13.506	203	19.180	13.506
709	172	17.603	27.263	172	17.603	27.263	172	17.603	27.263
711	0	0	0	0	0	0	0		0
712	4.724	450.748	29.845	4.724	450.748	29.845	4.724	450.748	29.845
714	610	69.623	55.019	610	69.623	59.469	610	69.623	59.469
715	1.644	110.653	31.041	1.644	110.653	63.600	1.644	110.653	63.600
716	2.789	215.218	23.667	2.789	215.218	23.667	2.789	215.218	23.667
717	1.002	55.604	17.934	1.002	55.604	17.934	1.002	55.604	17.934
719	4.480	498.764	5.751	4.480	498.764	5.751	4.480	498.764	5.751
720	1.105	139.221	9.212	1.105	139.221	9.212	1.105	139.221	9.212
721	2.109	221.074	4.186	2.109	221.074	4.186	2.109	221.074	4.186
768	3.453	351.788	5.878	3.453	351.788	5.878	3.453	351.788	5.878
TOTAL	**97.556**	**9.200.699**	**1.198.695**	**97.556**	**9.200.699**	**1.353.585**	**98.591**	**9.316.972**	**1.353.585**

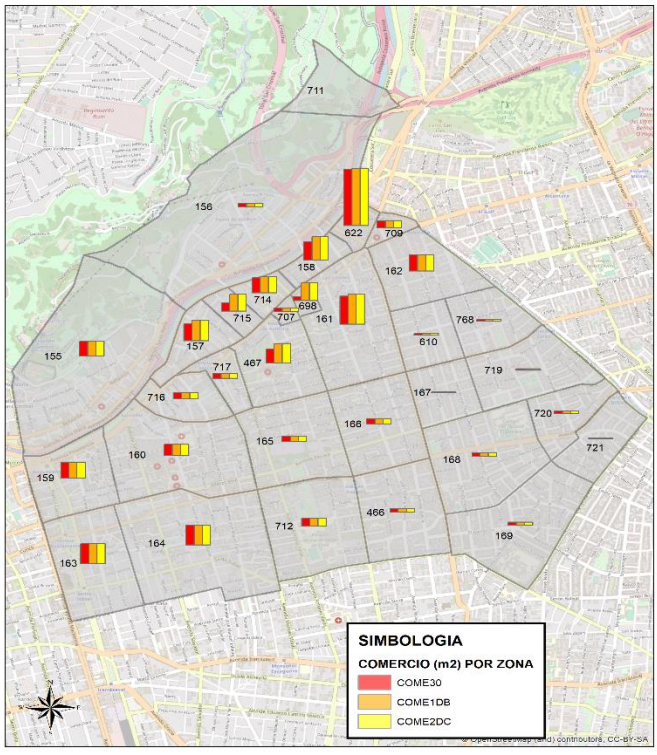
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.4-1: HOGARES POR ZONA SEGÚN ESCENARIOS DE DEMANDA COMUNA PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.4-2: USO DE SUELO COMERCIO SEGÚN ESCENARIOS DE DEMANDA COMUNA PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración Propia

4.5 Tarea 19. Estimación de Demanda Total de Viajes de Escenarios

En esta tarea, se determina la demanda de viajes asociada a cada uno de los escenarios de demanda definidos en la Tarea 18 anterior, para la comuna de Providencia.

4.5.1 Modelos Utilizados

Para esto, se usan los modelos de generación y atracción de viajes del modelo ESTRAUS vigente en Sectra-MTT para el sector urbano de las comunas que conforman el Gran Santiago.

Para la estimación de los **Viajes Generados**, los modelos de Sectra consideran dos tipos de viajes:

- Viajes Basados en el Hogar Ida (BHI): Usando Tasas de viajes en función de los hogares por categorías de ingreso-motorización-tamaño de hogar.
- Viajes No Basados en el Hogar (NBH) y Basados en el Hogar Regreso (BHR), usando regresiones lineales.

Para la estimación de los **Viajes Atraídos**, se utilizan Regresiones Lineales Múltiples (RLM), que dependen principalmente de variables explicativas de superficies de usos no residenciales (comercio, servicios, industria, educación, salud, etc.), las cuales son obtenidas de los Escenarios de Uso de Suelo ESTRAUS para todo el Gran Santiago.

4.5.2 Estimación de Viajes Totales

Como se dijo en tareas anteriores, el Escenario ESTRAUS fue ajustado al año 2021 y posteriormente proyectado al año 2030 para la comuna de Providencia, como parte de la construcción del Escenario Base, y sobre éste se introdujeron los ajustes de acuerdo las definiciones realizadas para los escenarios 1 y 2 de demanda de la comuna.

En el anexo digital 17.1, se presentan las planillas utilizadas con los modelos vigentes de ESTRAUS para obtener los viajes de cada escenario ajustado, para cada una de las zonas de la comuna de Providencia y del resto de las comunas del Gran Santiago.

En los cuadros siguientes, se presentan en primer lugar los viajes totales generados y atraídos para cada zona de Providencia por periodo de una hora.

CUADRO Nº4.5-1: VIAJES EN TOTALES PROVIDENCIA. POR ESCENARIO DE DEMANDA, PERIODO PUNTA MAÑANA (VIAJES/HR)

Zona Providencia	GENERADOS			ATRAIDOS		
	Base 2030	Escenario 1	Escenario 2	Base 2030	Escenario 1	Escenario 2
155	6.139	6.139	6.139	23.969	23.963	23.933
156	6.116	6.116	6.116	13.464	13.460	13.435
157	5.898	5.898	5.898	14.838	14.846	14.812
158	3.084	3.084	3.084	7.899	7.913	7.896
159	6.264	6.264	6.264	15.311	15.306	15.281
160	7.739	7.739	7.739	19.561	19.555	19.513
161	14.811	14.811	14.811	18.520	18.515	18.470
162	8.008	8.008	8.008	16.015	16.005	15.969
163	5.025	5.025	5.025	11.797	11.791	11.765
164	8.850	8.850	8.850	16.035	16.027	16.003
165	9.761	9.761	9.761	20.473	20.468	20.446
166	8.469	8.469	8.469	9.018	9.013	8.992
167	4.420	4.420	4.420	3.109	3.107	3.098
168	7.702	7.702	7.702	6.685	6.678	6.657
169	5.155	5.155	6.759	4.968	4.964	5.776
466	8.589	8.589	8.589	6.562	6.554	6.535
467	8.871	8.871	8.871	16.518	16.532	16.498
610	5.420	5.420	5.420	3.741	3.738	3.727
622	2.071	2.071	2.071	13.894	13.894	13.864
698	1.728	1.728	1.728	2.720	2.767	2.761
707	791	791	791	3.837	3.836	3.828
709	1.074	1.074	1.074	5.813	5.811	5.800
711	-	-	-	-	-	-
712	6.614	6.614	6.614	5.039	5.035	5.021
714	2.191	2.191	2.191	9.531	9.532	9.512
715	3.035	3.035	3.035	6.016	6.044	6.031
716	5.151	5.151	5.151	7.490	7.485	7.468
717	2.529	2.529	2.529	8.003	8.000	7.991
719	6.337	6.337	6.337	4.388	4.384	4.371
720	1.917	1.917	1.917	2.178	2.176	2.169
721	3.297	3.297	3.297	2.043	2.041	2.036
768	5.377	5.377	5.377	3.455	3.452	3.443
TOTAL	**172.435**	**172.435**	**174.039**	**302.892**	**302.892**	**303.098**

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO Nº4.5-2: VIAJES EN PROVIDENCIA TOTALES, POR ESCENARIO DE DEMANDA, PERIODO FUERA PUNTA (VIAJES/HR)

Zona Providencia	GENERADOS			ATRAIDOS		
	Base 2030	Escenario 1	Escenario 2	Base 2030	Escenario 1	Escenario 2
155	3.278	3.292	3.278	8.563	8.544	8.547
156	2.281	2.321	2.281	2.745	2.741	2.742
157	2.447	2.619	2.563	3.501	3.846	3.848
158	1.613	1.829	1.768	3.108	3.566	3.567
159	2.739	2.775	2.739	5.199	5.188	5.189
160	2.981	2.991	2.981	4.062	4.057	4.058
161	4.855	4.855	4.918	4.646	4.824	4.825
162	3.096	3.189	3.096	5.057	5.045	5.047
163	2.297	2.323	2.297	3.479	3.472	3.473
164	3.507	3.474	3.507	5.740	5.726	5.728
165	3.521	3.432	3.521	6.908	6.893	6.895
166	2.368	2.389	2.368	1.991	1.987	1.988
167	1.137	1.039	1.137	176	176	176
168	2.114	2.263	2.114	1.139	1.137	1.138
169	1.450	1.538	1.851	1.045	1.043	1.043
466	2.269	2.069	2.269	971	969	969
467	3.127	3.275	3.306	4.207	4.737	4.738
610	1.460	1.477	1.460	271	270	271
622	2.875	2.909	2.905	7.526	7.596	7.599
698	590	1.036	1.020	715	2.005	2.006
707	470	474	470	884	883	884
709	776	774	776	1.958	1.954	1.955
711	-	-	-	-	-	-
712	1.850	1.771	1.850	1.033	1.031	1.031
714	1.435	1.505	1.472	3.147	3.251	3.252
715	1.164	1.405	1.432	1.502	2.306	2.306
716	1.664	1.659	1.664	1.821	1.818	1.818
717	1.230	1.219	1.230	2.670	2.664	2.665
719	1.636	1.611	1.636	300	299	299
720	593	619	593	475	475	475
721	874	884	874	226	225	225
768	1.383	1.401	1.383	320	320	320
TOTAL	**63.081**	**64.418**	**64.759**	**85.384**	**89.048**	**89.077**

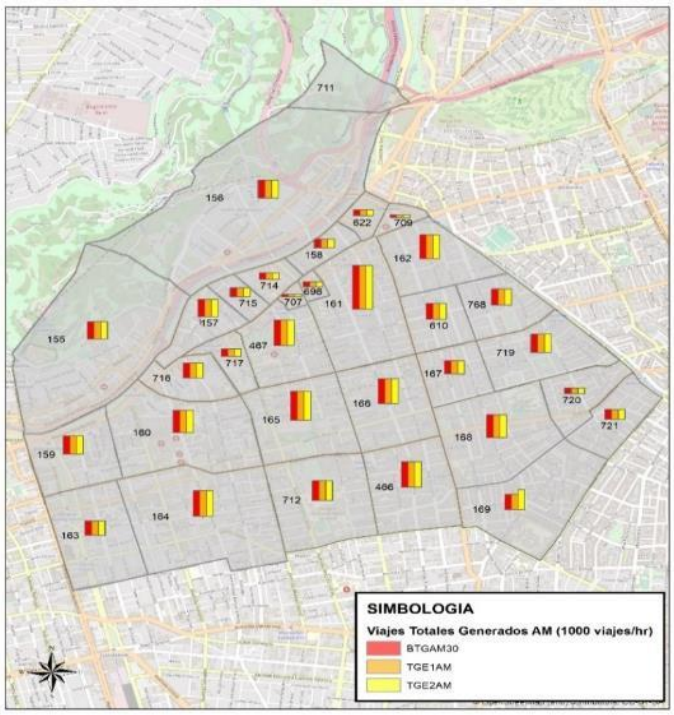
Fuente: Elaboración Propia

Tal como lo muestran los cuadros anteriores, las diferencias de los viajes entre escenarios son puntuales en algunas zonas, tanto para orígenes como para destinos, producto de los cambios de usos de suelo. Como se dijo anteriormente, las diferencias correspondientes al Escenario 1 con el escenario ESTRAUS ajustado, se producen a nivel del uso de suelo comercio de la Mod. N°5, en las zonas achuradas de los cuadros: 157, 158, 161, 467, 622, 698, 714 y 715, ubicadas en el centro de la comuna. A su vez, las diferencias del Escenario 2 con el escenario ESTRAUS ajustado, se producen a nivel del uso de suelo habitacional y los hogares producto de la Mod. N°7 solo en la zona achurada 169, ubicada en el sector del Aguilucho, con aproximadamente 1500 (viajes/hr) generados y 800 (viajes/hr) atraídos en la punta mañana, adicionales al del escenario base 2030.

A continuación se presentan figuras, donde se muestran las diferencias de los viajes generados y atraídos por zona para los periodos punta mañana y fuera de punta, para los 3 escenarios analizados.

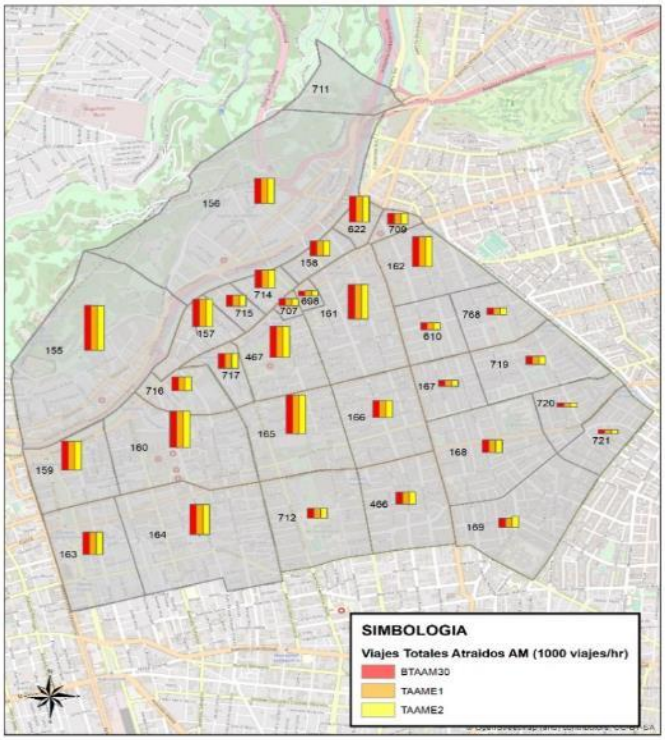
Se observa de la Figura 4.5-1, que las zonas que presentan la mayor cantidad de viajes generados por esecenar, corresponden a las zonas que presentan la mayor cantidad de hogares de la figura 4.4-1 anterior.

FIGURA Nº 4.5-1: VIAJES GENERADOS PROVIDENCIA PUNTA MAÑANA (VIAJES/HR)



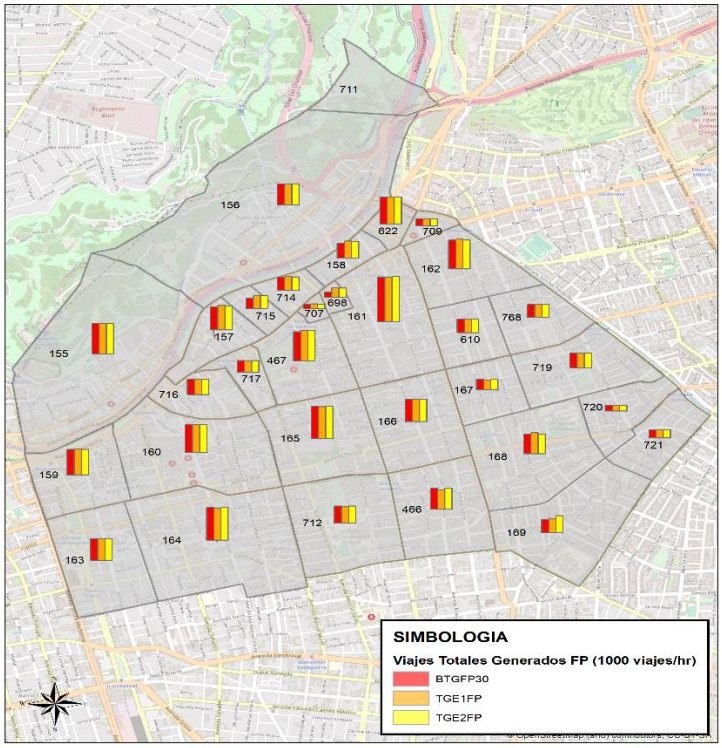
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.5-2: VIAJES ATRAIDOS PROVIDENCIA PUNTA MAÑANA (VIAJES/HR)



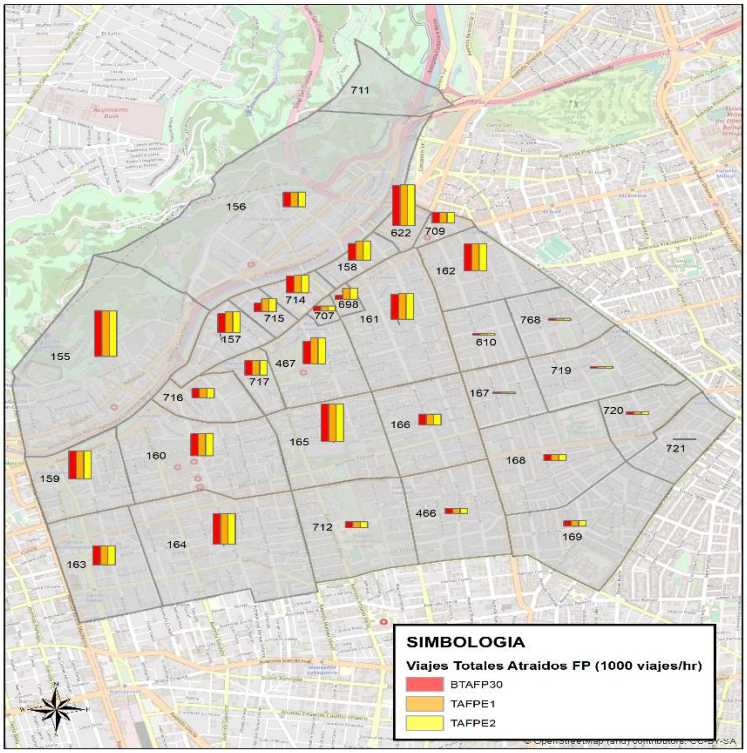
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.5-3: VIAJES GENERADOS PROVIDENCIA FUERA DE PUNTA (VIAJES/HR)



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.5-4: VIAJES TOTALES ATRAIDOS PROVIDENCIA FUERA DE PUNTA (VIAJES/HR)



Fuente: Elaboración Propia

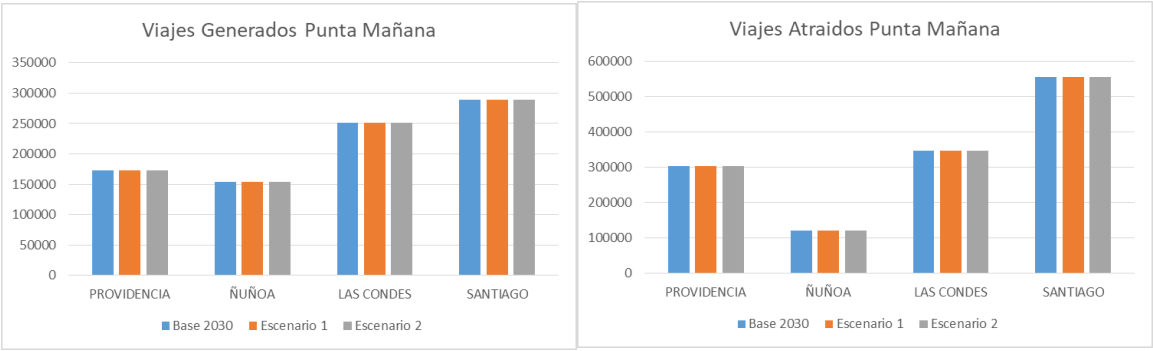
A continuación se presentan cuadros y gráficos con los totales de viajes generados y atraídos para la comuna de Providencia y para las comunas aledañas, también se presentan los totales de viajes generados y atraídos por periodo, en cada uno de los escenarios estudiados.

CUADRO Nº4.5-3: VIAJES TOTALES POR COMUNA, PERIODO PUNTA MAÑANA (VEH/HR)

COMUNA	GENERADOS			ATRAIDOS		
	Base 2030	Escenario 1	Escenario 2	Base 2030	Escenario 1	Escenario 2
PROVIDENCIA	172.435	172.435	174.039	302.892	302.892	303.098
ÑUÑOA	153.614	153.614	153.614	121.972	121.972	122.029
LAS CONDES	251.147	251.147	251.147	347.081	347.081	347.245
SANTIAGO	289.620	289.620	289.620	555.204	555.204	555.464
GRAN SANTIAGO	**3.238.838**	**3.238.838**	**3.240.442**	**3.238.838**	**3.238.838**	**3.240.442**

Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.5-5: VIAJES TOTALES POR COMUNA, PERIODO PUNTA MAÑANA



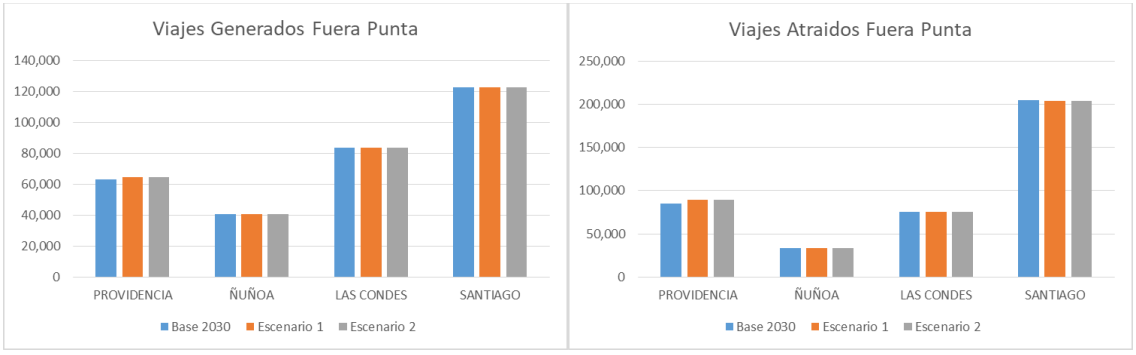
Fuente: Elaboración Propia

CUADRO Nº4.5-4: VIAJES TOTALES POR COMUNA, PERIODO FUERA DE PUNTA (VEH/HR)

COMUNA	GENERADOS			ATRAIDOS		
	Base 2030	Escenario 1	Escenario 2	Base 2030	Escenario 1	Escenario 2
PROVIDENCIA	63.081	64.418	64.759	85.384	89.048	89.077
ÑUÑOA	40.795	40.795	40.795	33.139	33.057	33.068
LAS CONDES	83.598	83.598	83.598	75.638	75.488	75.512
SANTIAGO	122.784	122.784	122.784	204.418	203.952	204.019
GRAN SANTIAGO	1.044.482	1.045.820	1.046.160	1.044.482	1.045.820	1.046.160

Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.5-6: VIAJES TOTALES POR COMUNA, PERIODO FUERA DE PUNTA



Fuente: Elaboración Propia

4.5.3 Estimación de Viajes por Categoría Socioeconómica

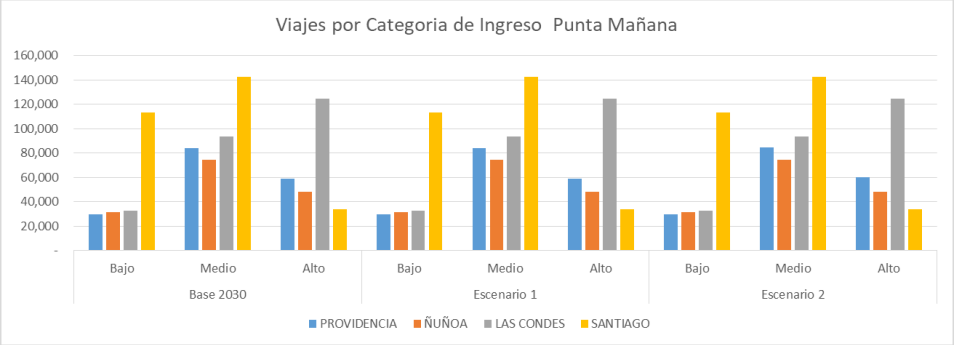
A continuación se presentan cuadros y gráficos con los totales de viajes generados por categoría de ingreso para la comuna de Providencia y para las comunas aledañas, para los 3 escenarios estudiados.

CUADRO Nº4.5-5: VIAJES POR CATEGORIA SOCIOECONOMICA POR COMUNA Y ESCENARIO, PUNTA MAÑANA (VIAJES/HR)

COMUNA	Base 2030			Escenario 1			Escenario 2		
	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto
PROVIDENCIA	29.487	84.049	58.900	29.487	84.049	58.900	29.621	84.491	59.928
ÑUÑOA	31.383	74.220	48.011	31.383	74.220	48.011	31.380	74.219	48.014
LAS CONDES	32.457	93.880	124.810	32.457	93.880	124.810	32.452	93.876	124.820
SANTIAGO	113.500	142.316	33.805	113.500	142.316	33.805	113.493	142.310	33.818
GRAN SANTIAGO	**1.085.793**	**1.514.599**	**638.447**	**1.085.793**	**1.514.599**	**638.447**	**1.085.879**	**1.515.004**	**639.559**

Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.5-7: VIAJES POR CATEGORIA SOCIOECONOMICA POR COMUNA Y ESCENARIO, PUNTA MAÑANA



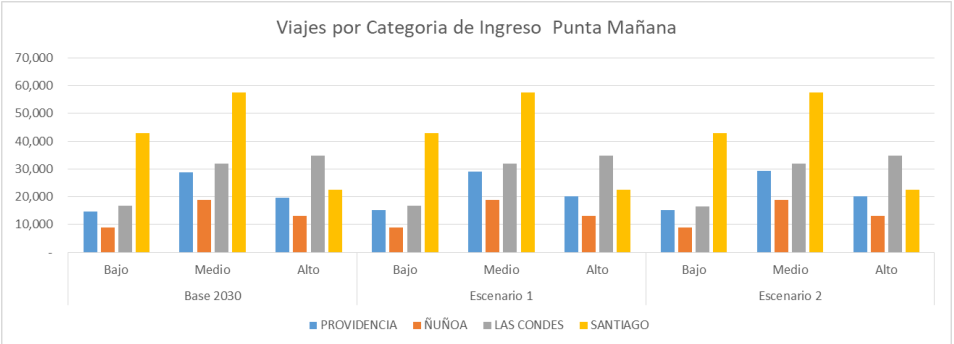
Fuente: Elaboración Propia

CUADRO Nº4.5-6: VIAJES POR CATEGORIA SOCIOECONOMICA POR COMUNA Y ESCENARIO, FUERA DE PUNTA(VIAJES/HR)

COMUNA	Categoría Socioeconómica								
	Base 2030			Escenario 1			Escenario 2		
	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto
PROVIDENCIA	14.781	28.672	19.628	15.222	29.142	20.055	15.264	29.349	20.146
ÑUÑOA	8.942	18.848	13.005	8.942	18.845	13.008	8.940	18.847	13.009
LAS CONDES	16.647	32.048	34.903	16.646	32.040	34.912	16.641	32.044	34.913
SANTIAGO	42.813	57.518	22.453	42.811	57.502	22.472	42.802	57.509	22.474
GRAN SANTIAGO	**337.474**	**474.476**	**232.533**	**337.901**	**474.857**	**233.062**	**337.894**	**475.101**	**233.165**

Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.5-8: VIAJES POR CATEGORIA SOCIOECONOMICA POR COMUNA Y ESCENARIO, FUERA DE PUNTA



Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presentan cuadros y figuras detallados con los viajes por zona de la comuna de Providencia separados por categoría socioeconómica.

CUADRO Nº4.5-7: VIAJES TOTALES POR CATEGORIA SOCIOECONOMICA, PERIODO PUNTA MAÑANA (VIAJES/HR)

Zona Providencia	Categoría Socioeconómica								
	Base			Escenario 1			Escenario 2		
	Cat1	Cat2	Cat3	Cat1	Cat2	Cat3	Cat1	Cat2	Cat3
155	2223	3014	902	2223	3014	902	2223	3014	903
156	766	1639	3712	766	1639	3712	766	1639	3712
157	1664	2990	1244	1664	2990	1244	1664	2989	1244
158	586	1148	1350	586	1148	1350	586	1148	1351
159	1776	3086	1402	1776	3086	1402	1775	3086	1403
160	1179	3181	3379	1179	3181	3379	1179	3181	3380
161	2194	8895	3722	2194	8895	3722	2194	8895	3722
162	1320	4761	1927	1320	4761	1927	1320	4760	1927
163	1846	2633	546	1846	2633	546	1846	2633	547
164	1181	5379	2290	1181	5379	2290	1180	5379	2290
165	1916	4926	2919	1916	4926	2919	1916	4926	2920
166	1992	4496	1981	1992	4496	1981	1992	4495	1981
167	643	2050	1727	643	2050	1727	643	2050	1727
168	357	2296	5050	357	2296	5050	357	2296	5050
169	562	1519	3075	562	1519	3075	702	1964	4092
466	1060	4939	2591	1060	4939	2591	1060	4939	2591
467	1651	4888	2333	1651	4888	2333	1651	4888	2333
610	412	1691	3319	412	1691	3319	412	1691	3319
622	635	923	513	635	923	513	635	923	513
698	281	1017	429	281	1017	429	281	1017	429
707	205	405	181	205	405	181	205	405	181
709	292	450	331	292	450	331	292	450	331
711	0	0	-	0	0	-	0	0	-
712	922	4000	1692	922	4000	1692	922	4000	1693
714	532	889	771	532	889	771	532	889	772
715	399	1896	740	399	1896	740	399	1896	740
716	598	2058	2495	598	2058	2495	598	2058	2496
717	558	1424	545	558	1424	545	558	1424	546
719	869	3489	1979	869	3489	1979	869	3489	1979
720	166	664	1087	166	664	1087	166	664	1087
721	263	1267	1768	263	1267	1768	263	1267	1768
768	436	2040	2901	436	2040	2901	436	2040	2901
Total	**29484**	**84053**	**58901**	**29484**	**84053**	**58901**	**29622**	**84495**	**59928**

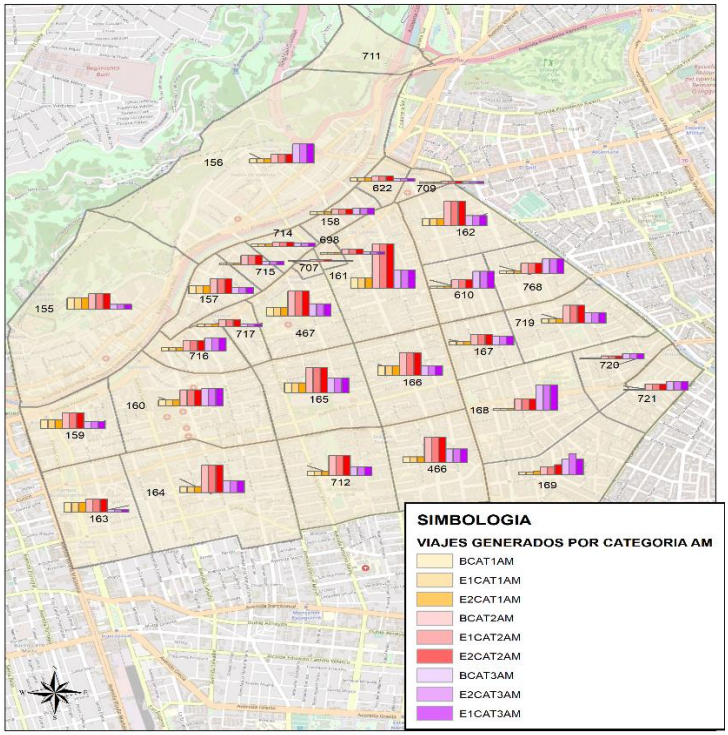
Fuente: Elaboración Propia

CUADRO Nº4.5-8: VIAJES TOTALES EN PROVIDENCIA POR CATEGORIA SOCIOECONOMICA, PERIODO FUERA PUNTA (VIAJES/HR)

Zona Providencia	Categoría Socioeconómica								
	Base			Escenario 1			Escenario 2		
	Cat1	Cat2	Cat3	Cat1	Cat2	Cat3	Cat1	Cat2	Cat3
155	1106	1520	652	1111	1527	653	1106	1520	652
156	461	766	1053	462	773	1086	461	766	1054
157	684	1175	588	736	1256	627	723	1226	613
158	418	668	528	477	754	598	471	736	561
159	809	1279	651	817	1296	661	809	1279	651
160	651	1238	1091	652	1241	1098	651	1238	1092
161	1038	2531	1287	1053	2520	1282	1058	2558	1301
162	743	1571	782	751	1627	811	742	1571	783
163	751	1118	428	760	1132	431	751	1118	429
164	835	1771	901	832	1751	891	834	1771	902
165	913	1621	985	902	1578	952	913	1621	986
166	579	1186	603	583	1197	609	579	1186	603
167	203	495	439	192	453	395	203	495	439
168	250	641	1224	251	674	1337	250	641	1224
169	232	459	759	238	480	820	281	573	997
466	391	1170	707	373	1060	636	391	1170	707
467	748	1539	840	806	1601	869	809	1619	879
610	190	463	806	192	466	818	190	463	806
622	913	1287	675	923	1301	686	922	1300	682
698	130	303	157	280	504	253	278	494	248
707	132	221	118	132	222	119	132	220	118
709	228	341	207	228	341	206	228	341	207
711	0	0	-	0	0	-	0	0	-
712	367	978	504	359	932	481	367	978	505
714	408	622	406	424	648	434	421	638	414
715	255	605	303	346	706	352	348	723	360
716	311	660	694	310	658	691	311	659	694
717	346	597	288	344	589	285	345	597	288
719	291	817	528	288	803	519	291	817	528
720	97	212	284	98	219	301	97	212	284
721	119	321	434	120	324	440	119	321	434
768	179	500	703	180	505	714	179	500	704
Total	**14778**	**28675**	**19625**	**15220**	**29138**	**20055**	**15260**	**29351**	**20145**

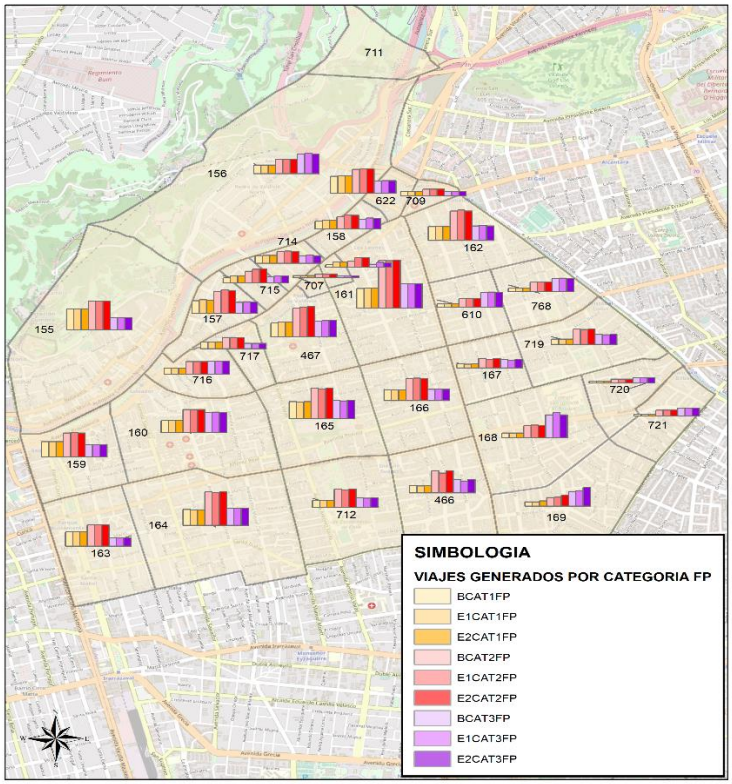
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.5-9: VIAJES GENERADOS POR CATEGORIA PROVIDENCIA PUNTA MAÑANA (VIAJES/HR)



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.5-10: VIAJES GENERADOS POR CATEGORIA PROVIDENCIA FUERA DE PUNTA (VIAJES/HR)



Fuente: Elaboración Propia

4.5.4 Estimación de Viajes por Propósito

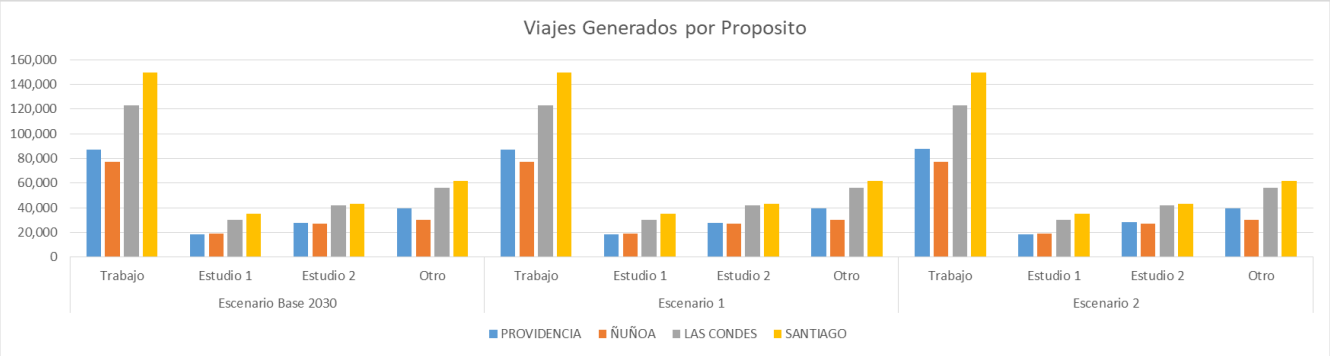
A continuación se presentan los totales de viajes generados por Propósito de Viaje para la comuna de Providencia y para las comunas aledañas.

CUADRO Nº4.5-9: VIAJES GENERADOS POR PROPOSITO POR COMUNA, PUNTA MAÑANA (VEH/HR)

COMUNA	Escenario Base 2030				Escenario 1				Escenario 2			
	Trabajo	Estudio 1	Estudio 2	Otro	Trabajo	Estudio 1	Estudio 2	Otro	Trabajo	Estudio 1	Estudio 2	Otro
PROVI.	86.969	18.228	27.888	39.350	86.969	18.228	27.888	39.350	87.724	18.453	28.194	39.668
ÑUÑOA	77.231	19.102	27.124	30.156	77.231	19.102	27.124	30.156	77.231	19.102	27.124	30.156
LAS CONDES	123.057	30.134	41.988	55.967	123.057	30.134	41.988	55.967	123.057	30.134	41.988	55.967
SANTIAGO	149.602	35.006	43.443	61.569	149.602	35.006	43.443	61.569	149.602	35.006	43.443	61.569
GRAN SANTIAGO	1.607.732	407.900	566.390	656.815	1.607.732	407.900	566.390	656.815	1.608.488	408.125	566.696	657.133

Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.5-11: VIAJES GENERADOS POR PROPOSITO PERIODO PUNTA MAÑANA



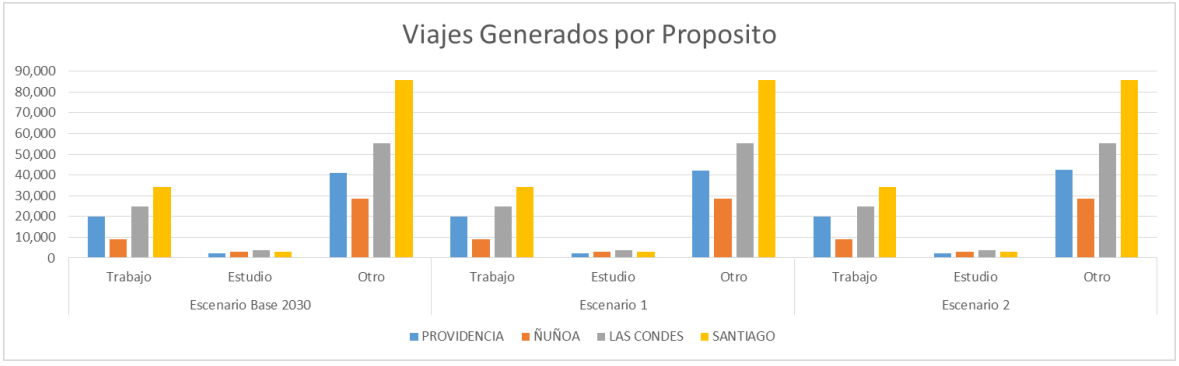
Fuente: Elaboración Propia

CUADRO Nº4.5-10: VIAJES GENERADOS POR PROPOSITO POR COMUNA, FUERA DE PUNTA (VEH/HR)

COMUNA	Escenario Base 2030			Escenario 1			Escenario 2		
	Trabajo	Estudio	Otro	Trabajo	Estudio	Otro	Trabajo	Estudio	Otro
PROVIDENCIA	19.794	2.364	40.922	19.848	2.364	42.206	19.920	2.389	42.450
ÑUÑOA	9.175	2.957	28.663	9.175	2.957	28.663	9.175	2.957	28.663
LAS CONDES	24.745	3.720	55.133	24.745	3.720	55.133	24.745	3.720	55.133
SANTIAGO	34.095	2.991	85.699	34.095	2.991	85.699	34.095	2.991	85.699
GRAN SANTIAGO	**242.116**	**42.961**	**759.405**	**242.169**	**42.961**	**760.689**	**242.241**	**42.986**	**760.933**

Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.5-12: VIAJES GENERADOS POR PROPOSITO POR COMUNA PERIODO FUERA DE PUNTA



Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se presentan cuadros y figuras con los viajes por zona de la comuna de Providencia separados por propósito.

De la figura 4.5.13 siguiente, se observa para los distintos escenarios, que en la generación de viajes punta mañana prevalecen los viajes con proposito Trabajo y Estudio; y a su vez, las zonas con mayor cantidad de viajes en estos propósitos, corresponden a las zonas que presentan la mayor cantidad de hogares de la figura 4.4-1 anterior.

Por otra parte, de la figura 4.5.14, se observa para los distintos escenarios, que en la generación de viajes del periodo fuera de punta prevalecen los viajes con proposito Otros (compras, diligencias, recraticos); que corresponden a las zonas que presentan la mayor cantidad de comercio de la figura 4.4-2 anterior.

Es importante mencionar, que en las zonas 160 y 467 no están contemplados los viajes provocados por el mayor equipamiento de salud asociado a la Mod.N°7 del PRC, análisis que será incorporado en el Escenario N°3 de Demanda Optimista, a simular en la Etapa 5 del estudio.

CUADRO Nº4.5-11: VIAJES GENERADOS EN PROVIDENCIA POR PROPOSITO, POR ESCENARIO DE DEMANDA, PERIODO PUNTA MAÑANA (VIAJES/HR)

Zona Providencia	Base				Escenario 1				Escenario 2			
	Trabajo	Estudio 1	Estudio 2	Otro	Trabajo	Estudio 1	Estudio 2	Otro	Trabajo	Estudio 1	Estudio 2	Otro
155	2.943	466	976	1.754	2.943	466	976	1.754	2.943	466	976	1.754
156	2.922	671	933	1.591	2.922	671	933	1.591	2.922	671	933	1.591
157	3.020	540	843	1.495	3.020	540	843	1.495	3.020	540	843	1.495
158	1.549	291	404	841	1.549	291	404	841	1.549	291	404	841
159	3.172	585	919	1.587	3.172	585	919	1.587	3.172	585	919	1.587
160	3.857	739	1.118	2.025	3.857	739	1.118	2.025	3.857	739	1.118	2.025
161	7.794	1.576	2.391	3.050	7.794	1.576	2.391	3.050	7.794	1.576	2.391	3.050
162	4.182	762	1.234	1.830	4.182	762	1.234	1.830	4.182	762	1.234	1.830
163	2.562	486	755	1.224	2.562	486	755	1.224	2.562	486	755	1.224
164	4.669	839	1.335	2.007	4.669	839	1.335	2.007	4.669	839	1.335	2.007
165	4.830	979	1.650	2.302	4.830	979	1.650	2.302	4.830	979	1.650	2.302
166	4.263	1.006	1.553	1.648	4.263	1.006	1.553	1.648	4.263	1.006	1.553	1.648
167	2.213	559	796	853	2.213	559	796	853	2.213	559	796	853
168	3.560	1.034	1.533	1.575	3.560	1.034	1.533	1.575	3.560	1.034	1.533	1.575
169	2.346	702	1.069	1.038	2.346	702	1.069	1.038	3.101	927	1.375	1.356
466	4.436	1.006	1.523	1.624	4.436	1.006	1.523	1.624	4.436	1.006	1.523	1.624
467	4.535	900	1.439	1.997	4.535	900	1.439	1.997	4.535	900	1.439	1.997
610	2.591	732	1.003	1.095	2.591	732	1.003	1.095	2.591	732	1.003	1.095
622	1.136	28	37	870	1.136	28	37	870	1.136	28	37	870
698	919	167	248	394	919	167	248	394	919	167	248	394
707	424	36	59	271	424	36	59	271	424	36	59	271
709	569	40	60	405	569	40	60	405	569	40	60	405
711	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
712	3.447	773	1.159	1.234	3.447	773	1.159	1.234	3.447	773	1.159	1.234
714	1.124	135	208	724	1.124	135	208	724	1.124	135	208	724
715	1.642	268	404	721	1.642	268	404	721	1.642	268	404	721
716	2.500	595	904	1.153	2.500	595	904	1.153	2.500	595	904	1.153
717	1.368	164	248	749	1.368	164	248	749	1.368	164	248	749
719	3.272	766	1.110	1.189	3.272	766	1.110	1.189	3.272	766	1.110	1.189
720	889	252	392	385	889	252	392	385	889	252	392	385
721	1.616	428	596	657	1.616	428	596	657	1.616	428	596	657
768	2.621	704	989	1.063	2.621	704	989	1.063	2.621	704	989	1.062
Total	**86.969**	**18.228**	**27.888**	**39.350**	**86.969**	**18.228**	**27.888**	**39.350**	**87.724**	**18.453**	**28.194**	**39.668**

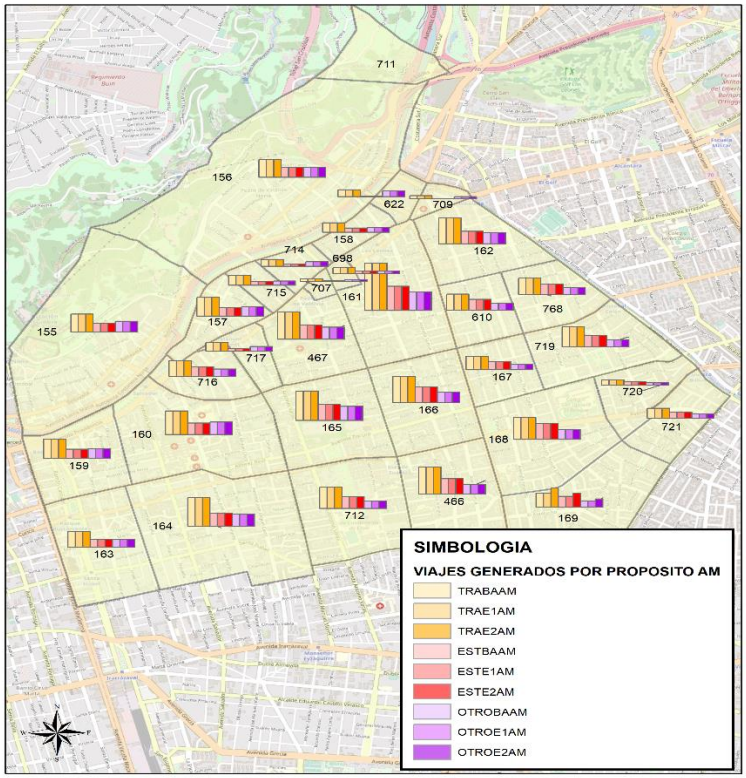
Fuente: Elaboración Propia

CUADRO Nº4.5-12: VIAJES GENERADOS EN PROVIDENCIA POR PROPOSITO, POR ESCENARIO DE DEMANDA, PERIODO FUERA DE PUNTA (VIAJES/HR)

Zona Providencia	Base			Escenario 1			Escenario 2		
	Trabajo	Estudio	Otro	Trabajo	Estudio	Otro	Trabajo	Estudio	Otro
155	657	71	2.550	659	71	2.562	657	71	2.550
156	913	78	1.290	921	81	1.320	913	78	1.290
157	1.205	58	1.183	1.218	62	1.339	1.208	58	1.296
158	694	32	888	709	36	1.084	698	32	1.039
159	830	65	1.845	836	67	1.872	830	65	1.845
160	1.487	98	1.396	1.489	99	1.404	1.487	98	1.396
161	1.523	213	3.119	1.514	208	3.133	1.525	213	3.180
162	1.002	112	1.981	1.018	121	2.051	1.002	112	1.981
163	855	46	1.396	859	48	1.416	855	46	1.396
164	708	129	2.670	703	126	2.645	708	129	2.670
165	547	143	2.831	532	135	2.765	547	143	2.831
166	615	116	1.637	619	118	1.652	615	116	1.637
167	273	66	799	255	58	726	273	66	799
168	479	138	1.497	507	151	1.605	479	138	1.497
169	289	88	1.073	305	95	1.138	376	113	1.362
466	499	135	1.634	464	118	1.487	499	135	1.634
467	1.060	123	1.944	1.060	121	2.094	1.066	123	2.117
610	358	85	1.017	361	87	1.029	358	85	1.017
622	1.164	3	1.708	1.165	3	1.741	1.165	3	1.737
698	249	22	318	265	24	748	263	22	735
707	309	5	155	310	5	158	309	5	155
709	439	5	332	439	5	331	439	5	332
711	0	0	0	0	0	0	0	0	0
712	433	105	1.312	419	98	1.254	433	105	1.312
714	732	17	686	739	19	746	733	17	722
715	519	40	604	523	37	845	527	40	865
716	543	79	1.043	542	79	1.039	543	79	1.043
717	384	22	824	382	21	816	384	22	824
719	380	96	1.160	376	94	1.141	380	96	1.160
720	143	34	415	148	36	434	143	34	415
721	181	52	642	183	53	649	181	52	642
768	325	86	972	328	88	985	325	86	972
Total	**19.794**	**2.364**	**40.922**	**19.848**	**2.364**	**42.206**	**19.920**	**2.389**	**42.450**

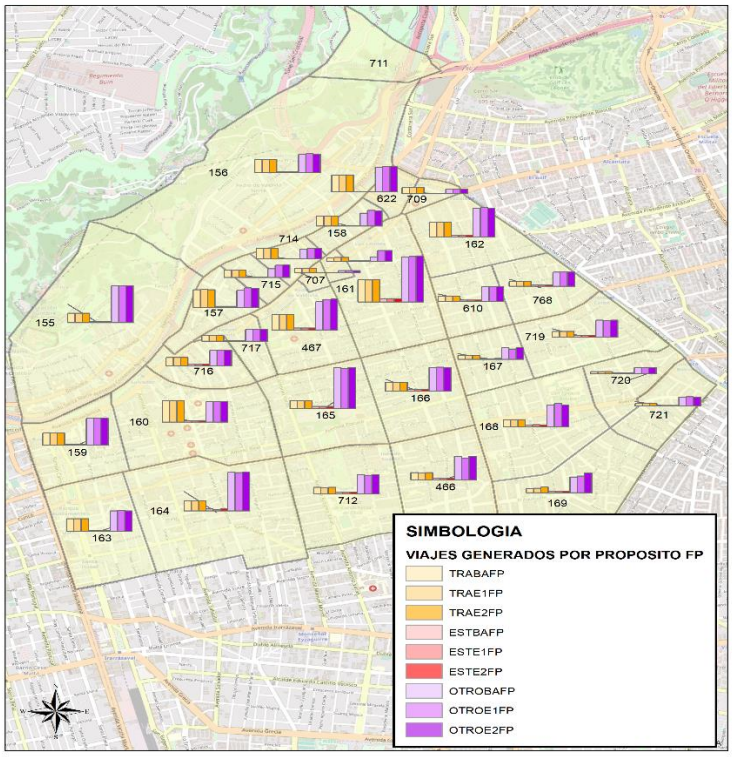
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.5-13: VIAJES GENERADOS POR PROPOSITO PROVIDENCIA PUNTA MAÑANA (VIAJES/HR)



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.5-14: VIAJES GENERADOS POR PROPOSITO PROVIDENCIA FUERA DE PUNTA (VIAJES/HR)



Fuente: Elaboración Propia

4.5.5 Estimación de Viajes por Modo

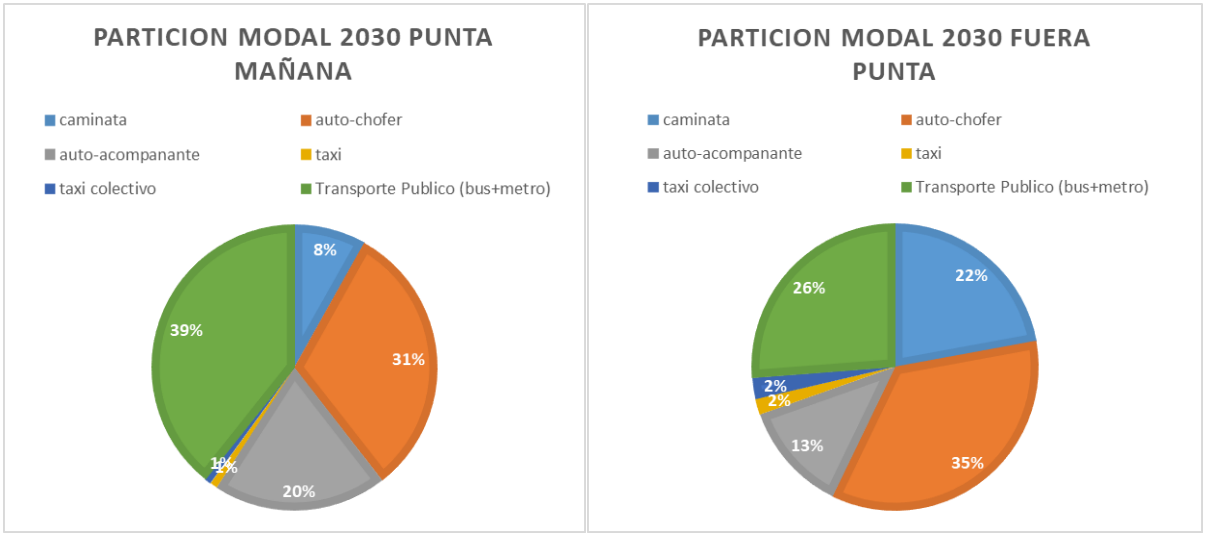
Se debe considerar que en el mediano y largo plazo habrá dos grandes proyectos estructurales de transporte en la comuna: la Línea 7 de Metro y el Teleférico Bicentenario, que influirán en los volúmenes de viajes en la comuna; para estimar este efecto en los viajes de la comuna, se utilizan los resultados de las simulaciones ESTRAUS vigentes en la actualidad en SECTRA, para determinar la partición modal en auto de la comuna de providencia al año 2030.

CUADRO Nº4.5-13: PARTICION MODAL ESCENARIO ESTRAUS 2030

Modo	Punta Mañana (viajes/hr)	%	Fuera Punta (viajes/hr)	%
Caminata	262.930	8,1%	230.877	22,1%
Auto-Chofer	1.014.981	31,3%	366.349	35,1%
Auto-Acompanante	636.997	19,7%	129.758	12,4%
Taxi	26.521	0,8%	18.739	1,8%
Taxi Colectivo	23.702	0,7%	24.640	2,4%
Transporte Publico (Bus+Metro)	1.273.403	39,3%	273.704	26,2%
TOTAL	**3.238.534**	**100,0%**	**1.044.067**	**100,0%**

Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.5-15: PARTICION MODAL ESCENARIO ESTRAUS 2030



Fuente: Elaboración Propia

Luego a partir de las corridas ESTRAUS, se obtienen viajes en transporte privado (modo Auto Chofer), que consideran tanto las modificaciones en los escenarios propuestos en este informe, como los proyectos en transporte que están considerados para los años futuros.

En los siguientes cuadros se presentan los viajes de transporte privado por zona para la comuna de providencia por periodo en vehículos por hora y también una comparación por periodo con los viajes totales en auto de otras comunas aledañas a Providencia y del Gran Santiago.

CUADRO Nº4.5-14: VIAJES EN MODO TRANSPORTE PRIVADO, PUNTA MAÑANA (VEH/HR)

Zona Providencia	GENERADOS			ATRAIDOS		
	Base 2030	Escenario 1	Escenario 2	Base 2030	Escenario 1	Escenario 2
155	1.381	1.381	1.381	2.123	2.122	2.121
156	2.156	2.156	2.157	2.240	2.239	2.235
157	1.521	1.521	1.521	2.795	2.796	2.791
158	943	943	944	1.576	1.579	1.576
159	1.543	1.543	1.543	2.521	2.521	2.517
160	2.271	2.271	2.271	4.683	4.681	4.672
161	4.298	4.298	4.298	3.060	3.060	3.053
162	1.864	1.864	1.864	3.367	3.365	3.359
163	1.273	1.273	1.273	2.494	2.493	2.488
164	2.897	2.897	2.898	2.384	2.383	2.380
165	2.803	2.803	2.804	2.540	2.540	2.538
166	2.037	2.037	2.037	1.480	1.479	1.476
167	1.224	1.224	1.224	648	647	645
168	2.430	2.430	2.430	1.090	1.089	1.086
169	1.429	1.429	1.890	750	749	876
466	2.133	2.133	2.133	1.054	1.052	1.050
467	2.415	2.415	2.415	2.307	2.308	2.305
610	1.698	1.698	1.698	805	804	802
622	684	684	684	2.802	2.802	2.798
698	513	513	513	485	494	493
707	241	241	241	691	691	690
709	356	356	356	1.093	1.092	1.091
711	-	-	-	-	-	-
712	1.946	1.946	1.946	1.099	1.099	1.096
714	661	661	661	1.837	1.837	1.834
715	903	903	903	1.235	1.241	1.238
716	1.530	1.530	1.530	1.612	1.611	1.607
717	730	730	730	963	962	962
719	1.737	1.737	1.737	907	906	903
720	573	573	573	384	384	383
721	931	931	931	380	380	379
768	1.606	1.606	1.606	769	768	766
TOTAL	**48.726**	**48.726**	**49.190**	**52.171**	**52.172**	**52.212**

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO Nº4.5-15: VIAJES EN PROVIDENCIA EN MODO, TRANSPORTE PRIVADO POR ESCENARIO, FUERA PUNTA (VEH/HR)

Zona Providencia	GENERADOS			ATRAIDOS		
	Base 2030	Escenario 1	Escenario 2	Base 2030	Escenario 1	Escenario 2
155	783	786	783	2.192	2.182	2.187
156	733	752	734	980	983	978
157	713	761	744	1.419	1.553	1.552
158	562	636	607	1.035	1.184	1.166
159	577	585	577	1.644	1.641	1.641
160	1.357	1.363	1.357	2.007	2.006	2.005
161	1.511	1.505	1.527	1.794	1.852	1.857
162	687	712	687	1.728	1.733	1.723
163	262	265	262	1.167	1.161	1.165
164	786	777	786	1.840	1.830	1.835
165	929	901	930	2.149	2.129	2.144
166	581	586	581	595	594	594
167	327	295	327	75	74	75
168	673	731	674	483	486	482
169	444	477	578	421	423	425
466	601	542	601	317	312	316
467	800	829	838	1.370	1.523	1.527
610	485	492	485	99	99	98
622	953	965	963	2.645	2.672	2.668
698	185	302	296	267	690	688
707	154	156	154	333	334	333
709	281	280	281	625	622	624
711	-	-	-	-	-	-
712	582	555	582	404	401	403
714	471	497	482	1.138	1.188	1.171
715	364	422	433	561	827	831
716	726	723	726	809	807	808
717	295	292	295	747	743	745
719	487	478	487	131	131	131
720	190	200	190	205	206	204
721	283	286	283	94	94	94
768	598	606	598	136	136	136
TOTAL	**18.377**	**18.755**	**18.845**	**29.410**	**30.615**	**30.604**

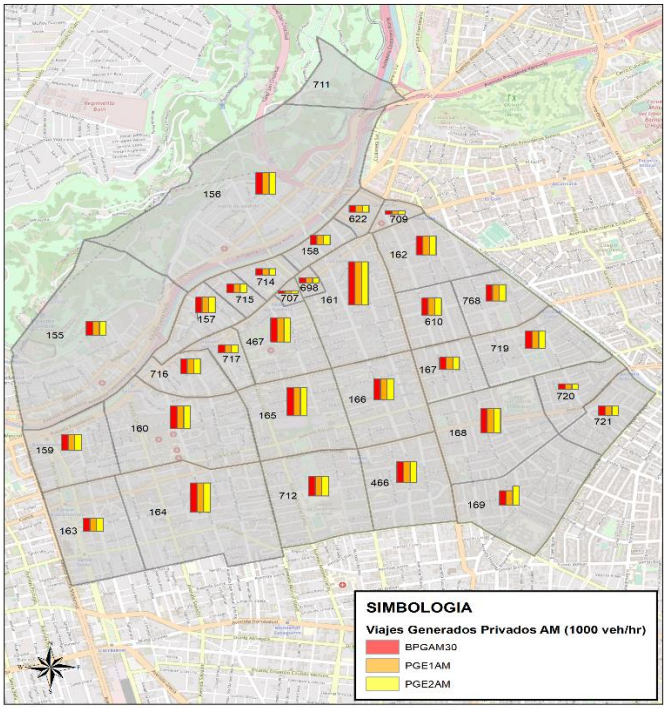
Fuente: Elaboración Propia

Al igual que para los viajes totales, las diferencias de viajes a nivel del modo auto entre escenarios son puntuales en algunas zonas, tanto para orígenes como para destinos, producto de los cambios de usos de suelo.

Como se dijo anteriormente, las diferencias correspondientes al Escenario 1 con el escenario ESTRAUS ajustado, se producen en las zonas achuradas del cuadro: 157, 158, 161, 467, 622, 698, 714 y 715, ubicadas en el centro de la comuna. A su vez, las diferencias de viajes en auto del Escenario 2 con el escenario ESTRAUS ajustado, se producen solo en la zona 169 achurada, ubicada en el sector del Aguilucho, con 450 viajes (veh/hr) generados en auto más que la Base en la punta mañana y 100 viajes (veh/hr), atraídos en auto más que la base también en ese periodo.

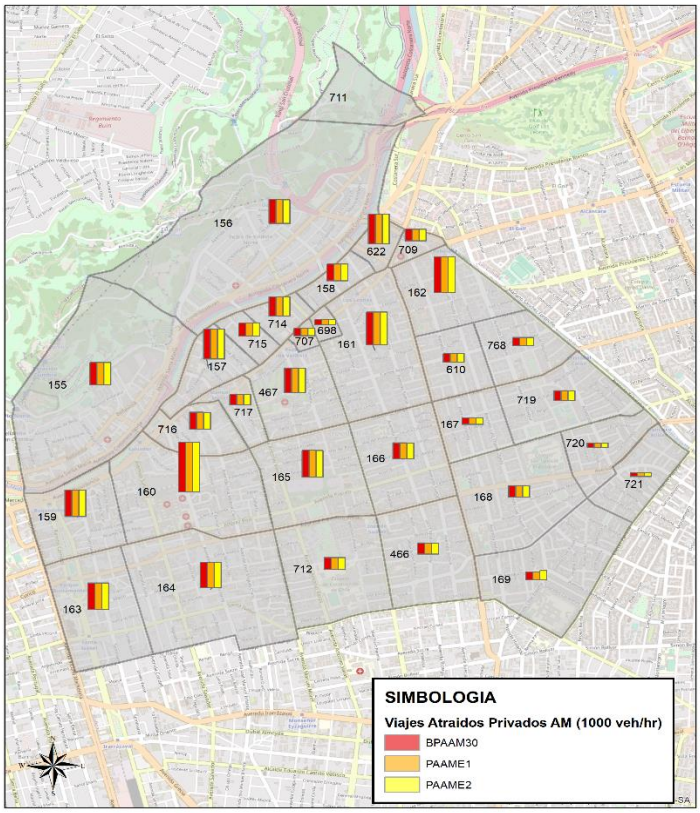
A continuación se presentan figuras con las diferencias de viajes generados y atraídos en transporte privado por zona por periodo.

FIGURA Nº 4.5-16: VIAJES GENERADOS EN AUTO PROVIDENCIA 2030 PUNTA MAÑANA (VEH/HR)



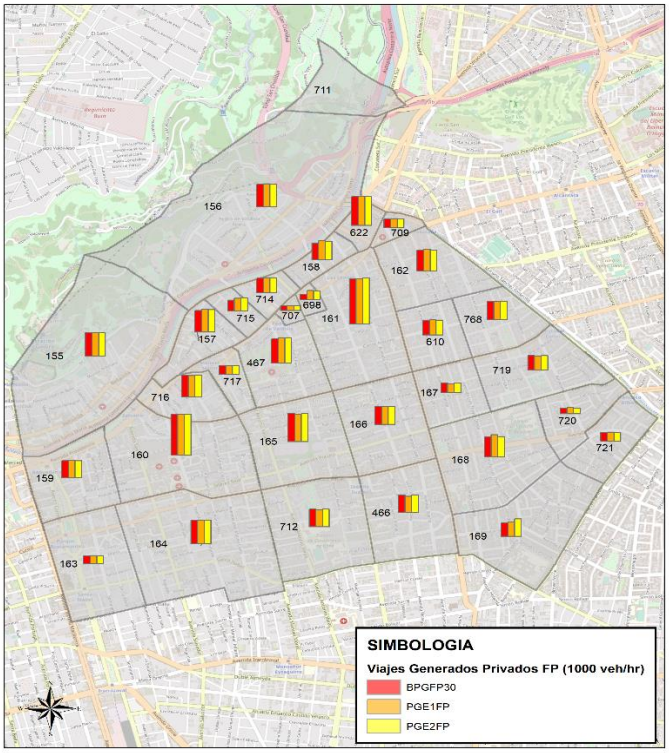
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.5-17: VIAJES ATRAIDOS EN AUTO PROVIDENCIA 2030 PUNTA MAÑANA (VEH/HR)



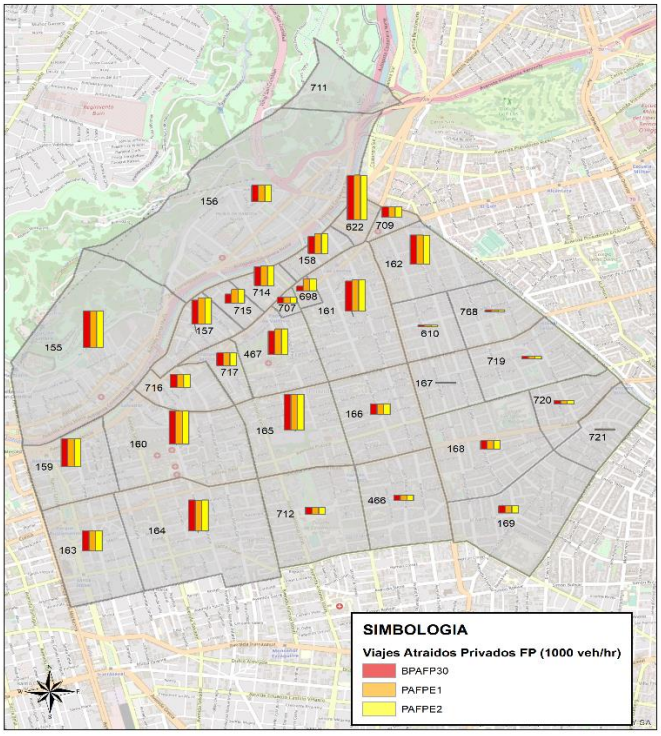
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.5-18: VIAJES GENERADOS EN AUTO PROVIDENCIA FUERA DE PUNTA (VEH/HR)



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.5-19: VIAJES ATRAIDOS EN AUTO PROVIDENCIA FUERA DE PUNTA (VEH/HR)



Fuente: Elaboración Propia

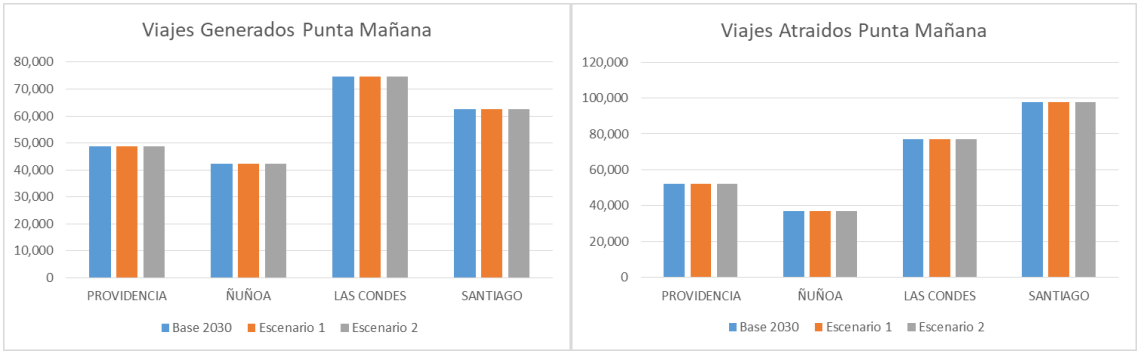
A continuación se presentan cuadros y gráficos con los totales de viajes en transporte privado generado y atraído para la comuna de providencia y para las comunas aledañas, también se presentan los totales de viajes en transporte privado generados y atraídos en cada uno de los escenarios estudiados.

CUADRO Nº4.5-16: VIAJES POR COMUNA, TRANSPORTE PRIVADO POR ESCENARIO, PUNTA MAÑANA (VEH/HR)

COMUNA	GENERADOS			ATRAIDOS		
	Base 2030	Escenario 1	Escenario 2	Base 2030	Escenario 1	Escenario 2
PROVIDENCIA	48.726	48.726	49.190	52.171	52.172	52.212
ÑUÑOA	42.322	42.322	42.323	36.825	36.825	36.846
LAS CONDES	74.637	74.637	74.640	77.068	77.068	77.134
SANTIAGO	62.565	62.565	62.569	97.884	97.883	97.952
GRAN SANTIAGO	**797.494**	**797.494**	**797.985**	**797.494**	**797.494**	**797.985**

Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.5-20: VIAJES POR COMUNA, TRANSPORTE PRIVADO POR ESCENARIO, PUNTA MAÑANA



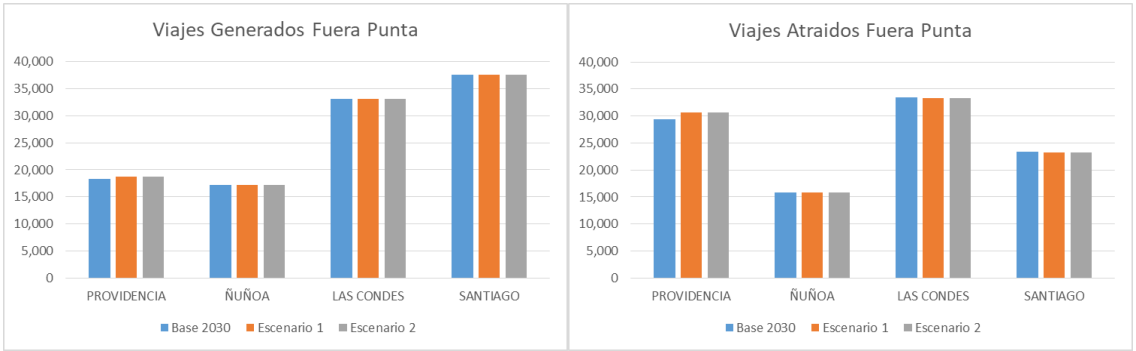
Fuente: Elaboración Propia

CUADRO Nº4.5-17: VIAJES POR COMUNA, TRANSPORTE PRIVADO POR ESCENARIO, FUERA DE PUNTA (VEH/HR)

COMUNA	GENERADOS			ATRAIDOS		
	Base 2030	Escenario 1	Escenario 2	Base 2030	Escenario 1	Escenario 2
PROVIDENCIA	18.377	18.755	18.845	29.410	30.615	30.604
ÑUÑOA	17.267	17.267	17.268	15.904	15.864	15.870
LAS CONDES	33.174	33.176	33.178	33.386	33.292	33.308
SANTIAGO	37.636	37.640	37.643	23.356	23.311	23.320
GRAN SANTIAGO	**385.026**	**385.424**	**385.538**	**385.026**	**385.424**	**385.538**

Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.5-21: VIAJES POR COMUNA, TRANSPORTE PRIVADO POR ESCENARIO, FUERA DE PUNTA



Fuente: Elaboración Propia

4.5.6 Crecimiento esperado del Modo Transporte Privado al 2030 por Escenario de Demanda

Una vez estimados los viajes para los diferentes escenarios al año 2030, estos se utilizarán para estimar los factores de crecimiento a aplicar a las matrices resultantes del proceso de calibración de las redes de modelación de la comuna, para la estimación de los viajes proyectados.

A continuación se presentan un cuadro con los factores de crecimiento porcentual por escenario, tanto para orígenes como para destinos por zona y categoría socioeconómica, del periodo 2021 al 2030, para el periodo punta mañana.

En anexo digital 17.2 se presentan el cálculo de los crecimientos porcentuales de orígenes y destinos por zona, para cada escenario modelado.

CUADRO Nº4.5-18: CRECIMIENTO PORCENTUAL DE VIAJES ORIGINADOS EN AUTO POR ESCENARIO 2030/2021, PUNTA MAÑANA

Zona	Categoría Socioeconómica								
	Cat1 (%)			Cat2 (%)			Cat3 (%)		
	Base	Esc1	Esc2	Base	Esc1	Esc2	Base	Esc1	Esc2
155	6	6	6	38	38	38	38	38	38
156	9	9	9	85	85	85	97	97	97
157	62	62	62	43	43	43	24	24	24
158	7	7	7	97	97	97	104	104	104
159	17	17	17	31	31	31	15	15	15
160	0	0	0	47	47	47	57	57	57
161	-12	-12	-12	93	93	93	-2	-2	-2
162	-1	-1	-1	124	124	124	4	4	4
163	13	13	13	43	43	43	61	61	61
164	-16	-16	-16	40	40	40	14	14	14
165	-10	-10	-10	92	92	92	1	1	1
166	55	55	55	10	10	10	13	13	13
167	-26	-26	-26	27	27	27	7	7	7
168	18	18	18	61	61	61	86	86	86
169	1	1	25	86	86	142	75	75	133
466	-18	-18	-18	76	76	76	-3	-3	-3
467	-11	-11	-11	110	110	110	-2	-2	-2
610	-8	-8	-8	55	55	55	59	59	59
622	4	5	5	69	71	71	73	75	75
698	-14	-14	-14	88	88	88	2	2	2
707	-14	-14	-14	60	60	60	10	10	10
709	-1	-1	-1	48	48	48	27	27	27
711	0	0	0	0	0	0	0	0	0
712	-11	-11	-11	93	93	93	-2	-2	-2
714	34	34	34	124	124	124	138	138	139
715	-29	-29	-29	74	74	74	3	3	3
716	-10	-10	-10	39	39	39	52	52	52
717	-11	-11	-11	104	104	104	-5	-5	-5
719	-19	-19	-19	73	73	73	1	1	1
720	3	3	3	53	53	53	63	63	63
721	-11	-11	-11	46	46	46	61	61	61
768	-16	-16	-16	31	31	31	43	43	43

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO Nº4.5-19: CRECIMIENTO PORCENTUAL DE VIAJES ATRAIDOS EN AUTO POR ESCENARIO 2021/2030, PUNTA MAÑANA

Zona	Categoría Socioeconómica								
	Cat1 ()			Cat2 ()			Cat3 ()		
	Base	Esc1	Esc2	Base	Esc1	Esc2	Base	Esc1	Esc2
155	-1	-1	-2	38	38	38	36	36	36
156	-8	-8	-8	72	72	71	74	74	74
157	93	93	92	60	60	59	52	52	52
158	-18	-18	-18	69	70	69	62	62	62
159	26	26	26	32	32	32	20	20	20
160	2	2	2	50	50	50	60	60	60
161	-20	-20	-20	87	87	86	-6	-6	-6
162	-7	-7	-8	115	115	114	1	1	1
163	14	14	14	59	59	58	68	68	68
164	-14	-14	-14	46	46	46	22	22	22
165	-8	-8	-8	97	97	97	5	5	5
166	44	44	44	14	14	13	23	22	22
167	-19	-19	-19	45	45	45	23	23	23
168	8	8	7	56	56	55	80	80	79
169	-19	-19	-12	66	66	91	50	50	78
466	-5	-5	-5	108	108	107	16	16	15
467	-20	-20	-20	102	102	102	-8	-8	-8
610	-8	-8	-8	63	63	63	67	67	66
622	-3	-1	-1	64	65	65	67	69	68
698	-29	-28	-28	62	65	64	-14	-12	-12
707	-19	-19	-19	63	63	63	7	7	6
709	8	8	8	76	76	76	44	44	44
711	0	0	0	0	0	0	0	0	0
712	-2	-2	-2	104	103	103	5	5	5
714	21	21	20	121	121	121	122	122	122
715	-37	-37	-37	57	58	57	-6	-6	-6
716	-14	-14	-14	32	32	32	45	45	45
717	-20	-20	-20	96	96	96	-12	-12	-12
719	-17	-17	-17	82	81	81	7	7	7
720	-4	-4	-5	51	51	50	60	60	60
721	-14	-14	-15	51	51	50	65	65	64
768	-20	-20	-20	32	32	31	44	44	43

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presentan un cuadro con los factores de crecimiento porcentual por escenario, tanto para orígenes como para destinos por zona y categoría socioeconómica, del periodo 2021 al 2030, para el periodo fuera de punta.

CUADRO Nº4.5-20: CRECIMIENTO PORCENTUAL DE VIAJES ORIGINADOS EN AUTO POR ESCENARIO 2030/2021, FUERA DE PUNTA

Zona	Categoría Socioeconómica								
	Cat1 (%)			Cat2 (%)			Cat3 (%)		
	Base	Esc1	Esc2	Base	Esc1	Esc2	Base	Esc1	Esc2
155	-11	-10	-11	31	32	31	28	29	28
156	6	7	6	70	71	70	85	91	86
157	27	37	34	60	71	67	46	55	52
158	-8	5	3	47	67	63	64	86	74
159	-4	-3	-4	36	38	36	24	26	24
160	-6	-6	-6	41	41	41	50	51	50
161	-14	-13	-12	63	62	65	7	7	8
162	-5	-4	-5	80	88	80	19	23	19
163	-4	-2	-4	39	40	39	41	42	41
164	-17	-17	-17	36	35	36	21	19	21
165	-11	-12	-11	64	60	64	10	6	10
166	20	21	20	25	26	25	19	20	19
167	-20	-25	-20	28	17	28	9	-2	9
168	5	6	5	61	70	61	81	98	81
169	-3	-1	17	68	76	110	69	83	123
466	-9	-13	-9	67	51	67	3	-7	3
467	-14	-8	-7	64	70	72	7	10	11
610	3	3	3	58	60	58	58	60	58
622	4	5	5	69	71	71	73	75	75
698	-21	70	69	48	143	138	6	70	67
707	-20	-20	-20	28	29	27	14	15	14
709	-13	-13	-13	33	33	33	29	29	29
711	0	0	0	0	0	0	0	0	0
712	-9	-11	-9	79	71	79	7	2	7
714	34	39	38	105	114	111	114	129	118
715	-24	3	3	41	62	67	8	25	28
716	-13	-13	-13	34	33	34	46	45	46
717	-16	-17	-16	50	48	50	9	8	9
719	-14	-15	-14	63	61	63	6	4	6
720	0	1	-1	52	58	52	59	69	59
721	-6	-5	-6	48	49	48	58	60	58
768	-13	-12	-13	33	34	33	41	44	41

Fuente: Elaboración Propia

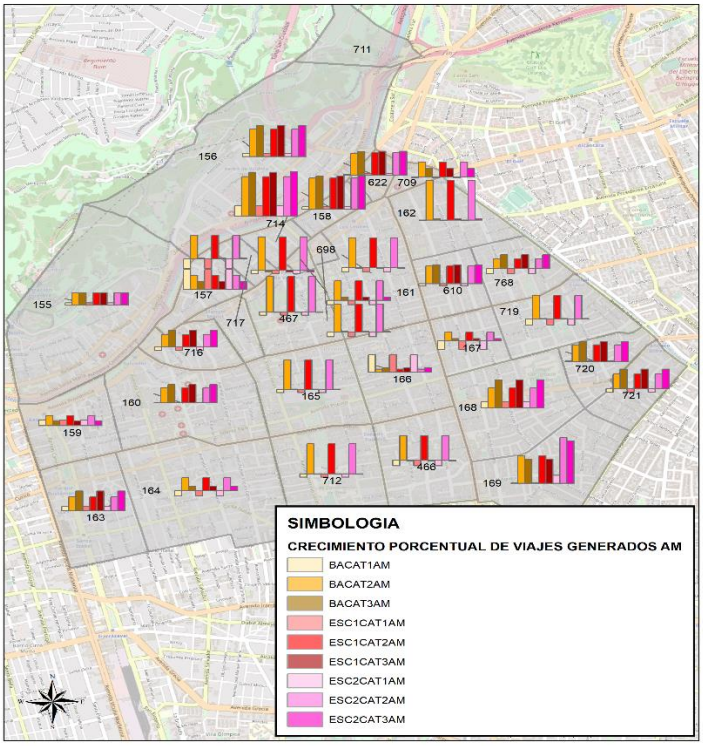
CUADRO Nº4.5-21: CRECIMIENTO PORCENTUAL DE VIAJES ATRAIDOS EN AUTO POR ESCENARIO 2030/2021, FUERA DE PUNTA

Zona	Categoría Socioeconómica								
	Cat1 ()			Cat2 ()			Cat3 ()		
	Base	Esc1	Esc2	Base	Esc1	Esc2	Base	Esc1	Esc2
155	-7	-7	-7	40	40	40	37	36	37
156	-12	-13	-12	45	43	45	59	61	59
157	31	45	45	60	76	76	52	66	66
158	-19	-7	-5	37	57	58	51	73	68
159	2	2	2	38	38	38	30	30	29
160	-9	-9	-9	35	35	35	46	46	46
161	-23	-19	-20	47	52	53	-2	1	2
162	-11	-13	-11	67	68	67	13	13	13
163	-2	-2	-2	40	40	40	44	42	43
164	-10	-9	-10	42	41	42	29	29	29
165	-4	-3	-4	72	72	72	19	17	18
166	20	19	20	18	18	18	21	21	21
167	-25	-23	-25	20	20	20	5	3	5
168	-9	-14	-9	37	35	37	58	61	58
169	-24	-26	-28	34	32	31	35	37	38
466	-13	-9	-13	58	57	58	1	-1	0
467	-20	-7	-7	57	75	75	3	14	14
610	-9	-10	-9	41	40	41	43	43	43
622	-3	-1	-1	64	65	65	67	69	68
698	-29	142	145	36	253	251	-2	151	150
707	-21	-22	-21	30	30	30	17	17	16
709	-14	-13	-14	38	38	38	34	33	33
711	0	0	0	0	0	0	0	0	0
712	-11	-10	-11	61	60	60	0	-1	0
714	24	27	29	97	102	104	104	115	109
715	-30	21	19	31	92	94	3	51	52
716	-20	-20	-20	20	20	20	34	33	33
717	-15	-14	-15	59	58	59	15	14	15
719	-26	-25	-26	40	39	39	-7	-7	-7
720	-3	-6	-3	50	49	50	58	60	58
721	-21	-22	-21	23	22	22	33	33	33
768	-24	-24	-24	13	13	13	23	23	23

Fuente: Elaboración Propia

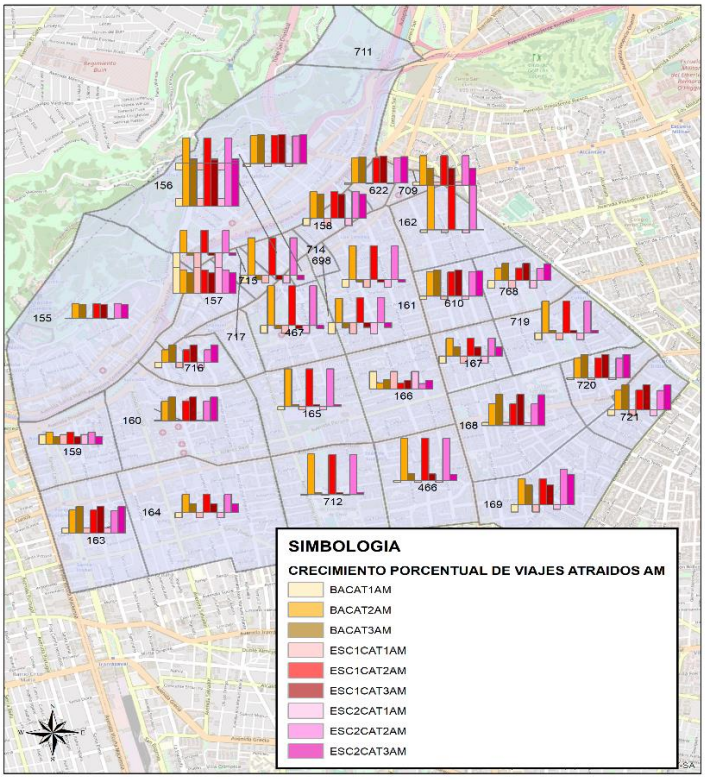
A continuación se presentan figuras con los factores de crecimiento porcentual por escenario, tanto para orígenes como para destinos por zona y categoría socioeconómica, del periodo 2021 al 2030, para los periodos punta mañana y fuera de punta.

FIGURA Nº 4.5-22: CRECIMIENTO DE VIAJES ORIGINADOS EN AUTO PUNTA MAÑANA 2021/2030 (%)



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.5-23: CRECIMIENTO DE VIAJES ATRAIDOS EN AUTO PUNTA MAÑANA 2021/2030 (%)



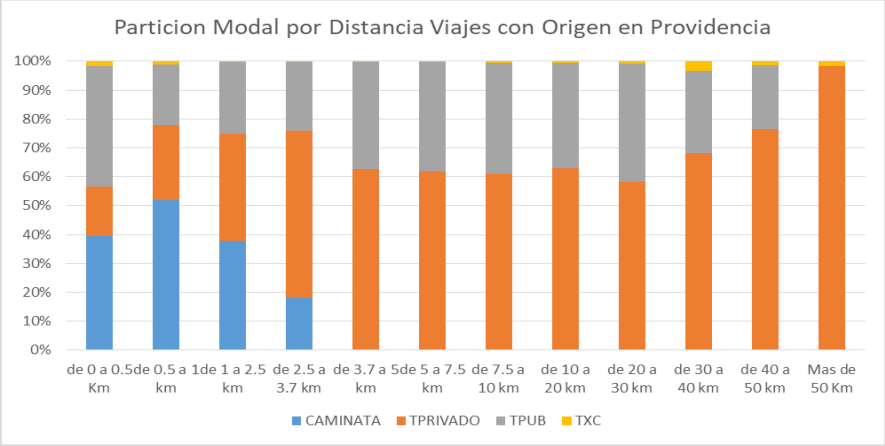
Fuente: Elaboración Propia

4.5.7 Disminución de Viajes en auto por mayores facilidades para los modos sustentables

Es conocido que los viajes en los modos caminata y bicicleta son los más demandados para distancias medias y bajas; en este sentido, es interesante analizar cómo se comporta la partición modal por distancia de viaje en la comuna de Providencia, de manera de precisar las longitudes de los viajes por modo.

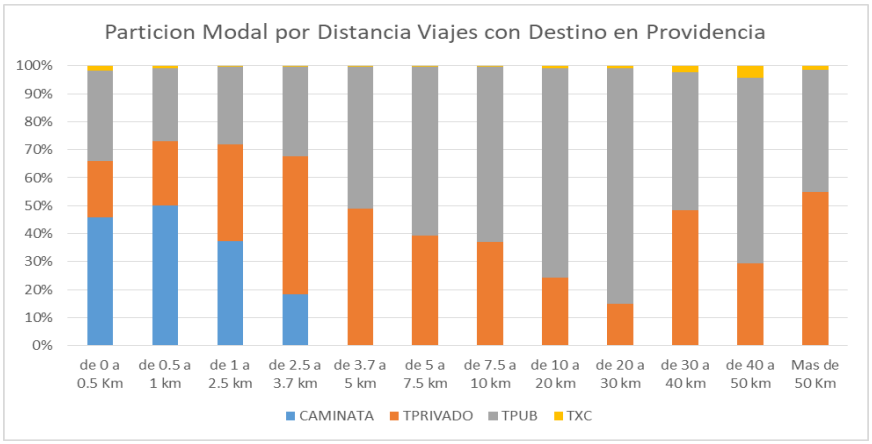
A continuación se presentan gráficos con la información recogida de la partición modal de la corrida del modelo ESTRAUS para el escenario vigente 2030.

FIGURA Nº 4.5-24: PARTICION MODAL POR DISTANCIA VIAJES CON ZONA ORIGEN EN LA COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración Propia a partir de corrida ESTRAUS Base 2030

FIGURA Nº 4.5-25: PARTICION MODAL POR DISTANCIA VIAJES CON ZONA DESTINO EN LA COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración Propia a partir de corrida ESTRAUS Base 2030

Del análisis de los gráficos anteriores, se puede apreciar que para los viajes originados en Providencia de más de 3 km pero menos de 7 km, el 60% de estos se realizan en transporte privado. Para los viajes con destino en Providencia es un poco menor, pero sigue siendo alto.

Entre los modos con mayor potencial para traspasar usuarios al modo bicicleta está el transporte privado y el transporte público, dada las encuestas de usuarios de bicicletas realizadas en el presente estudio.

Dado esto, el cuadro siguiente presenta un histograma de la distancia de viaje de los viajes en transporte privado, que es el modo que se cuenta para modelar con la red calibrada del año 2021.

Del análisis del cuadro, se puede apreciar que más del 70% de los viajes en transporte privado tanto con origen o destino en Providencia son viajes de menos de 10 Kilómetros.

Una parte importante de estos viajes de usuarios de transporte privado (auto chofer) podrían ser traspasados a los modos bicicletas y caminata si la infraestructura para estos modos sustentables es mejorada y la capacidad vial de las vías para modos vehiculares privados restringida.

Esto debiera suceder en particular en aquellos ejes de la comuna, que según los planes definidos para analizar contengan proyectos de ciclovías y veredas mejoradas en términos de seguridad peatonal y de continuidad entre calles por medidas de accesibilidad universal.

CUADRO Nº4.5-22: HISTOGRAMA DISTANCIA DE VIAJE EN TRANPORTE PRIVADO CON ORIGEN Y DESTINO EN PROVIDENCIA

DISTANCIA (km)	VIAJES CON ORIGEN EN PROVIDENCIA			VIAJES CON DESTINO EN PROVIDENCIA		
	(Viajes/hr)	(%)	(%) Acumulado	(Viajes/hr)	(%)	(%) Acumulado
0,5	189	0,3	0,3	189	0,4	0,3
1,0	1.035	1,9	2,2	892	1,7	2,0
2,5	6.585	12,0	14,3	7.339	14,0	15,4
3,7	7.250	13,2	27,5	8.247	15,8	30,4
5,0	6.338	11,6	39,1	6.559	12,5	42,4
7,5	10.272	18,8	57,8	9.549	18,3	59,8
10	6.940	12,7	70,5	6.604	12,6	71,9
20	13.142	24,0	94,5	9.500	18,2	89,2
30	2.332	4,3	98,7	1.664	3,2	92,3
40	189	0,3	99,1	973	1,9	94,1
50	117	0,2	99,3	231	0,4	94,5
Mayor a 50	380	0,7	100,0	546	1,0	95,5
Total	**54.768**	**100,0**		**52.292**	**100,0**	

Fuente: Elaboración Propia a partir de corrida ESTRAUS Base 2030

Para abordar el efecto de estos modos sustentables mejorados en los viajes de modo transporte privado, se corrige la matriz de viajes de automóvil según la distancia de viaje recorrida, considerando lo siguiente:

- Disminución en un 10% los viajes de transporte privado, para todos los pares origen-destino de la matriz con una distancia inferior a 7 km y cuya zona origen se ubique en Providencia y la zona destino en otra comuna.

- Disminución en un 2% los viajes de transporte privado, para todos los pares origen-destino de la matriz con una distancia superiores a 7 km y cuya zona destino se ubique en Providencia y la zona origen en otra comuna.

- Disminución en un 2% los viajes de transporte privado, para todos los pares origen-destino de la matriz zonas origen y destino se ubiquen fuera en Providencia.

4.6 Tarea 20. Estimación de Matrices de Viajes según Escenarios

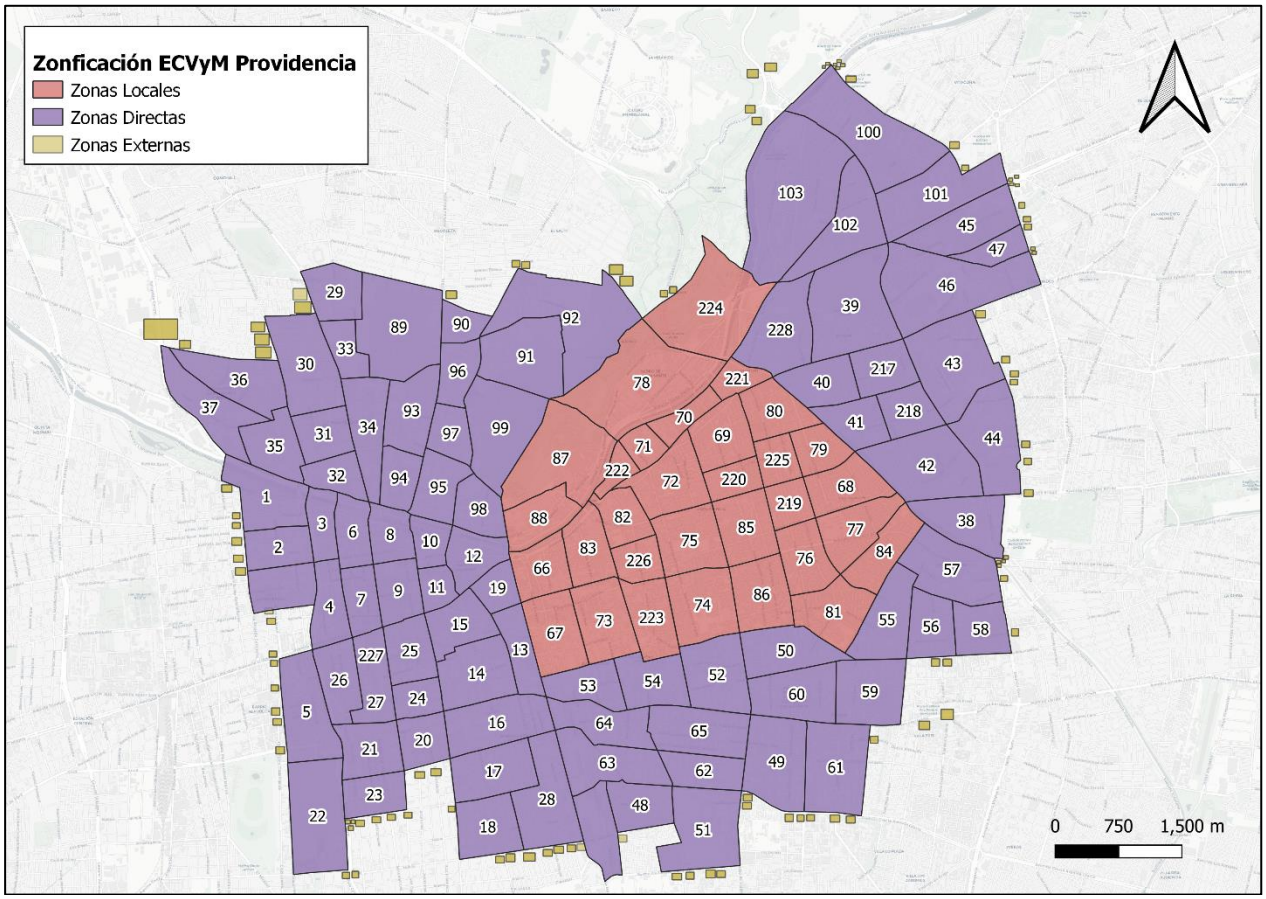
La presente tarea desarrolla la proyección de matrices de viaje de transporte privado requeridas por la red táctica de modelación. Esto fue realizado para cada categoría de usuario, período y corte temporal utilizando como base los Escenarios de Demanda, cuyo detalle se describe en la Tarea 17 de este informe.

4.6.1 Metodología

Es importante señalar que la zonificación de la red táctica utilizada difiere en parte respecto de la utilizada a nivel metropolitano por ESTRAUS, dadas sus características particulares. A saber, se distinguen tres clases de zonas:

- **Interna/Local:** Corresponde a zonas internas, es decir, cuya oferta vial fue modelada y además pertenecen a la comuna de Providencia.
- **Interna/Directa:** Zonas internas no pertenecientes a la comuna de Providencia.
- **Externas:** Corresponde a zonas cuyo origen/destino se encuentra fuera de la red de modelación y por ende se encuentra conectadas de forma exclusiva a vialidad en el límite de la red de modelación.

FIGURA Nº 4.6-1: ZONIFICACIÓN TÁCTICA SEGÚN CARACTERÍSTICAS DE OFERTA VIAL



Fuente: Elaboración propia.

Para determinar el volumen de viajes a proyectar se estiman vectores de generación-atracción, que indican el volumen de viajes que inician y finalizan en una zona determinada. Esta proyección es directa de los Escenarios de Demanda (Tarea 17) en el caso de la comuna de Providencia y sus cercanías. No obstante, dado que la red táctica comprende un área menor que su contraparte estratégica, se debe realizar una estimación sobre los viajes que entran y salen de dicha área, buscando un enfoque alternativo.

Los viajes externos fueron estimados utilizando el Escenario Sectra al año 2030, mediante el análisis de las vías a acceso y egreso de la red. Este análisis es válido para cada Escenario de Demanda puesto que toda la vialidad analizada se encuentra fuera de la comuna de Providencia.

El detalle de cálculo utilizado para determinar los vectores de generación y atracción se entregan en el anexo digital 17 de este informe.

Concluido lo anterior, se debe determinar la distribución de los viajes en la matriz, es decir que se cuantifica la cantidad de viajes que tendrá cada par origen-destino presente en la red. Para llevar esto a cabo se utilizará un modelo de distribución del tipo *Biproporcional*,[39] que utiliza factores de balance para ajustar vectores de generación y atracción utilizando una matriz a priori previamente calibrada. Las matrices de calibración de la Situación Actual de 2021 son utilizadas para este efecto.

4.6.2 Obtención de Matrices de Autos por Escenario y Periodo

A partir de la metodología anterior, se obtuvieron las matrices para cada Escenario de Demanda propuesto, cuyo resumen se presenta en los siguientes cuadros. El volumen de la matriz de viajes aumentó un 28% respecto de la situación calibrada en 2021 para los Escenarios Base y Conservador.

[39]Juan de Dios Ortuzar, J., & Willumsen, L. G. (2011). Modelling Transport. John Wiley & Sons.

CUADRO Nº 4.6-1: TOTAL DE VIAJES PUNTA MAÑANA POR ESCENARIO DE DEMANDA

SITUACIÓN ACTUAL 2021

Tipo Zona	Local	Directa	Externa	Total
Local	9.521	12.853	861	**23.235**
Directa	11.847	30.367	1.234	**43.448**
Externa	7.387	14.784	49.062	**71.233**
Total	**28.756**	**58.003**	**51.157**	**137.916**

ESCENARIO 1 BASE 2021

Tipo Zona	Local	Directa	Externa	Total
Local	14.647	19.676	692	**35.015**
Directa	16.104	40.642	886	**57.631**
Externa	12.138	27.923	44.212	**84.272**
Total	**42.888**	**88.240**	**45.790**	**176.919**

ESCENARIO 2 CONSERVADOR 2030

Tipo Zona	Local	Directa	Externa	Total
Local	14.648	19.675	692	**35.015**
Directa	16.107	40.638	886	**57.631**
Externa	12.140	27.923	44.210	**84.272**
Total	**42.894**	**88.236**	**45.788**	**176.919**

ESCENARIO 3 OPTIMISTA 2030

Tipo Zona	Local	Directa	Externa	Total
Local	14.766	19.826	696	**35.288**
Directa	16.058	40.685	888	**57.631**
Externa	12.082	27.910	44.280	**84.272**
Total	**42.906**	**88.421**	**45.864**	**177.191**

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO Nº 4.6-2: TOTAL DE VIAJES PUNTA MEDIODÍA POR ESCENARIO DE DEMANDA

SITUACIÓN ACTUAL 2021

Tipo Zona	Local	Directa	Externa	Total
Local	10.210	9.970	4.383	**24.564**
Directa	10.293	23.504	8.901	**42.699**
Externa	6.293	13.110	44.482	**63.885**
Total	**26.796**	**46.585**	**57.767**	**131.148**

ESCENARIO 1 BASE 2021

Tipo Zona	Local	Directa	Externa	Total
Local	17.563	10.689	5.064	**33.317**
Directa	16.731	25.156	9.028	**50.915**
Externa	11.457	15.423	55.255	**82.135**
Total	**45.751**	**51.268**	**69.347**	**166.367**

ESCENARIO 2 CONSERVADOR 2030

Tipo Zona	Local	Directa	Externa	Total
Local	18.566	10.880	5.180	**34.626**
Directa	17.190	24.810	8.909	**50.908**
Externa	11.853	15.290	54.992	**82.135**
Total	**47.608**	**50.980**	**69.081**	**167.669**

ESCENARIO 3 OPTIMISTA 2030

Tipo Zona	Local	Directa	Externa	Total
Local	18.665	10.884	5.177	**34.726**
Directa	17.166	24.828	8.917	**50.911**
Externa	11.833	15.296	55.006	**82.135**
Total	**47.664**	**51.007**	**69.100**	**167.771**

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO Nº 4.6-3: TOTAL DE VIAJES PUNTA TARDE POR ESCENARIO DE DEMANDA

SITUACIÓN ACTUAL 2021

Tipo Zona	Local	Directa	Externa	Total
Local	12.004	10.587	12.472	**35.063**
Directa	10.496	21.344	21.111	**52.951**
Externa	3.123	2.380	46.587	**52.090**
Total	**25.623**	**34.311**	**80.170**	**140.104**

ESCENARIO 1 BASE 2021

Tipo Zona	Local	Directa	Externa	Total
Local	20.909	12.815	16.417	**50.141**
Directa	18.703	22.134	24.504	**65.342**
Externa	5.727	3.045	54.313	**63.085**
Total	**45.340**	**37.994**	**95.234**	**178.568**

ESCENARIO 2 CONSERVADOR 2030

Tipo Zona	Local	Directa	Externa	Total
Local	21.472	12.925	16.565	**50.963**
Directa	19.124	21.947	24.268	**65.339**
Externa	5.784	3.040	54.262	**63.085**
Total	**46.380**	**37.912**	**95.095**	**179.387**

ESCENARIO 3 OPTIMISTA 2030

Tipo Zona	Local	Directa	Externa	Total
Local	21.600	12.923	16.588	**51.111**
Directa	19.081	21.977	24.282	**65.340**
Externa	5.760	3.043	54.283	**63.085**
Total	**46.441**	**37.943**	**95.152**	**179.536**

Fuente: Elaboración Propia

4.7 Tarea 21. Codificación Redes Viales de Modelación según Escenarios

Para el análisis de los Escenarios de Oferta (Planes de Proyectos) presentados en la Tarea 17, es necesario ajustar la red táctica de modelación presentada y ajustada durante la etapa de calibración. Este proceso se realiza de forma secuencial y se describe detalladamente en los siguientes apartados.

4.7.1 Definición de la Situación Base

En esta tarea, se realiza la actualización de la red vial modelada en la etapa de calibración, incorporando proyectos que debieran encontrarse operativos para el año de corte propuesto, que corresponde a 2030. Este ajuste debe ser exhaustivo en todos los proyectos de la Región que afecten de forma directa o indirecta la demanda de transporte en la comuna incluyendo aquellos proyectos que, aun no emplazándose en Providencia, le afecten de forma indirecta.

En primer lugar se analizó la cartera de proyectos públicos a desarrollar antes del año 2030, incluyendo proyectos de Concesiones, DTPM, Vialidad, Serviu y Metro de Santiago, entre otros. El listado contempla 53 proyectos a desarrollar en Santiago y se adjunta como Anexo de esta tarea.

CUADRO Nº4.7-1: PROYECTOS PÚBLICOS SITUACIÓN BASE 2030

ID	Mandante	Nombre Proyecto	Tramo	Descripción	Longitud (km)	Año de Operación
2	DGC	Américo Vespucio Oriente (AVO I)	Príncipe de Gales – Ciudad Empresarial	Tramo faltante de Vespucio en estándar de vía concesionada, que implica la construcción de una autopista mayoritariamente subterránea de 3 pistas por sentido con una velocidad de diseño de 100 km/hr. Calzadas de superficie 3 pistas/sentido con pista solo bus.	9	2022
3	DGC	Américo Vespucio Oriente (AVO II)	Grecia – Príncipe de Gales		4	2026
11	DGC	Teleférico Bicentenario	Tobalaba – Ciudad Empresarial	Teleférico Monocable.	5	2023
18	DTPM	Eje Providencia	Vicuña Mackenna – Tobalaba	Conservación de pavimentos y paraderos inteligentes.	4	2025
45	Metro	Línea 7 por eje Vitacura – Mapocho.	Vitacura – Renca	Eje Tabancura - Kennedy - Cerro Colorado - Kennedy - Alonso de Córdova - Vitacura - Providencia - Parque Forestal - Mapocho - Petersen - Vicuña Mackenna (hasta José Miguel Infante)	26	2030
46	Metro	Línea 8 a través de eje La Florida	Puente Alto – Providencia	Eje Camilo Henríquez - La Florida - Macul - Los Leones	18,8	2030

Fuente: Elaboración Propia a partir de cartera de proyectos públicos 2030.

De los 53 proyectos, son solo seis afectan a la comuna de Providencia y sus alrededores en términos de oferta de transporte. Estos corresponden a dos autopistas concesionadas, dos nuevas líneas de Metro, el proyecto Teleférico Bicentenario y el mejoramiento del corredor de Providencia. Los primeros dos son acogidos a nivel de oferta de la red y por ende son codificados. Los siguientes cuatro proyectos, no afectan la oferta de transporte privado, más si la demanda de este, por lo que se incorporan indirectamente producto de trabajar con Escenarios de Demanda de Sectra.

Además de los proyectos a nivel metropolitano, se incorporan a la red aquellos definidos en conjunto con la Municipalidad de Providencia y que fueron presentados detalladamente en la Tarea 17. Se presenta junto al listado de proyectos, su impacto en la red de modelación estudiada.

CUADRO Nº4.7-2: PROYECTOS MUNICIPALES SITUACIÓN BASE 2030 Y SU IMPACTO EN LA OFERTA DE TRANSPORTE PRIVADO

ID CIS	ID Muni	Plan Municipal	Tipo Proyecto	Ubicación	Impacto en la oferta de transporte privado
1	391	Caminabilidad	Paseo Peatonal	Las Bellotas entre Coyancura y Nueva Providencia	Nulo, vías no incorporadas en red
2	82			Granaderos entre M. Montt y Barros Borgoño	
3	342	Gestión Vial	Semaforización	Suecia con Bustos	Nuevos semáforos en los cruces respectivos
4	344			Seminario con María Luisa Santander	
5	345			Tobalaba con Carmen Sylva	
6	346			El Bosque con Diego de Almagro	
7	348			Carmen Sylva con Hernando De Aguirre	
8	349			Carmen Sylva con Luis Thayer Ojeda	
9	405			Antonio Varas con Dr. Solís de Ovando	
10	410			Providencia con Padre Mariano	
11	S/N			Sta. María con Los Piñones	
12	S/N			Dávalos con Bellavista	
13	164			Providencia con Almirante Pastene	
14	S/N	Ciclo inclusión	Ciclovía	Carlos Antúnez desde Andrés Bello a Tobalaba	Reducción de capacidad en todo el eje. Ajuste de semáforos donde corresponda
15	S/N			Ciclovía J.M. Infante	Rectificación del eje José Manuel Infante a dos pistas. Se eliminan terceras pistas donde actualmente existen
16	S/N			Puyehue - Marín	Ajuste de capacidad en intersecciones afectadas
17	S/N			Antonio Varas	
18	S/N		Ciclopaseo	Tobalaba desde Lota a Vitacura	

Fuente: Elaboración Propia en base a información de la DAU de Providencia.

De acuerdo con lo anterior, los principales cambios a nivel de red consisten en la incorporación de nuevos semáforos y el ajuste de aquellos existentes donde se introduzcan cambios. El cambio más relevante a ese respecto corresponde al eje Carlos Antúnez, cuya capacidad se ve reducida en una pista de circulación.

4.7.2 Definición del Plan de Proyectos 1

Como escenario de contraste, se codificó el Plan de Proyectos denominado Conservador que fue acordado en conjunto con la Municipalidad de Providencia. La forma en que fue abordado cada proyecto para efectos de la modelación táctica se resume en el siguiente cuadro.

CUADRO Nº4.7-3: PROYECTOS MUNICIPALES DEL PLAN 1 CONSERVADOR E IMPACTO EN OFERTA DE TRANSPORTE PRIVADO

ID CIS	ID Muni	Plan Municipal	Tipo Proyecto	Ubicación	Impacto en la oferta de transporte privado
1	391	Caminabilidad	Paseo Peatonal	Las Bellotas entre Coyancura y Nueva Providencia	Nulo, vías no incorporadas en red
2	82			Granaderos entre M. Montt y Barros Borgoño	
3	342	Gestión Vial	Semaforización	Suecia con Bustos	Nuevos semáforos en los cruces respectivos
4	344			Seminario con Maria Luisa Santander	
5	345			Tobalaba con Carmen Sylva	
6	346			El Bosque con Diego de Almagro	
7	348			Carmen Sylva con Hernando De Aguirre	
8	349			Carmen Sylva con Luis Thayer Ojeda	
9	405			Antonio Varas con Dr. Solis de Ovando	
10	410			Providencia con Padre Mariano	
11				Sta. María con Los Piñones	
12				Dávalos con Bellavista	
13	164			Providencia con Almirante Pastene	
14		Ciclo inclusión	Ciclovía	Carlos Antúnez desde Andrés Bello a Tobalaba	Reducción de capacidad en todo el eje. Ajuste de semáforos donde corresponda
15				Ciclovía J.M. Infante	Rectificación del eje José Miguel Infante a dos pistas. Se eliminan terceras pistas donde actualmente existen
16				Puyehue - Marín	Ajuste de capacidad en intersecciones afectadas
17				Antonio Varas	
18			Ciclopaseo	Tobalaba desde Lota a Vitacura	
19		Gestión Vial	Gestión Vial	Pedro de Valdivia desde Providencia a Diagonal Oriente	Prohibición de virajes a la izquierda en cruces no regulados. Ajuste de semáforo en intersecciones.
20		Caminabilidad	Semaforización	Antonio Bellet con Providencia	Se cambia la regulación de estos cruces por semáforos, se reduce la capacidad de viraje en los existentes.
21				General Del Canto con Avenida Nueva Providencia	
22				Santa Beatriz con Providencia	
23				Antonio Varas con Providencia	
24				Antonio Varas con Avenida Nueva Providencia	
25				Alcalde Rafael Vives con Avenida Nueva Providencia	
26				Providencia entre Marchant Pereira y La Concepción	
27				Providencia con Miguel Claro	
28				Marchant Pereira con Avenida Nueva Providencia	
29		Caminabilidad	Semaforización	Santa Isabel con José Manuel Infante	Se cambia la regulación de estos cruces por semáforos, se reduce la capacidad de viraje en los existentes.
30				Almirante Pastene con Providencia	
31				Holanda con Bustos	
32				Bustos con Luis Thayer Ojeda	
33				Providencia con Padre Mariano	
34				Seminario con Rodolfo Vergara Antúnez	

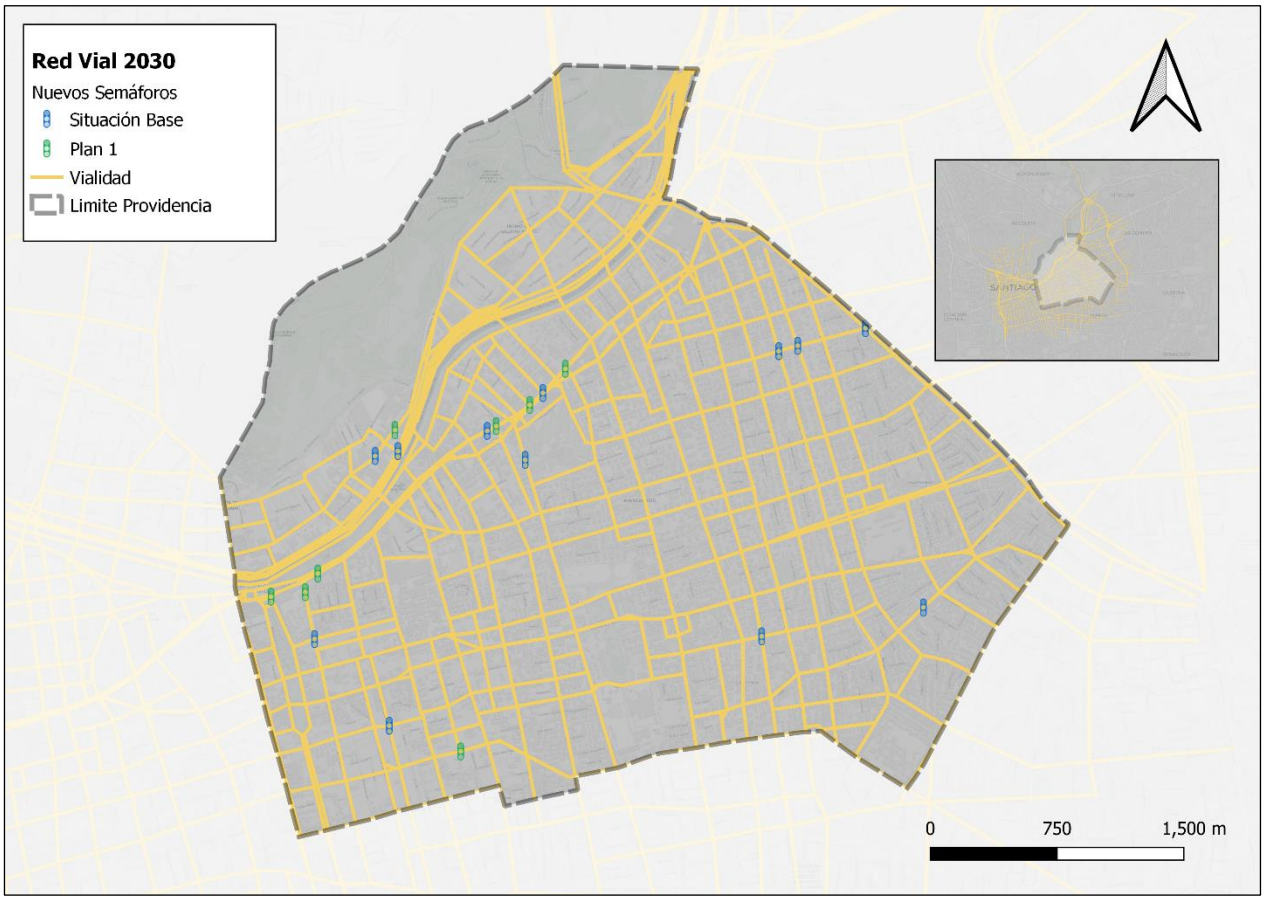
ID CIS	ID Muni	Plan Municipal	Tipo Proyecto	Ubicación	Impacto en la oferta de transporte privado
35				Providencia con Obispo Pérez de Espinoza	
36				Providencia con General Bustamante	
37				Santa Isabel con Julio Prado	
38				Fco. Puelma con Bellavista	
39			Gestión Vial	Fin Reversibilidad de Andrés Bello	Se normaliza la oferta de transporte de Andrés Bello para los tres períodos de análisis.
40		Cicloinclusión	Ciclovía	Ciclovía Hernando de Aguirre entre Pocuro y Eliecer Parada	Rectificación del eje a dos pistas de circulación. Eliminación de terceras pistas donde actualmente existan.
41			Ciclovías	Luis Thayer Ojeda entre Pocuro Y Diego De Almagro	
42				Renato Zanelli entre Diego De Almagro Y Echeñique	
43				Chile-España entre Echeñique y Jaime Guzmán Errazuriz	

Fuente: Elaboración Propia en base a información de Municipalidad de Providencia

4.7.3 Red de Modelación Final

Con las definiciones anteriores se procede a codificar las redes de cada Escenario de Oferta propuesto. Las redes de modelación mantienen su oferta vial bruta en cada plan, variando en elementos operativos como regulación de cruces y ajustes de velocidad. La siguiente figura muestra la red final utilizada.

FIGURA Nº 4.7-1: RED DE MODELACIÓN TÁCTICA – AÑO 2030



Fuente: Elaboración Propia

Se observa que los principales cambios en la comuna consisten en la incorporación de nuevos semáforos y ciclovias al año 2030, según los Planes definidos por la municipalidad.

En el caso del área externa a Providencia, se incorpora el efecto de las nuevas Autopistas en Américo Vespucio Oriente.

4.8 Tarea 22. Modelación Escenario 1 Base y Escenario 2 Conservador

En esta tarea se obtienen los indicadores de tránsito al asignar las matrices de viaje asociadas a cada Plan y Escenario proyectadas de la tarea anterior. Los resultados de esta asignación son entregados en formato SIG en el Anexo Digital 18, además de las redes de modelación en formato SATURN.

A continuación se presentan los resultados de asignación obtenidos al interior de la comuna de Providencia par los distintos escenarios, reportándose el Flujo Total en vehículos/hora y Grado de Saturación, flujo sobre la capacidad teórica de la vía que se mide como porcentaje, para cada período de modelación.

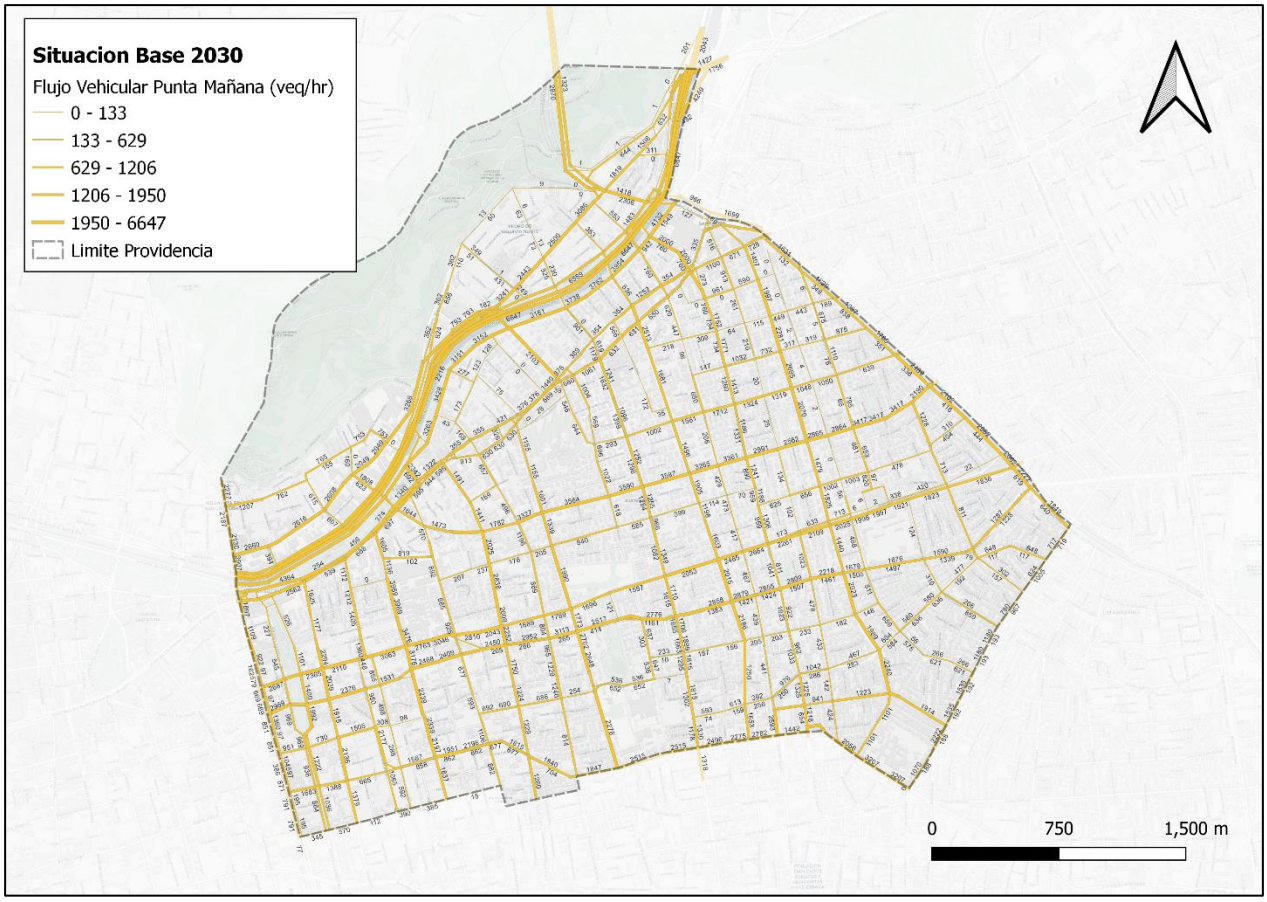
4.8.1 Situación Base 2030

4.8.1.1 Punta Mañana

Vista General

La figura siguiente presenta el flujo vehicular en punta mañana para la Situación Base del año 2030. Adicionalmente se presentan figuras en detalle de diversos sectores de la comuna para una mejor comprensión de los resultados.

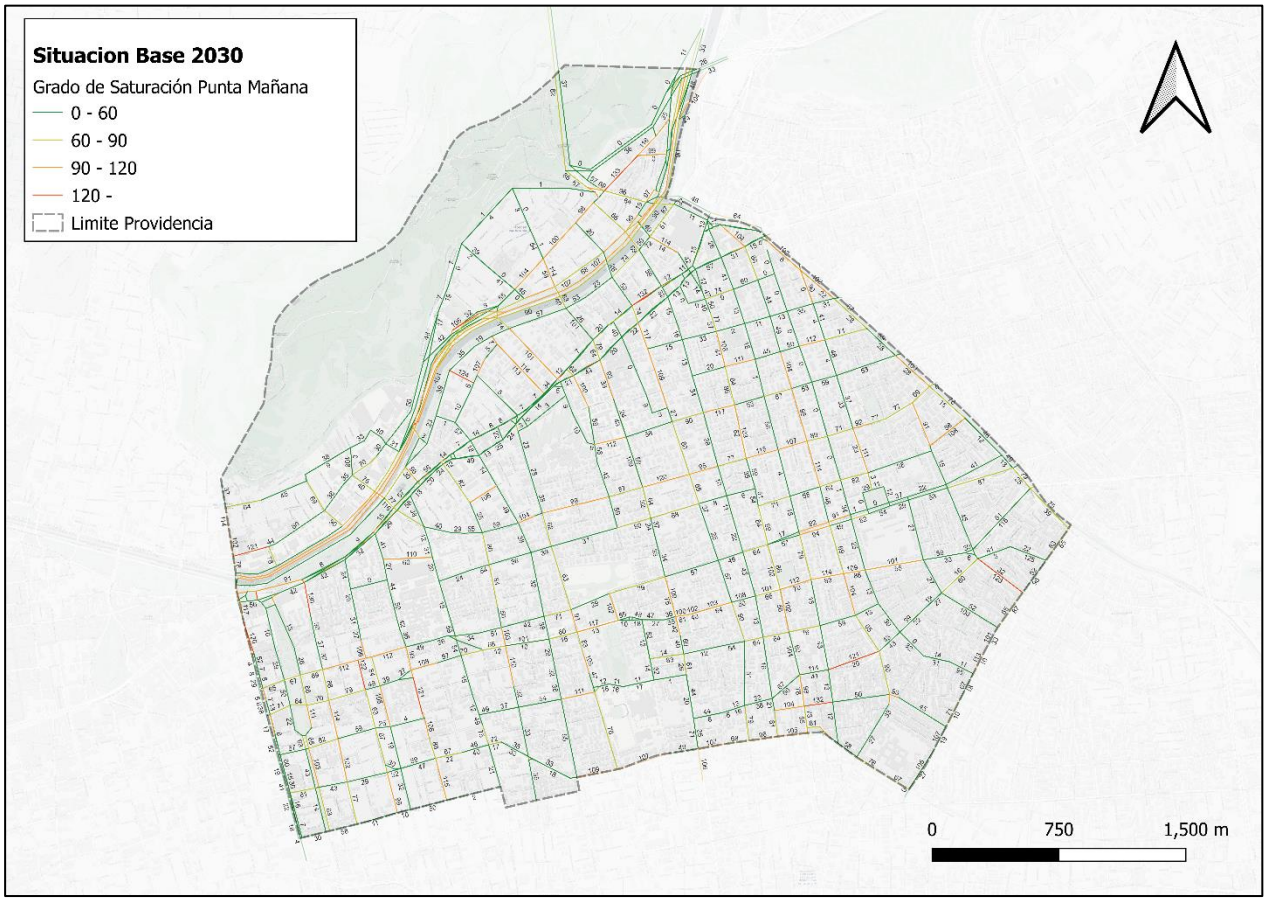
FIGURA Nº 4.8-1: FLUJO TOTAL DE LA RED – SITUACIÓN BASE 2030 PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración Propia

La red destaca por unos flujos muy altos, superiores a 3000 (veq/hr) en vías como Eliodoro Yáñez, Rancagua y Andrés Bello. Además de flujos superiores a 1000 (veq/hr) en casi la totalidad de vías principales. Esto se ve reflejado en la saturación de la red como muestra la siguiente figura.

FIGURA Nº 4.8-2: GRADO DE SATURACIÓN DE LA RED – SITUACIÓN BASE 2030 PUNTA MAÑANA



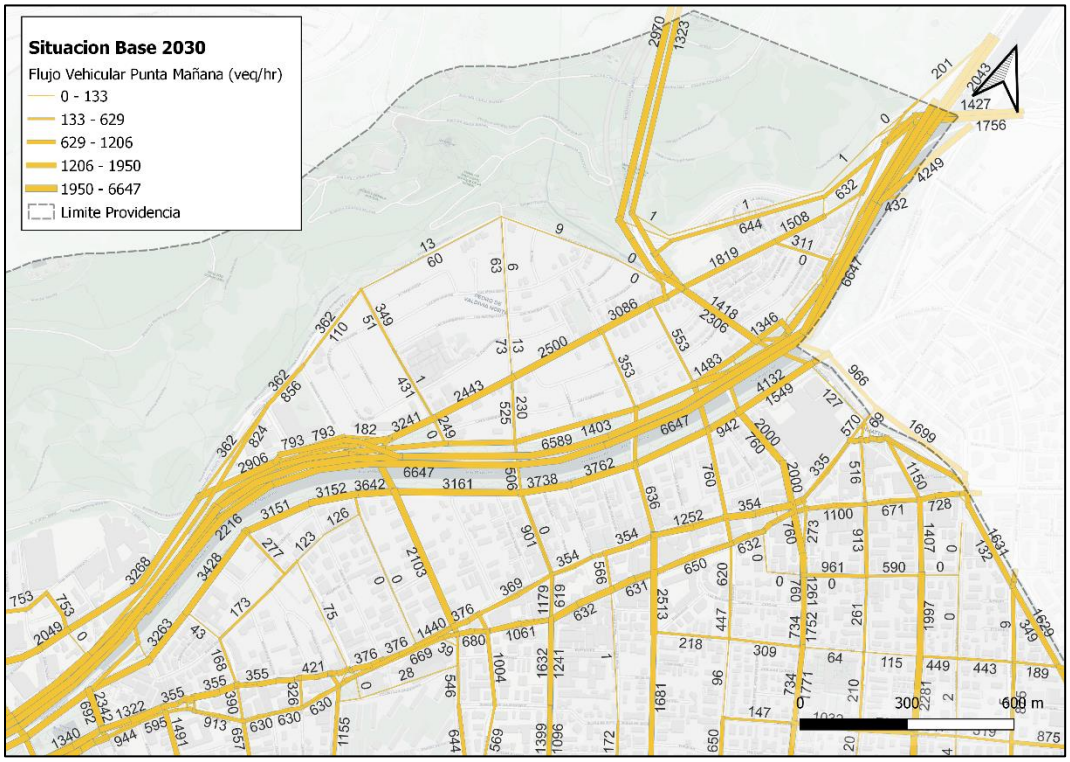
Fuente: Elaboración Propia

De la figura anterior se observa que hay niveles de saturación importantes, marcados por los arcos de color rojo y anaranjado. Otra sección considerable de la red opera en niveles aceptables (verde claro) y buenos (verde), aunque debe tenerse en cuenta que estos se verán afectados por el efecto de red de los cruces más conflictivos.

Sector Nororiente: Pedro de Valdivia Norte - Andrés Bello – Av. Providencia

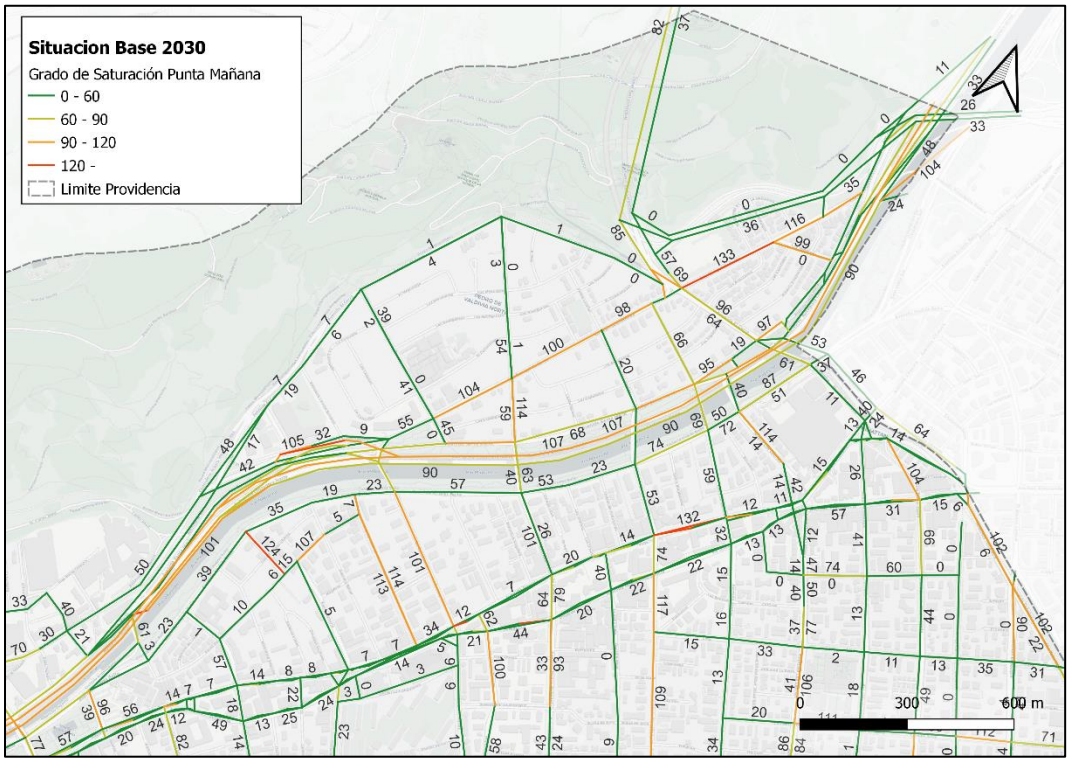
Se presentan figuras de flujo vehicular y grado de saturación para la zona nororiente de la comuna, buscando observar el detalle respecto de su operación particular.

FIGURA Nº 4.8-3: FLUJO TOTAL SECTOR NORORIENTE – SITUACIÓN BASE 2030 PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.8-4: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR NORORIENTE– SITUACIÓN BASE 2030 PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración Propia

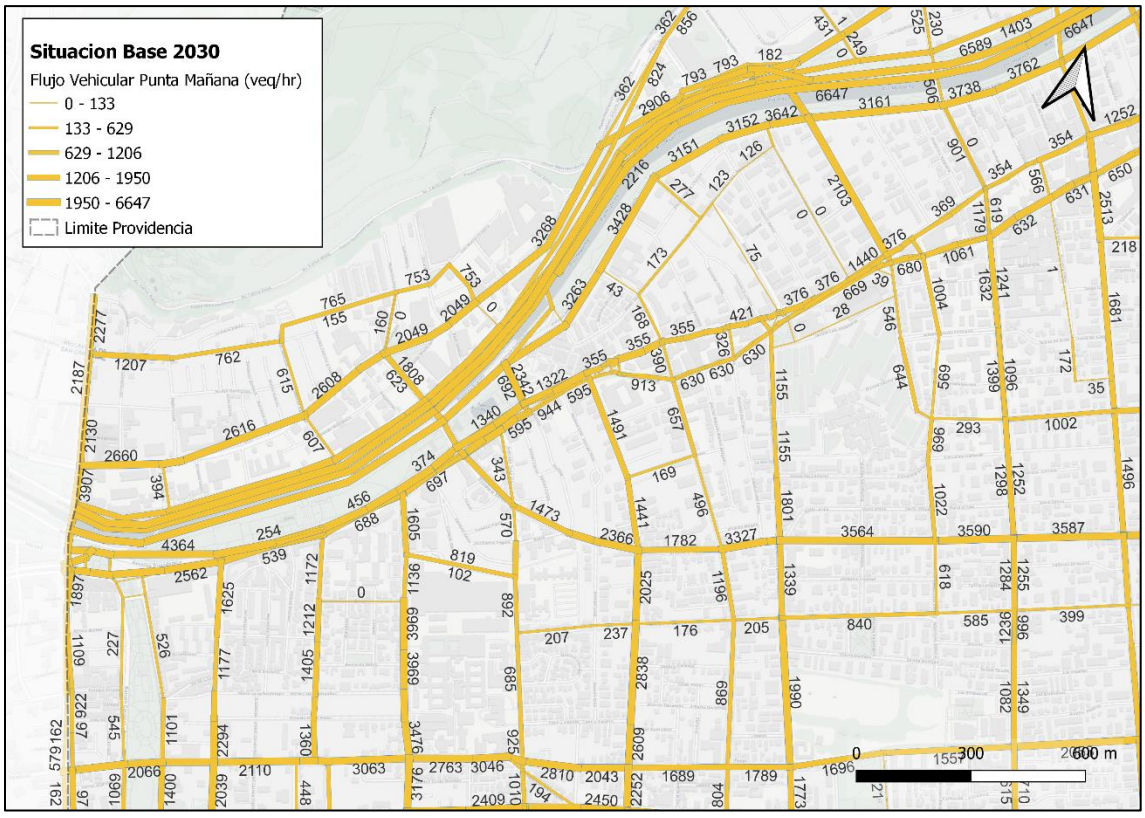
Se observa que el eje más conflictivo del sector corresponde a Los Conquistadores, con flujos vehiculares del orden de 3000 (veq/hr) e indicadores de saturación que superan el 120%, siendo incapaz de suplir la demanda bajo un escenario tendencial de demanda.

Otros conflictos locales se observan en Nueva de Lyon con Andrés Bello en su acceso sur, Providencia con Suecia en el acceso oriente y General Calderón con Andrés Bello en el acceso sur.

Sector Norponiente: Bellavista – Parque Bustamante

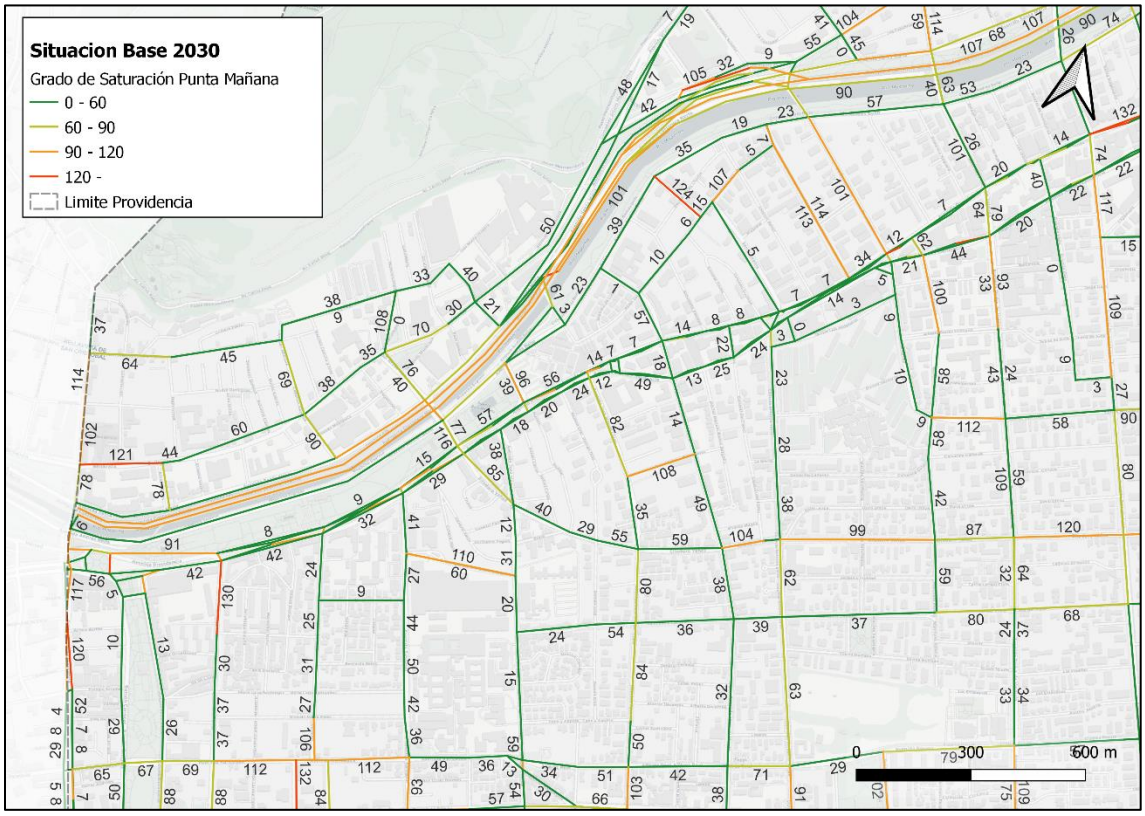
Se presentan figuras de flujo vehicular y grado de saturación para la zona norponiente, correspondiente a los sectores de Barrio Bellavista, Plaza Baquedano y Parque Bustamante, buscando observar el detalle de su operación particular.

FIGURA Nº 4.8-5: FLUJO TOTAL SECTOR NORPONIENTE – SITUACIÓN BASE 2030 PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.8-6: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR NORPONIENTE– SITUACIÓN BASE 2030 PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración Propia

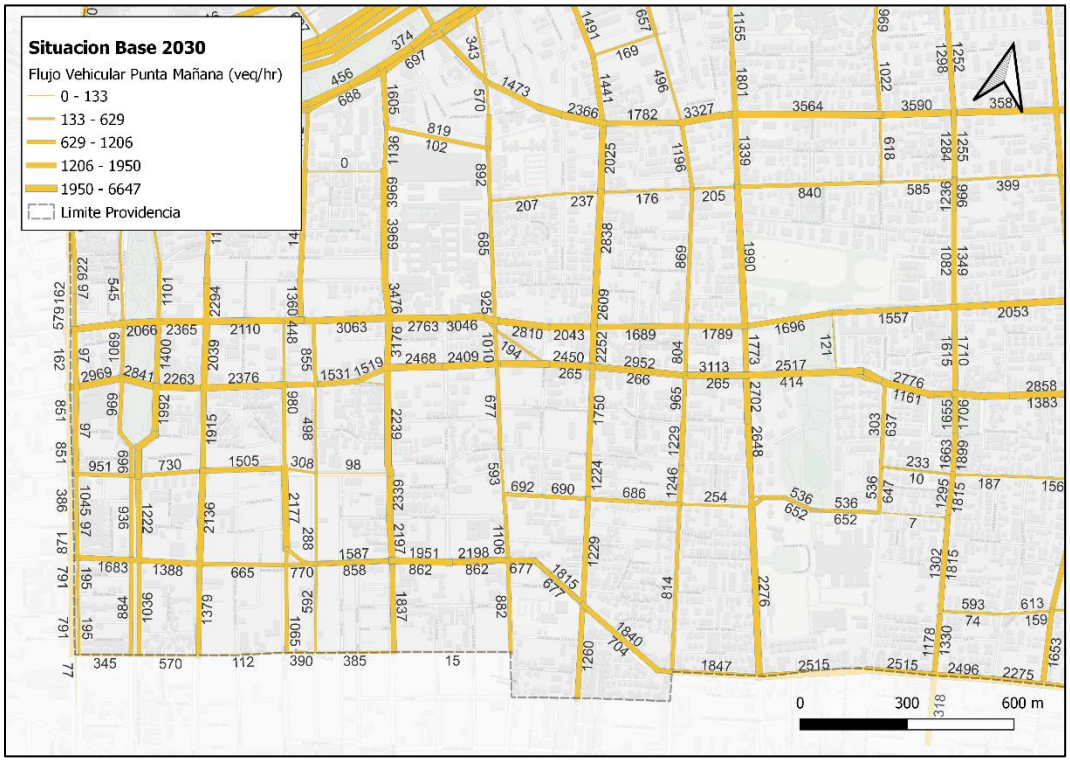
Los mayores conflictos de este sector se observan en el límite con la comuna de Santiago, en particular los cruces de Pio Nono con Bellavista, Seminario con Providencia, Vicuña Mackenna con Providencia y el cruce de Rancagua con el par formado por Condell e Italia.

Del mismo modo se observa que los sectores con mayor flujo se mantienen: Bellavista, Andrés Bello, Providencia y Rancagua, además de la autopista Costanera Norte.

Sector Surponiente: Barrio Italia – Santa Isabel

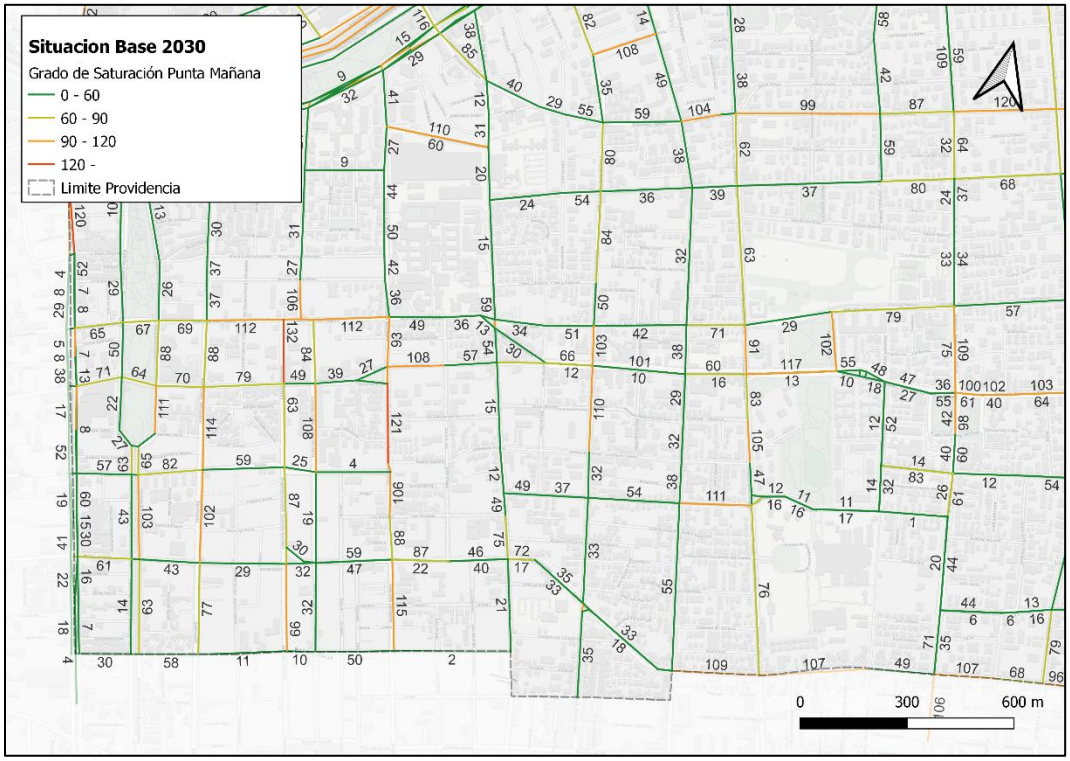
A continuación se presentan figuras de flujo vehicular y grado de saturación para la zona surponiente, correspondiente a los sectores de Barrio Italia y Santa Isabel, con objeto de ver el detalle de su operación particular.

FIGURA Nº 4.8-7: FLUJO TOTAL SECTOR SURPONIENTE – SITUACIÓN BASE 2030 PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.8-8: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR SURPONIENTE– SITUACIÓN BASE 2030 PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración Propia

Este sector presenta una operación razonable, siendo la mayor fuente de conflictos los cruces de Salvador con Bilbao, Miguel Claro con Alférez Real y Antonio Varas con Bilbao.

Los mayores flujos se observan en los ejes Rancagua, Bilbao y Santa Isabel para el sentido oriente-poniente; Seminario y Salvador para el flujo sur-norte.

Sector Suroriente: Pocuro – El Aguilucho

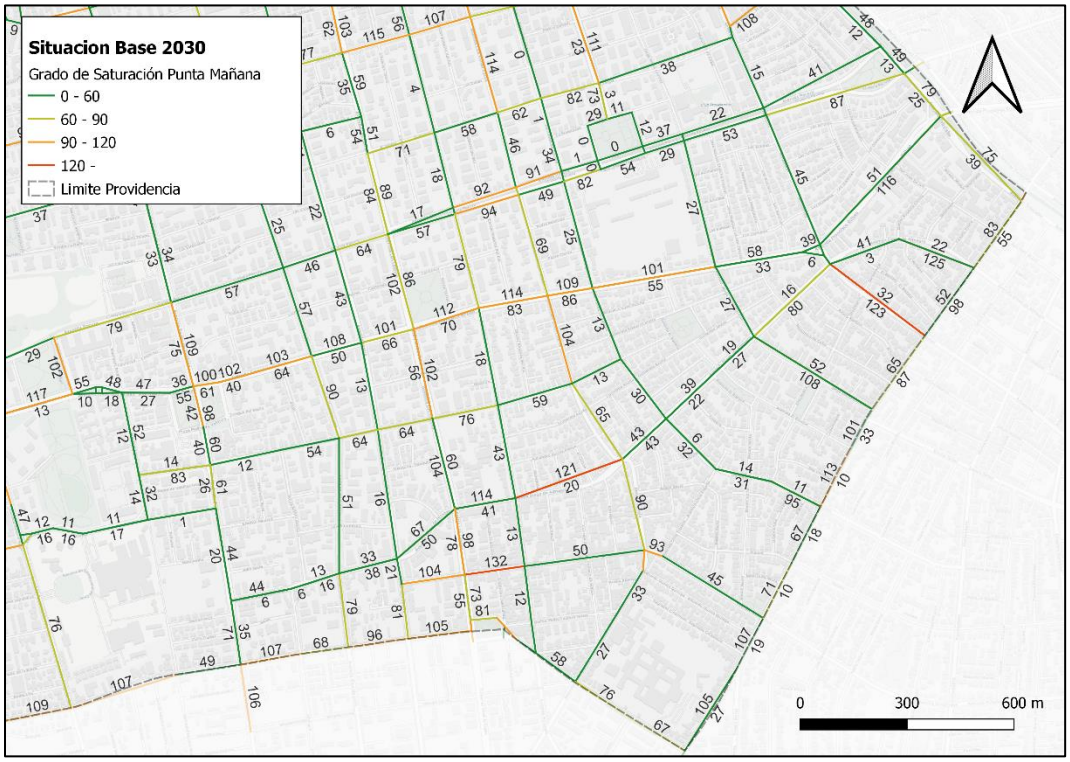
Las siguientes figuras de flujo vehicular y grado de saturación corresponden a la zona suroriente, incluyendo los sectores de Pocuro y El Aguilucho, esto a fin de ver el detalle de su operación particular.

FIGURA Nº 4.8-9: FLUJO TOTAL SECTOR SURORIENTE – SITUACIÓN BASE 2030 PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.8-10: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR SURORIENTE– SITUACIÓN BASE 2030 PUNTA MAÑANA



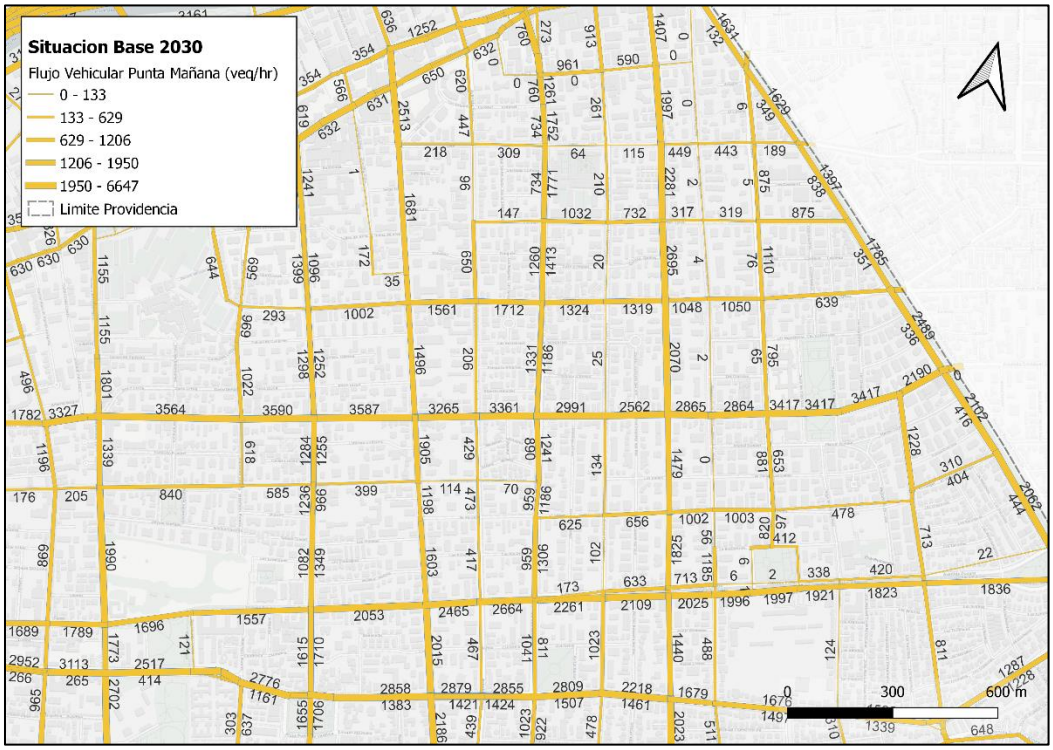
Fuente: Elaboración Propia

Destacan cuatro fuentes de conflicto principales: Plaza Pedro de Valdivia, Amapolas con Eliecer Parada, Diego de Almagro con Holanda y el Aguilucho con Los Leones.

Sector Centro Cívico: Carlos Antúnez – Eliodoro Yáñez

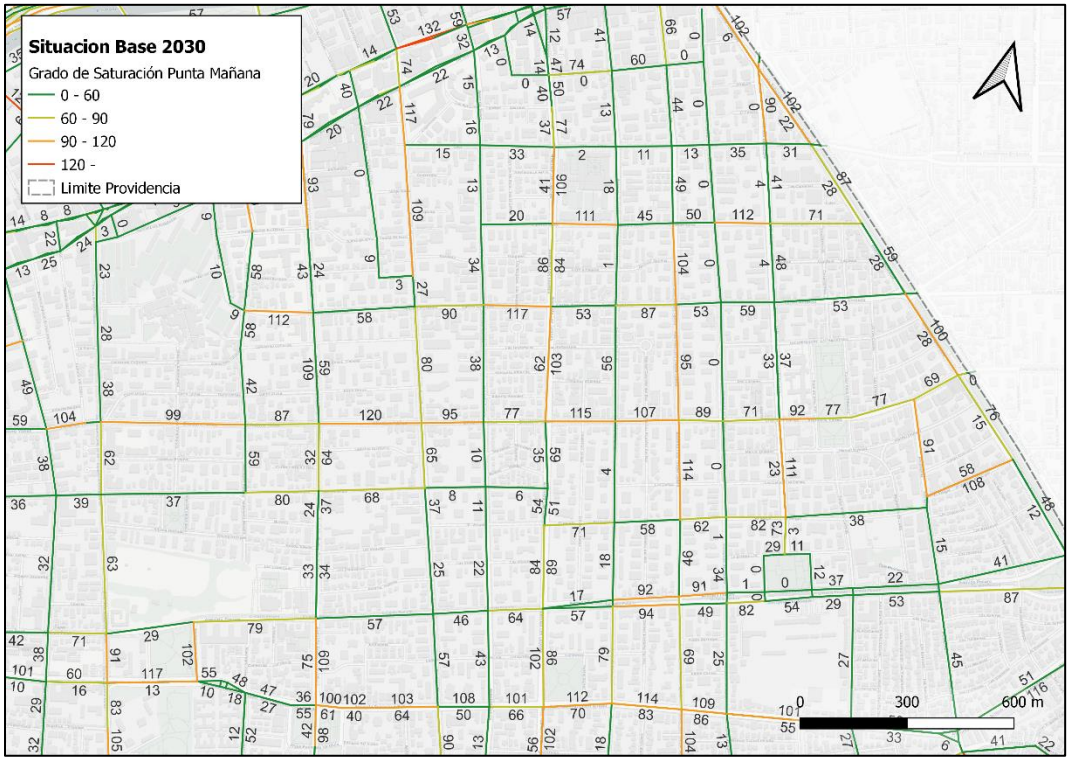
Para finalizar se presentan las figuras de flujo vehicular y grado de saturación correspondientes a la zona aledaña a la Ilustre Municipalidad de Providencia, incluyendo los sectores de Carlos Antúnez y Eliodoro Yáñez, observando el detalle de su operación particular.

FIGURA Nº 4.8-11: FLUJO TOTAL SECTOR CENTRO CIVICO – SITUACIÓN BASE 2030 PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.8-12: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR CENTRO CIVICO – SITUACIÓN BASE 2030 PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración Propia

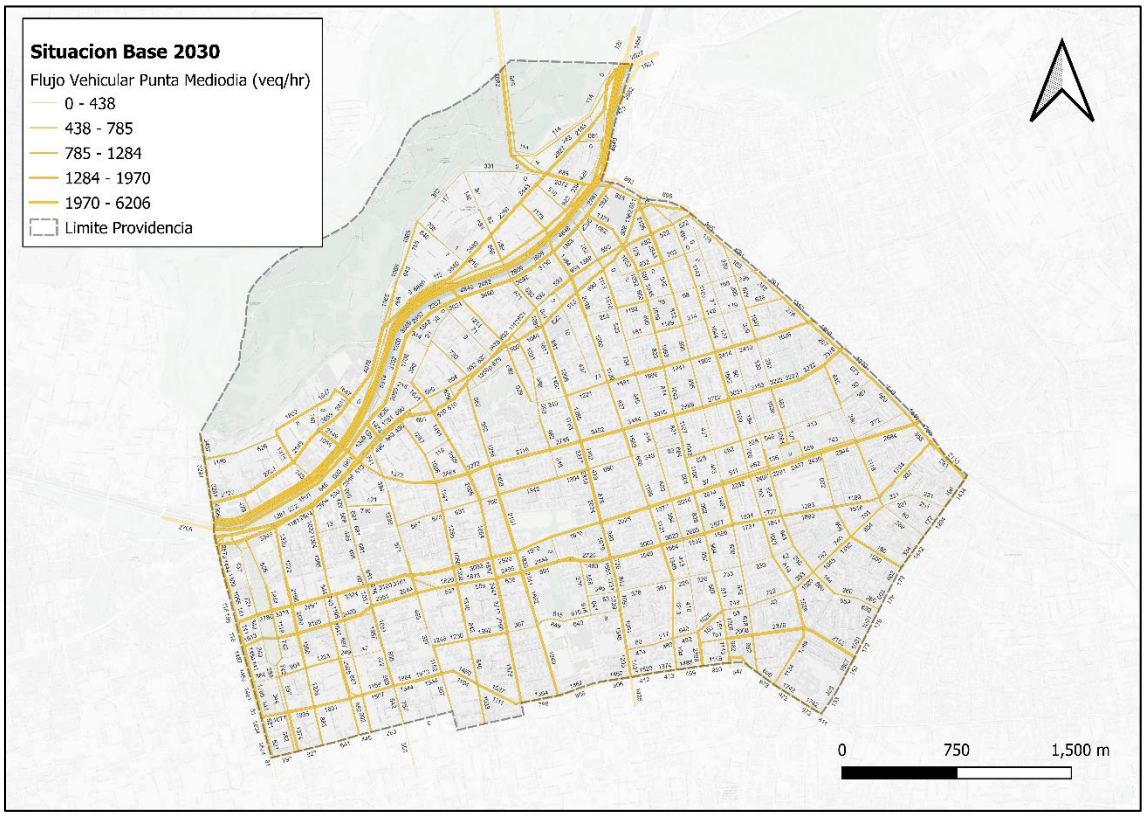
La operación del sector es correcta, aunque rodeada de cruces conflictivos nombrados en los puntos previos. El eje de Eliodoro Yáñez es el que presenta mayor demanda y por ende mayor congestión.

4.8.1.2 Punta Mediodía

Vista General

En las siguientes figuras se muestra el flujo total y grado de saturación obtenidos de simular el período Punta Mediodía.

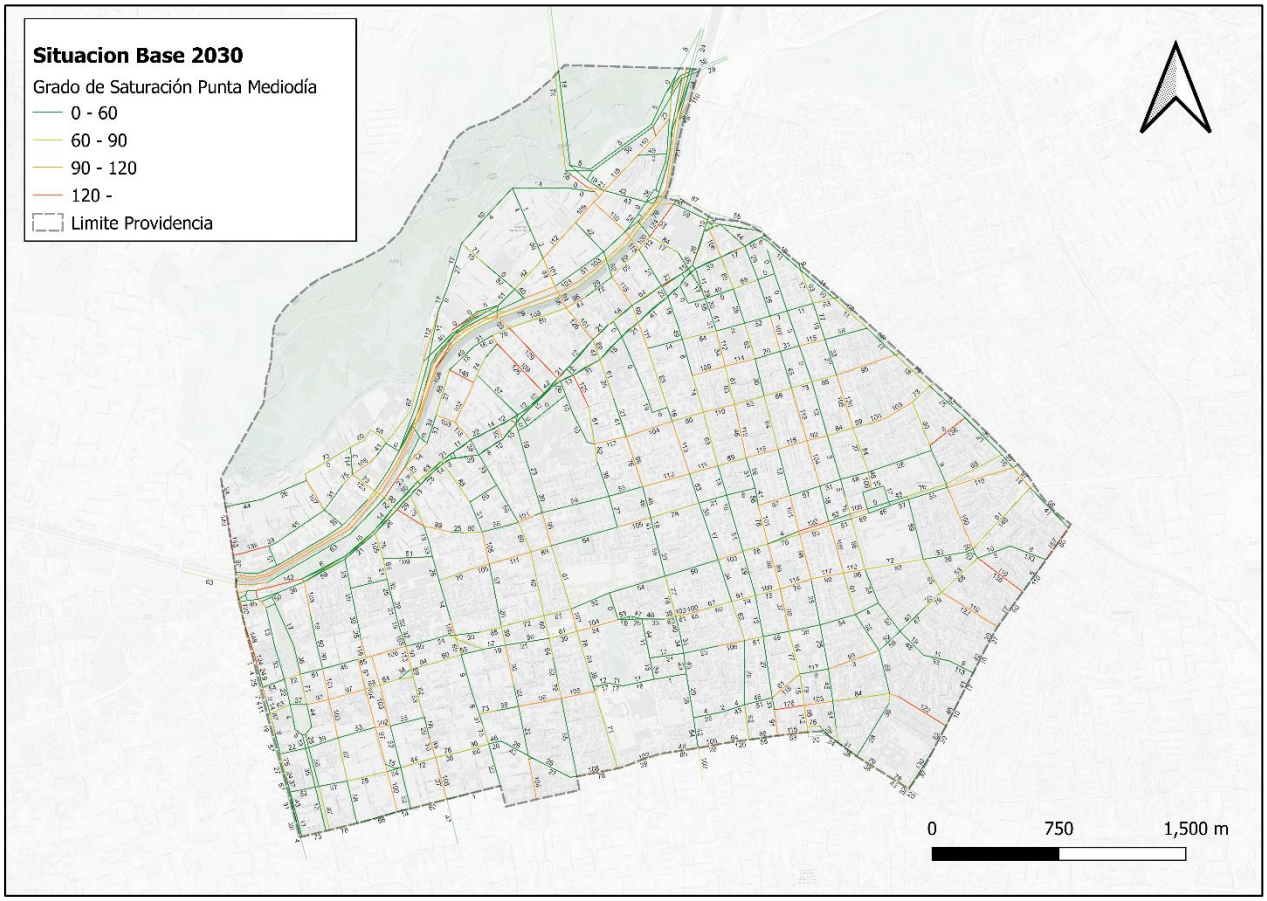
FIGURA Nº 4.8-13: FLUJO TOTAL DE LA RED – SITUACIÓN BASE 2030 PUNTA MEDIODÍA



Fuente: Elaboración Propia

Se observa que los flujos se moderan respecto de la Punta Mañana, aunque siguen siendo muy relevantes en ejes como Eliodoro Yáñez, Rancagua, Pocuro y Los Conquistadores. También se observa gran demanda entre los ejes Providencia y Andrés Bello, lo cual se complementa con los niveles de saturación reportados.

FIGURA Nº 4.8-14: GRADO DE SATURACIÓN DE LA RED – SITUACIÓN BASE 2030 PUNTA MEDIODÍA



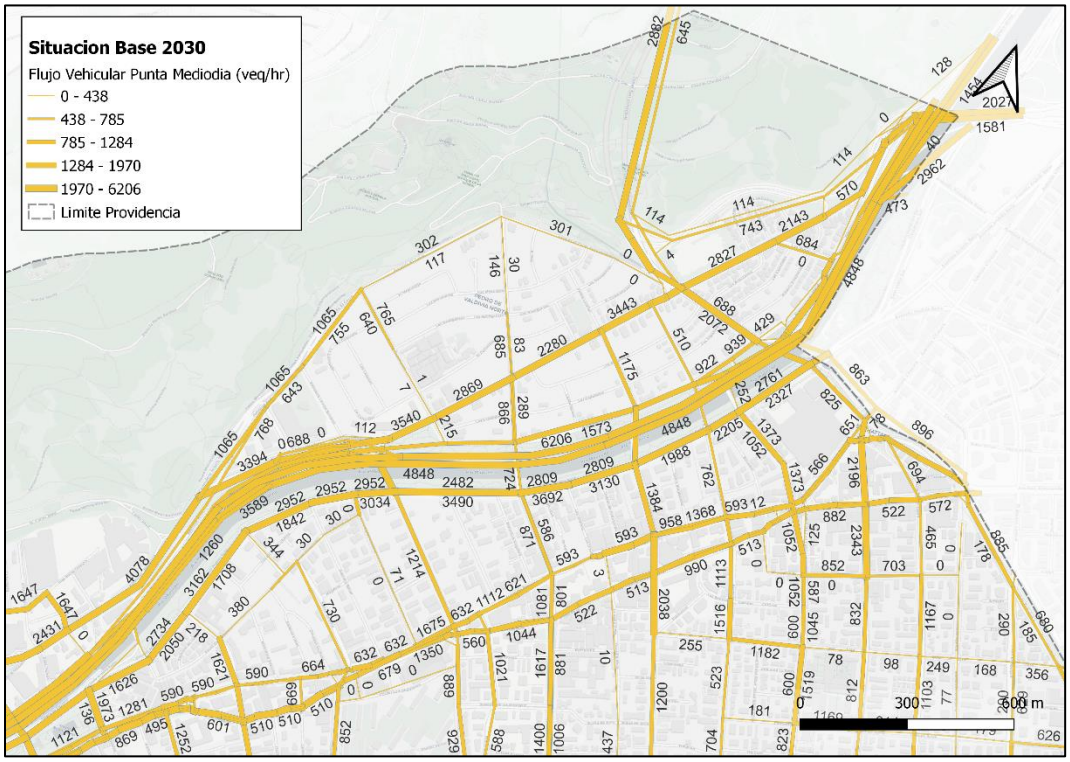
Fuente: Elaboración Propia

De la imagen se observa que el par Condell/Italia, Plaza Baquedano, Los Conquistadores, Pocuro, Eliodoro Yáñez y Echeñique/El Aguilucho presentan alta congestión. Destacan también los ejes Pedro de Valdivia y Nueva de Lyon entre Providencia y Andrés Bello.

Sector Nororiente: Pedro de Valdivia Norte - Andrés Bello – Av. Providencia

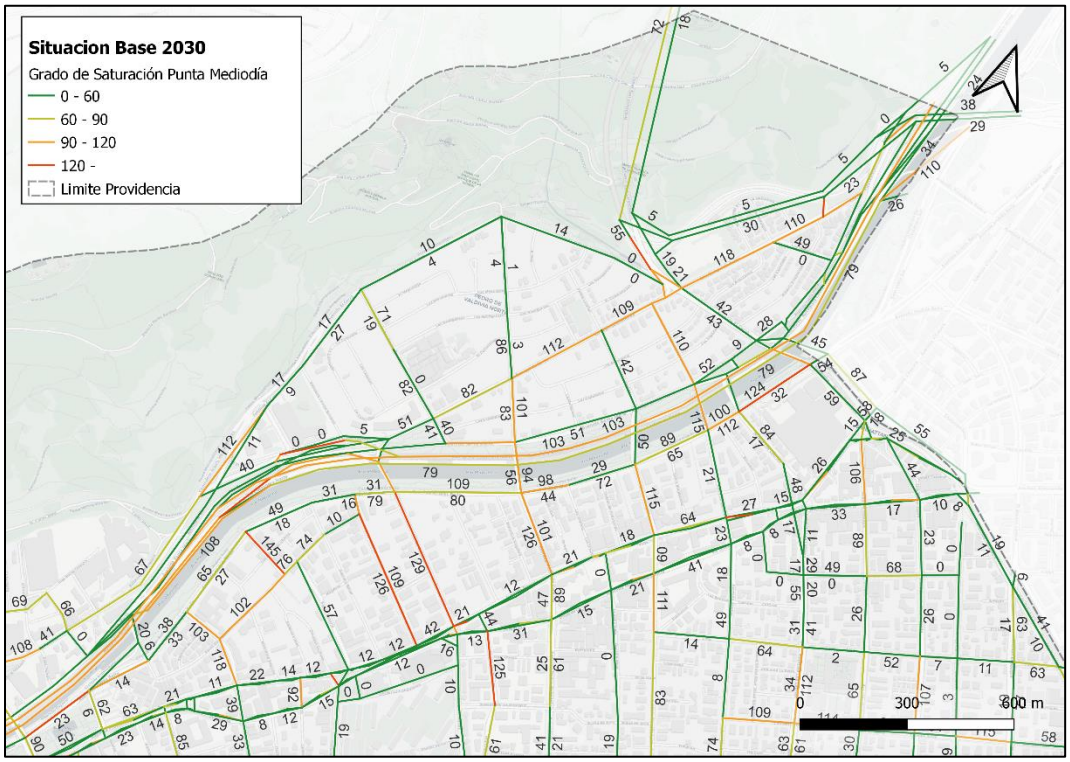
Se presentan figuras de flujo vehicular y grado de saturación para la zona nororiente de la comuna, buscando observar el detalle respecto de su operación particular.

FIGURA Nº 4.8-15: FLUJO TOTAL SECTOR NORORIENTE – SITUACIÓN BASE 2030 PUNTA MEDIODÍA



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.8-16: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR NORORIENTE– SITUACIÓN BASE 2030 PUNTA MEDIODÍA



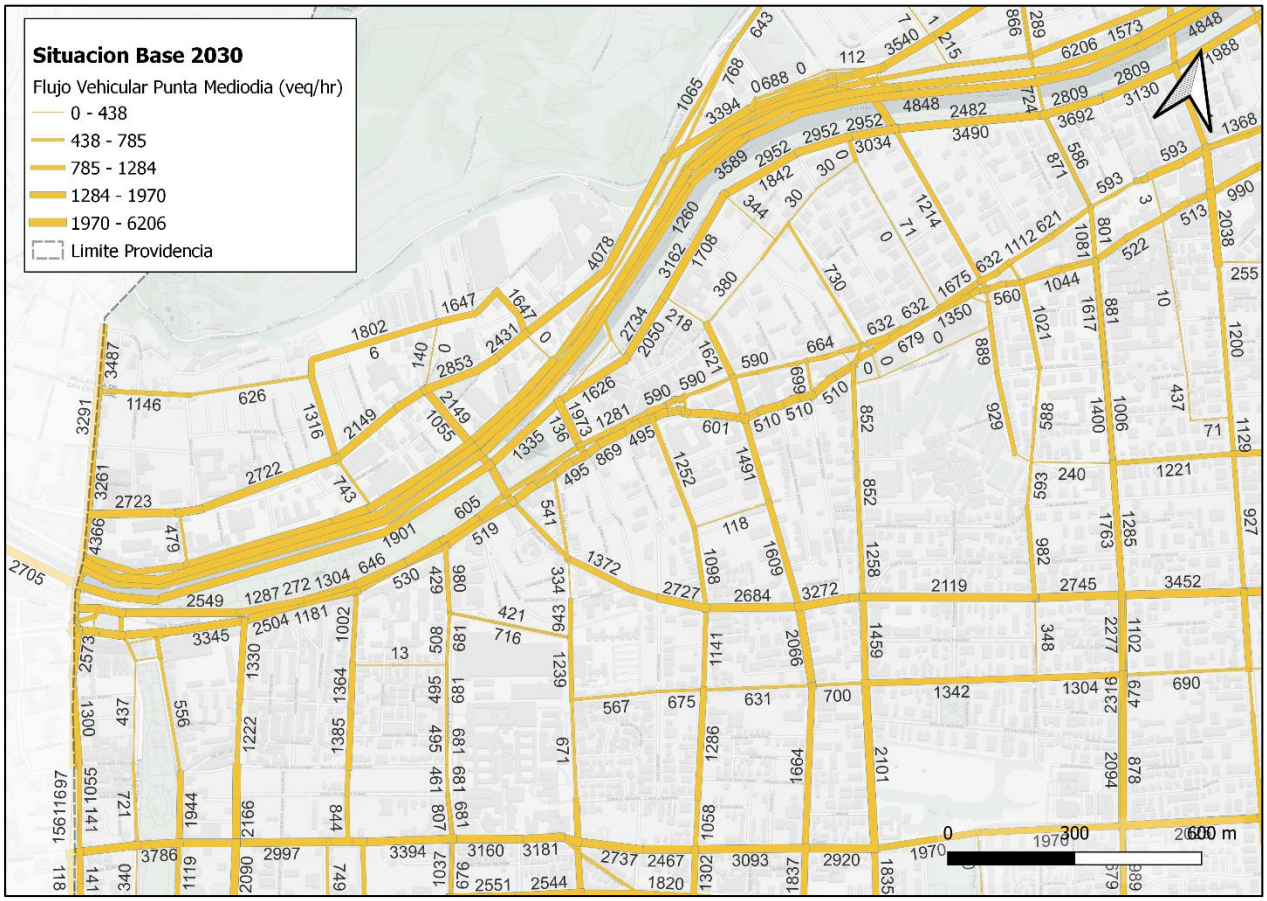
Fuente: Elaboración Propia

Se observan conflictos importantes en varias intersecciones del área, como Pedro de Valdivia con Andrés Bello, La Concepción con Providencia y Marchant Pereira con Nueva Providencia; además de la salida de Costanera Norte junto a la Clínica Indisa.

Sector Norponiente: Bellavista – Parque Bustamante

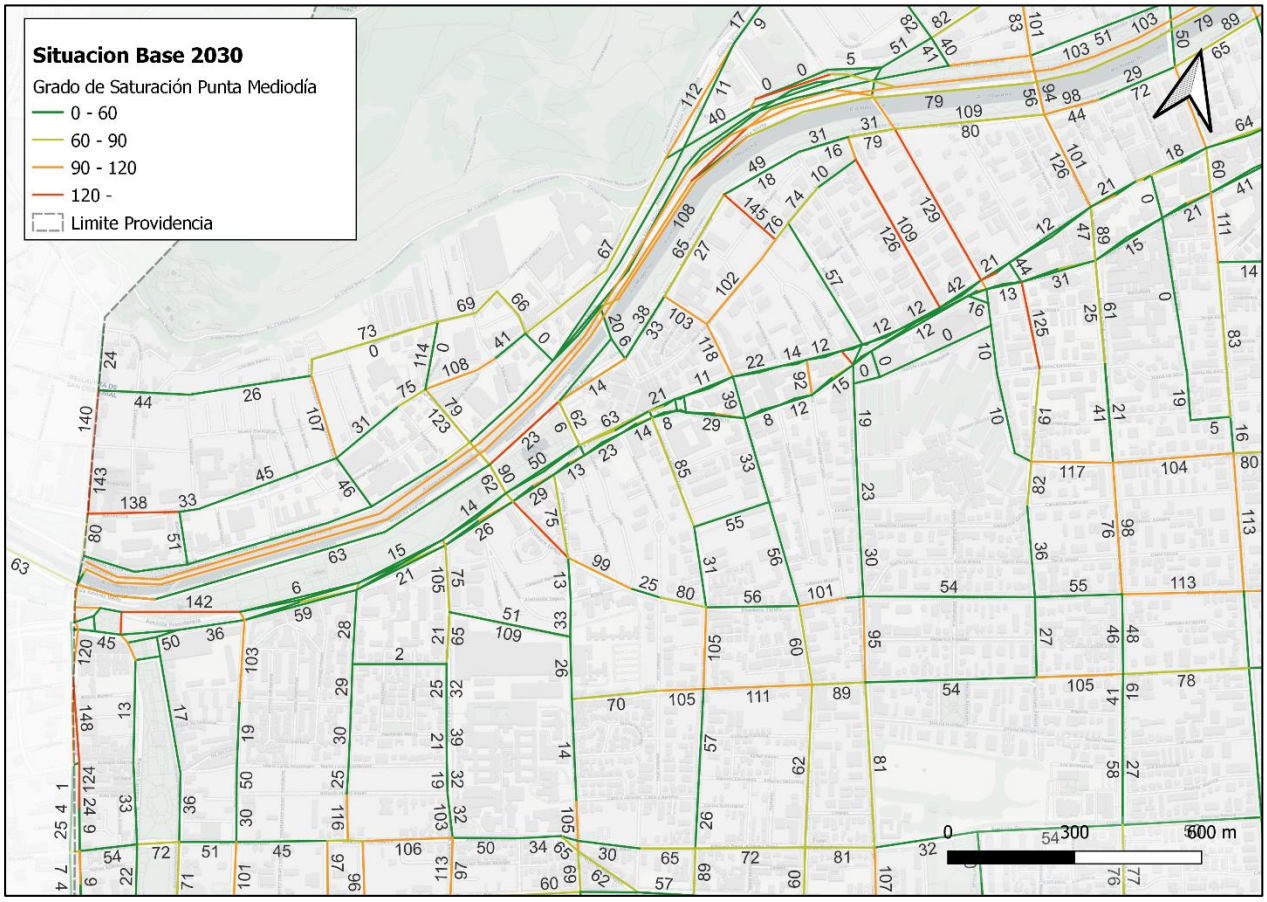
Se presentan figuras de flujo vehicular y grado de saturación para la zona norponiente, correspondiente a los sectores de Barrio Bellavista, Plaza Baquedano y Parque Bustamante, buscando observar el detalle de su operación particular.

FIGURA Nº 4.8-17: FLUJO TOTAL SECTOR NORPONIENTE – SITUACIÓN BASE 2030 PUNTA MEDIODÍA



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.8-18: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR NORPONIENTE– SITUACIÓN BASE 2030 PUNTA MEDIODÍA



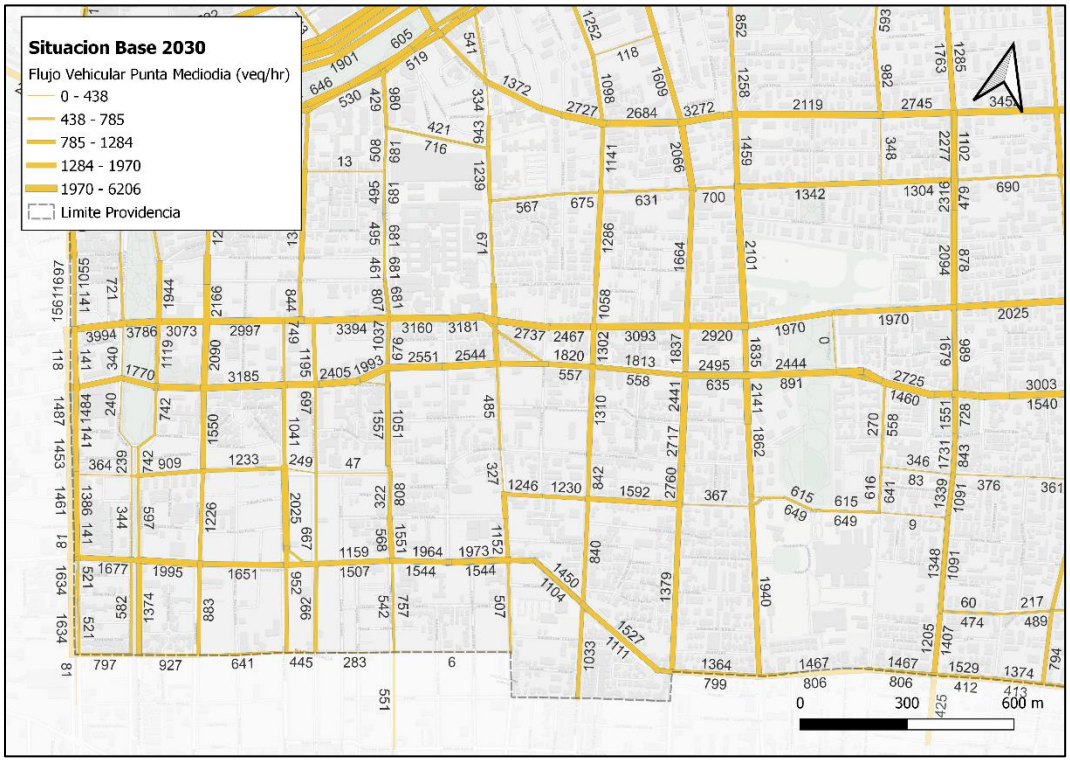
Fuente: Elaboración Propia

En este sector se observa un conflicto importante en el sector de Vicuña Mackenna, Plaza Baquedano y Pio Nono, con saturaciones superiores al 120%. También es importante notar el cruce de Eliodoro Yáñez y Providencia.

Sector Surponiente: Barrio Italia – Santa Isabel

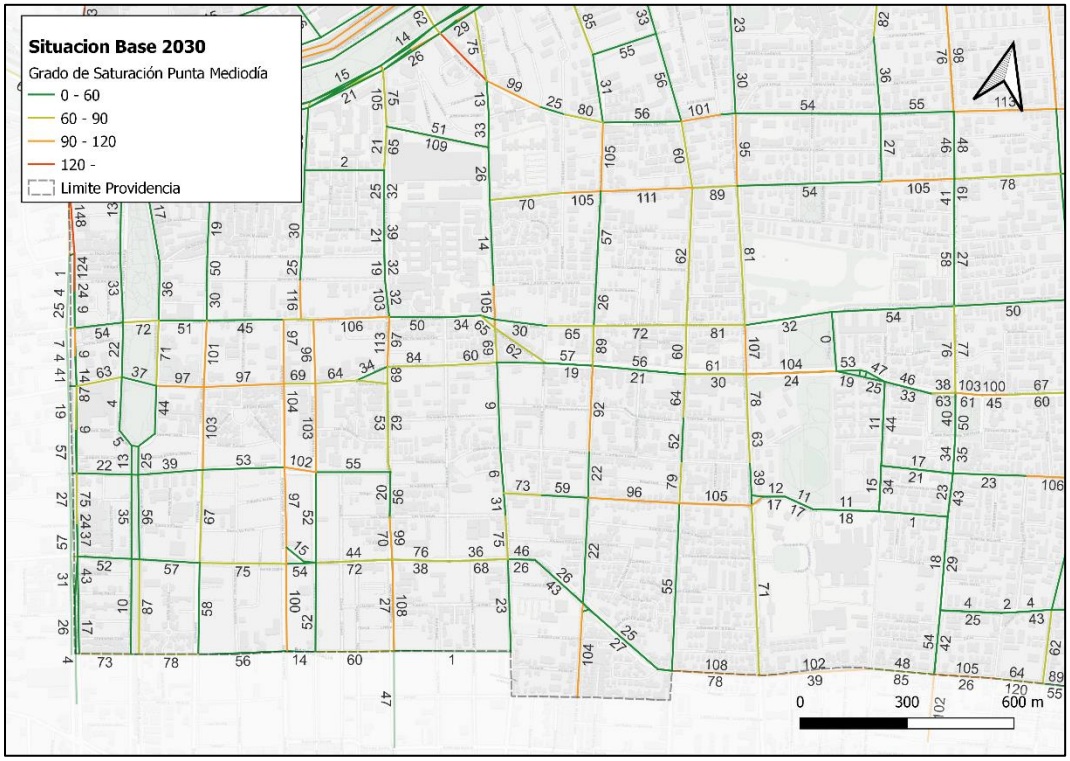
A continuación se presentan figuras de flujo vehicular y grado de saturación para la zona surponiente, correspondiente a los sectores de Barrio Italia y Santa Isabel, con objeto de ver el detalle de su operación particular.

FIGURA Nº 4.8-19: FLUJO TOTAL SECTOR SURPONIENTE – SITUACIÓN BASE 2030 PUNTA MEDIODÍA



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.8-20: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR SURPONIENTE– SITUACIÓN BASE 2030 PUNTA MEDIODÍA



Fuente: Elaboración Propia

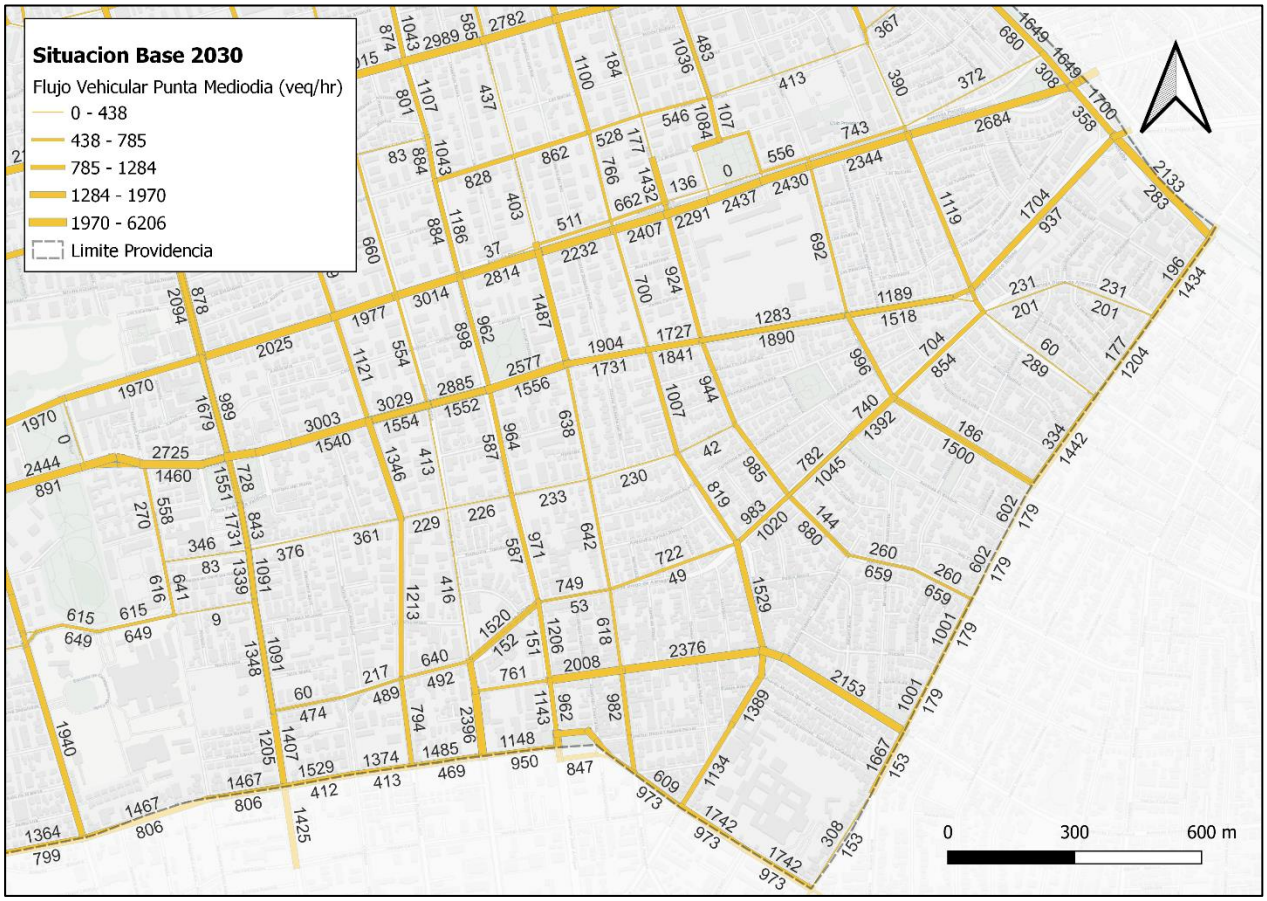
Este sector presenta una operación adecuada, siendo el sector de mayor demanda el comprendido por el par vial de Condell e Italia.

Los ejes Rancagua y Bilbao concentran la mayor demanda oriente-poniente y se encuentran saturados, mas siguen dentro de los límites de operación.

Sector Suroriente: Pocuro – El Aguilucho

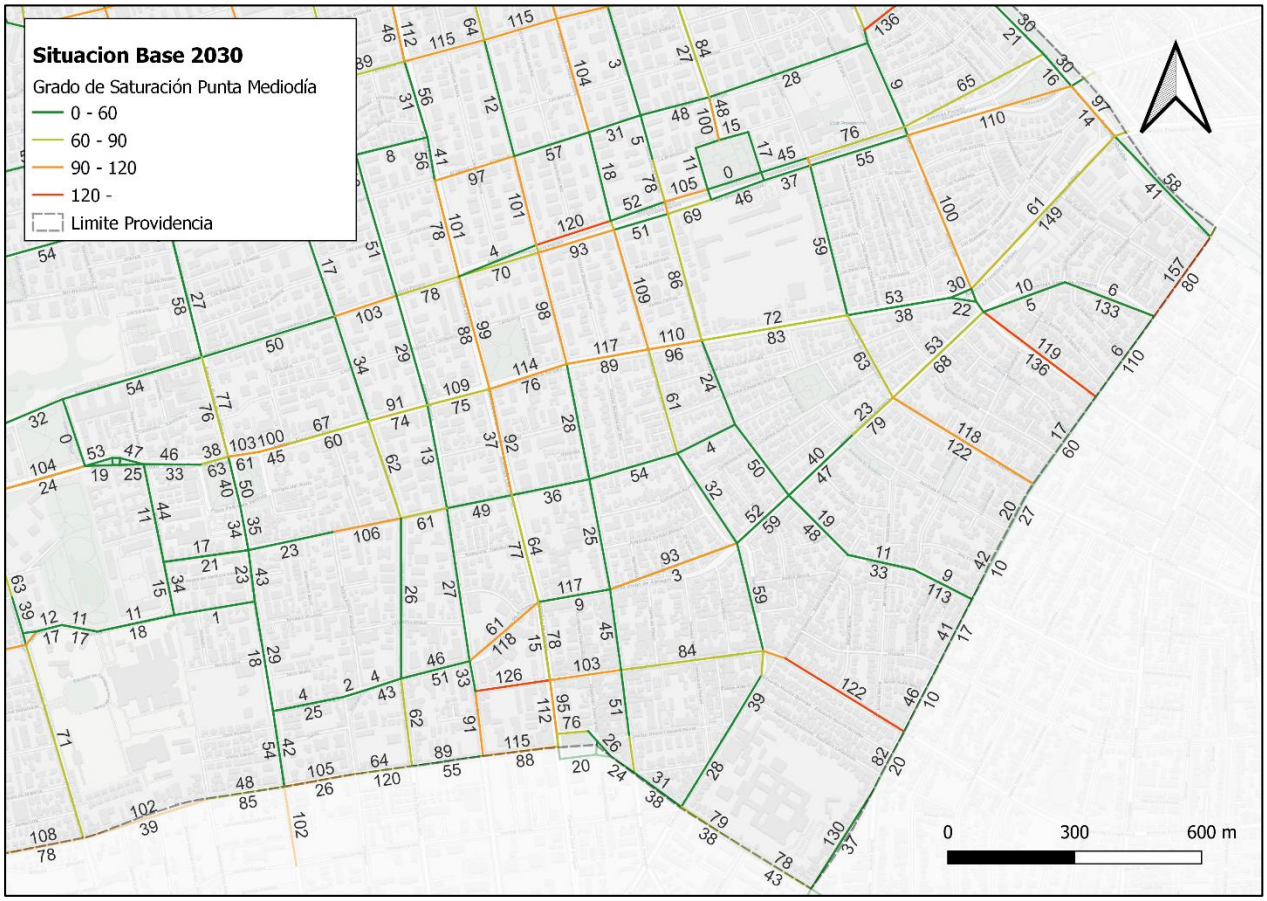
Las siguientes figuras de flujo vehicular y grado de saturación corresponden a la zona suroriente, incluyendo los sectores de Pocuro y El Aguilucho, esto a fin de ver el detalle de su operación particular.

FIGURA Nº 4.8-21: FLUJO TOTAL SECTOR SURORIENTE – SITUACIÓN BASE 2030 PUNTA MEDIODÍA



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.8-22: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR SURORIENTE– SITUACIÓN BASE 2030 PUNTA MEDIODÍA



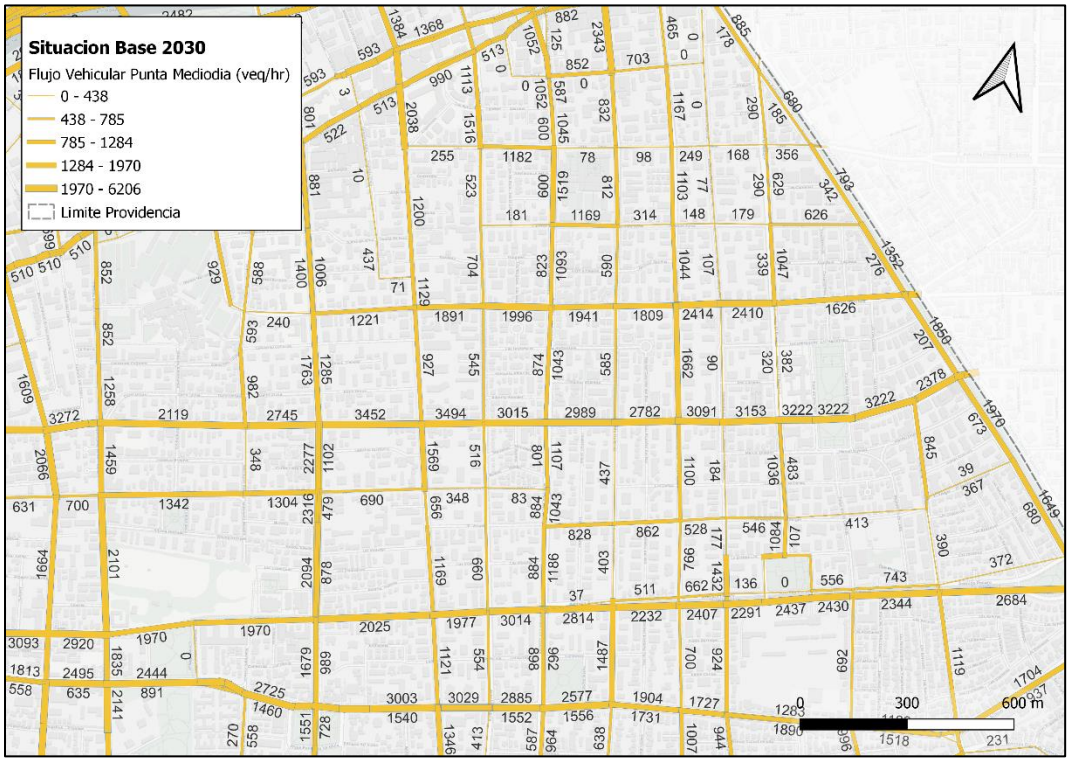
Fuente: Elaboración Propia

En este sector destaca la operación de Echeñique y su continuidad en El Aguilucho, con saturaciones muy altas, similar caso ocurre con los ejes Amapolas y Jorge Matte. Un cruce a destacar es el de Holanda con Pocuro, donde la vía local presenta alta demanda con su respectivo grado de saturación.

Sector Centro Cívico: Carlos Antúnez – Eliodoro Yáñez

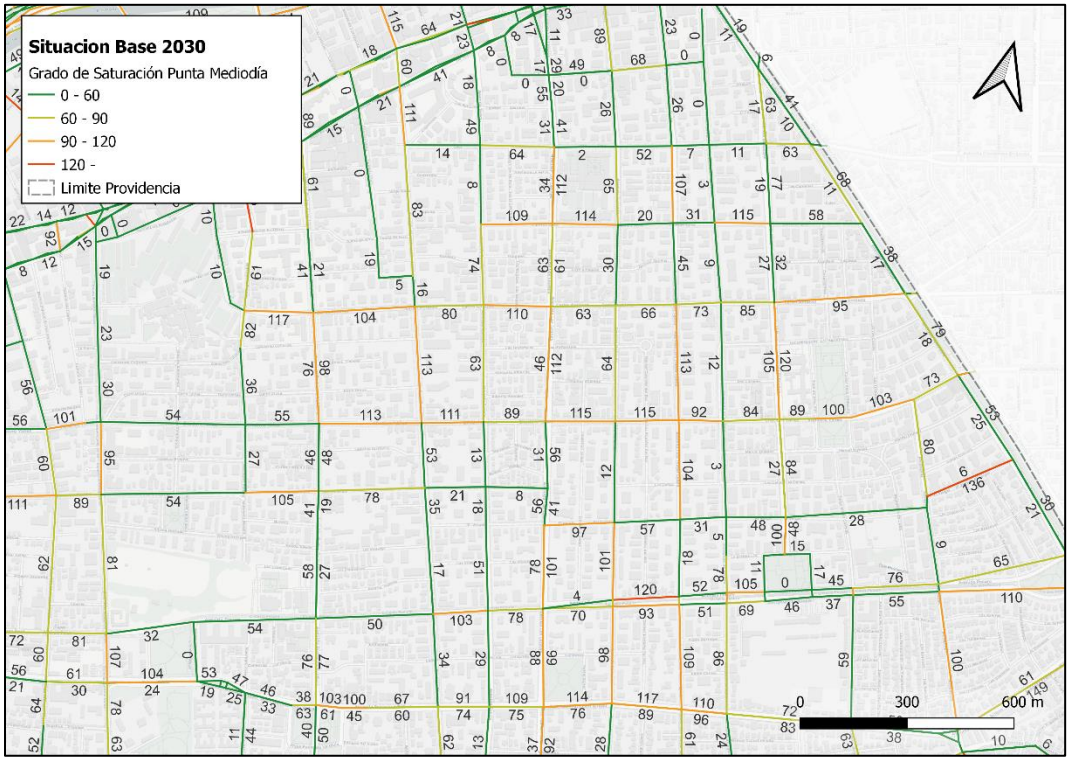
Para finalizar se presentan las figuras de flujo vehicular y grado de saturación correspondientes a la zona aledaña a la Ilustre Municipalidad de Providencia, incluyendo los sectores de Carlos Antúnez y Eliodoro Yáñez, observando el detalle de su operación particular.

FIGURA Nº 4.8-23: FLUJO TOTAL SECTOR CENTRO CIVICO – SITUACIÓN BASE 2030 PUNTA MEDIODÍA



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.8-24: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR CENTRO CIVICO – SITUACIÓN BASE 2030 PUNTA MEDIODÍA



Fuente: Elaboración Propia

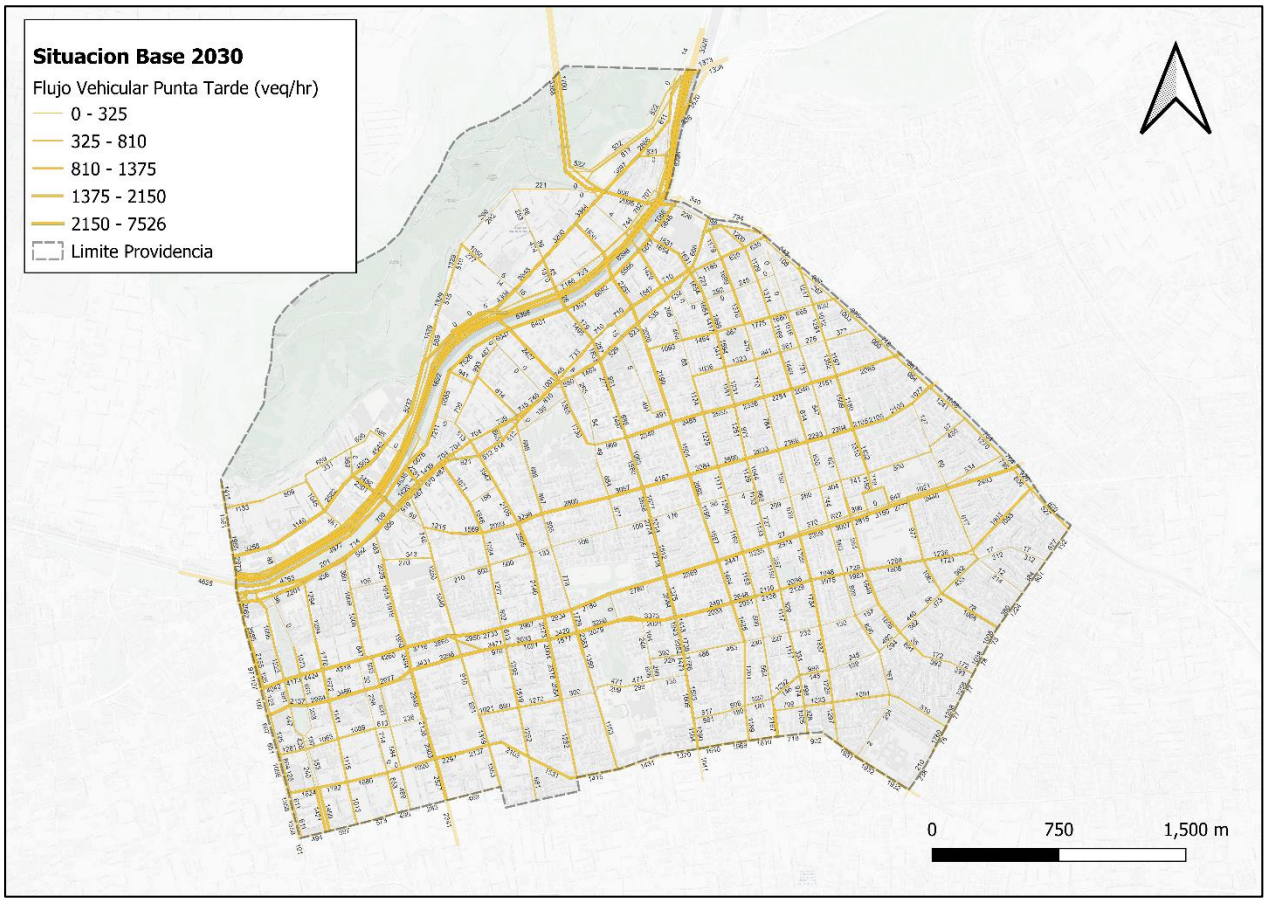
El sector opera con cierta normalidad fuera de los ejes principales: Eliodoro Yáñez y Carlos Antunez. Se observa que el cruce de El Vergel y Tobalaba se encuentra saturado por alta demanda.

4.8.1.3 Punta Tarde

Vista General

Finalmente, se presentan los flujos simulados y niveles de saturación del período Punta Tarde al año 2030.

FIGURA Nº 4.8-25: FLUJO TOTAL DE LA RED – SITUACIÓN BASE 2030 PUNTA TARDE

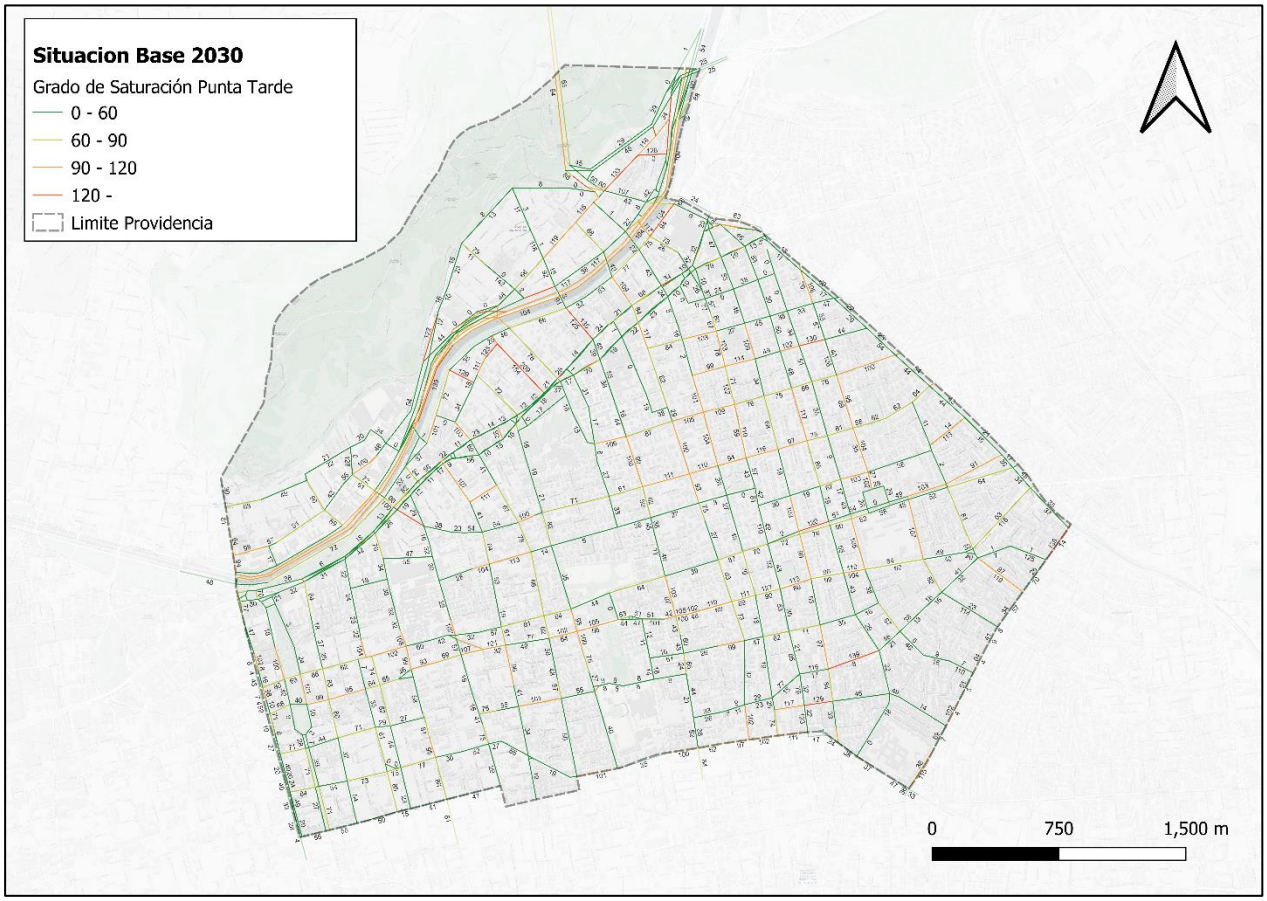


Fuente: Elaboración Propia

En este período destaca la altísima utilización de la Costanera Andrés Bello, motivado principalmente por la demanda de viajes asociada al centro comercial Costanera Center y nuevos proyectos comerciales del sector.

Se observan los mayores niveles de saturación de la red, superando en varios tramos al equivalente de punta mañana, como se observa en la siguiente figura.

FIGURA Nº 4.8-26: GRADO DE SATURACIÓN DE LA RED – SITUACIÓN BASE 2030 PUNTA TARDE



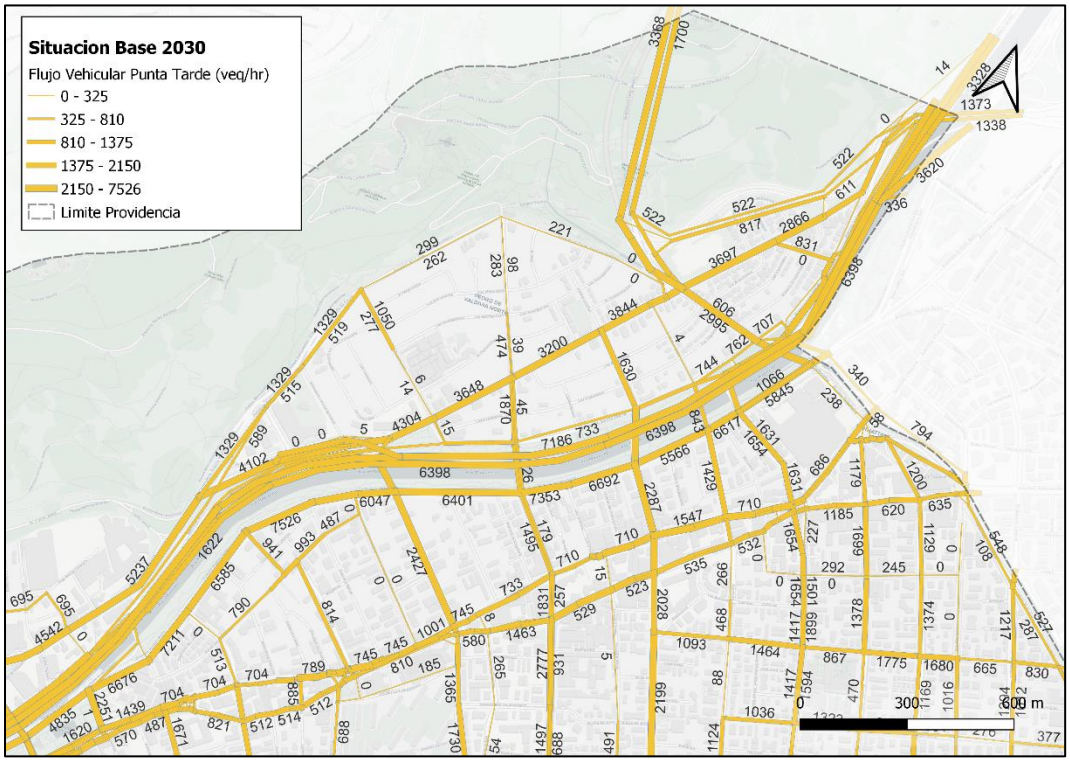
Fuente: Elaboración Propia

Los ejes a tener en cuenta, que se repiten respecto de los períodos anteriores, son Eliodoro Yáñez, Los Conquistadores. También se observa alta congestión en Bilbao hacia el poniente y Carlos Antúnez hacia el oriente.

Sector Nororiente: Pedro de Valdivia Norte - Andrés Bello – Av. Providencia

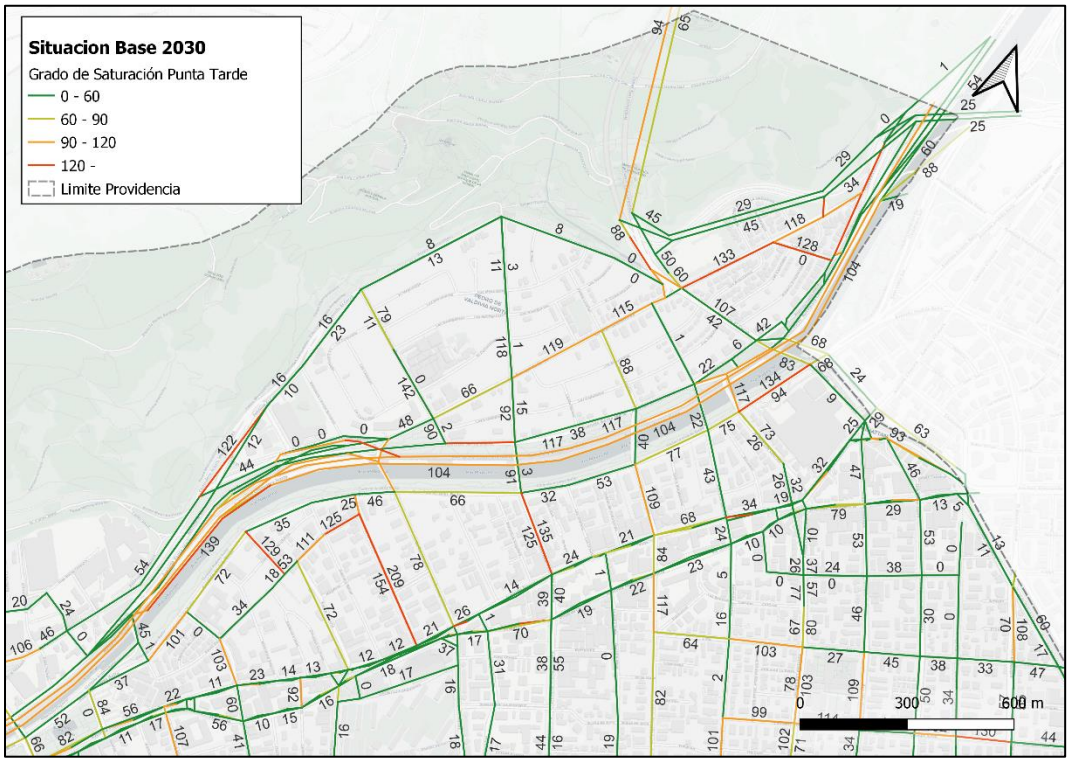
Se presentan figuras de flujo vehicular y grado de saturación para la zona nororiente de la comuna, buscando observar el detalle respecto de su operación particular.

FIGURA Nº 4.8-27: FLUJO TOTAL SECTOR NORORIENTE – SITUACIÓN BASE 2030 PUNTA TARDE



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.8-28: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR NORORIENTE– SITUACIÓN BASE 2030 PUNTA TARDE



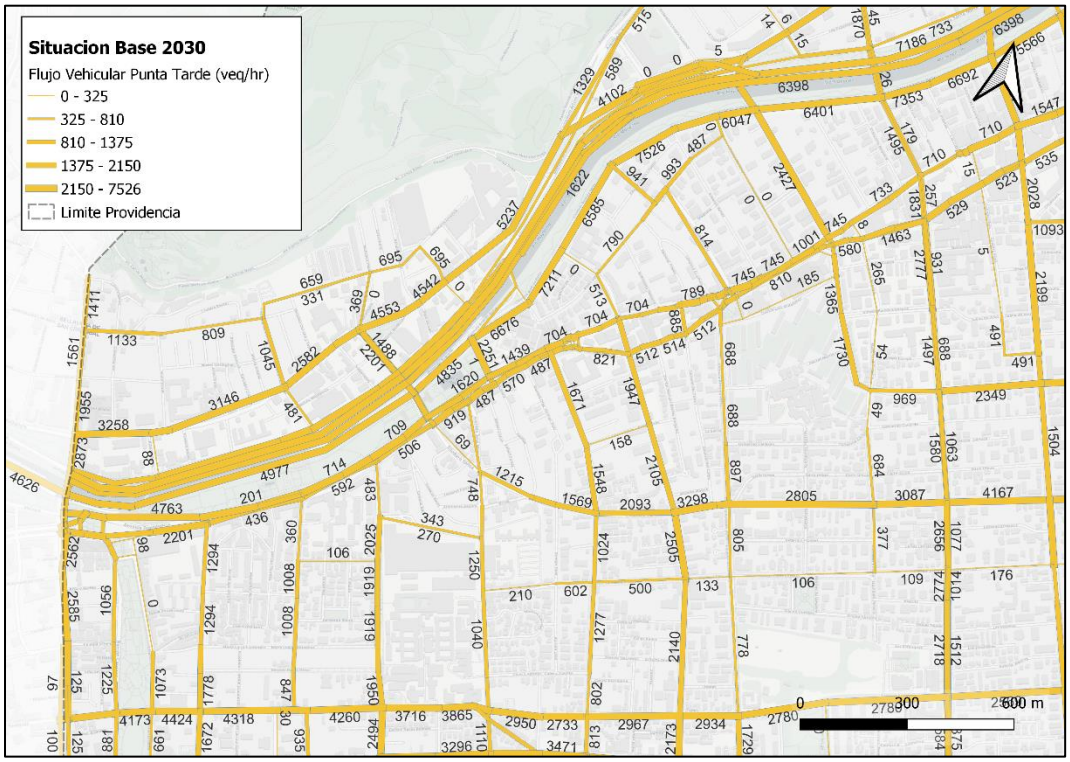
Fuente: Elaboración Propia

El sector presenta altísima congestión en sus movimientos de oriente-poniente y viceversa, lo que se constata en Los Conquistadores, Santa María y la autopista Costanera Norte. Se observa también un problema puntual tramo de Pedro de Valdivia comprendido entre Andrés Bello y Providencia.

Sector Norponiente: Bellavista – Parque Bustamante

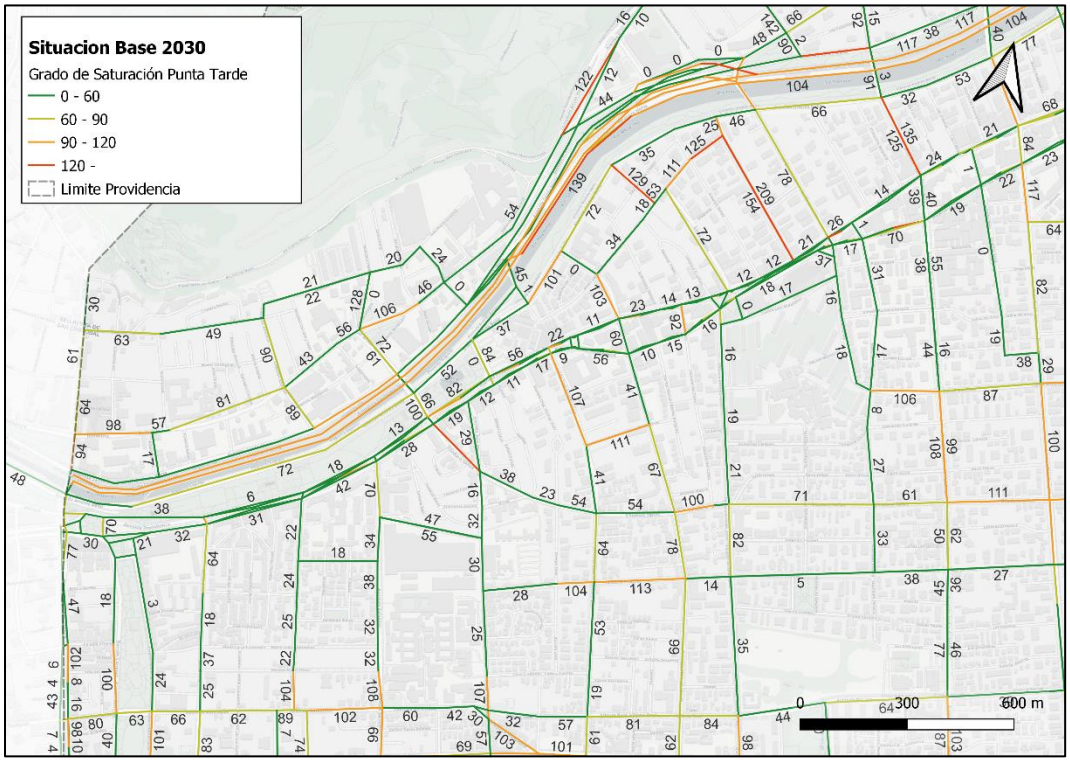
Se presentan figuras de flujo vehicular y grado de saturación para la zona norponiente, correspondiente a los sectores de Barrio Bellavista, Plaza Baquedano y Parque Bustamante, buscando observar el detalle de su operación particular.

FIGURA Nº 4.8-29: FLUJO TOTAL SECTOR NORPONIENTE – SITUACIÓN BASE 2030 PUNTA TARDE



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.8-30: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR NORPONIENTE– SITUACIÓN BASE 2030 PUNTA TARDE



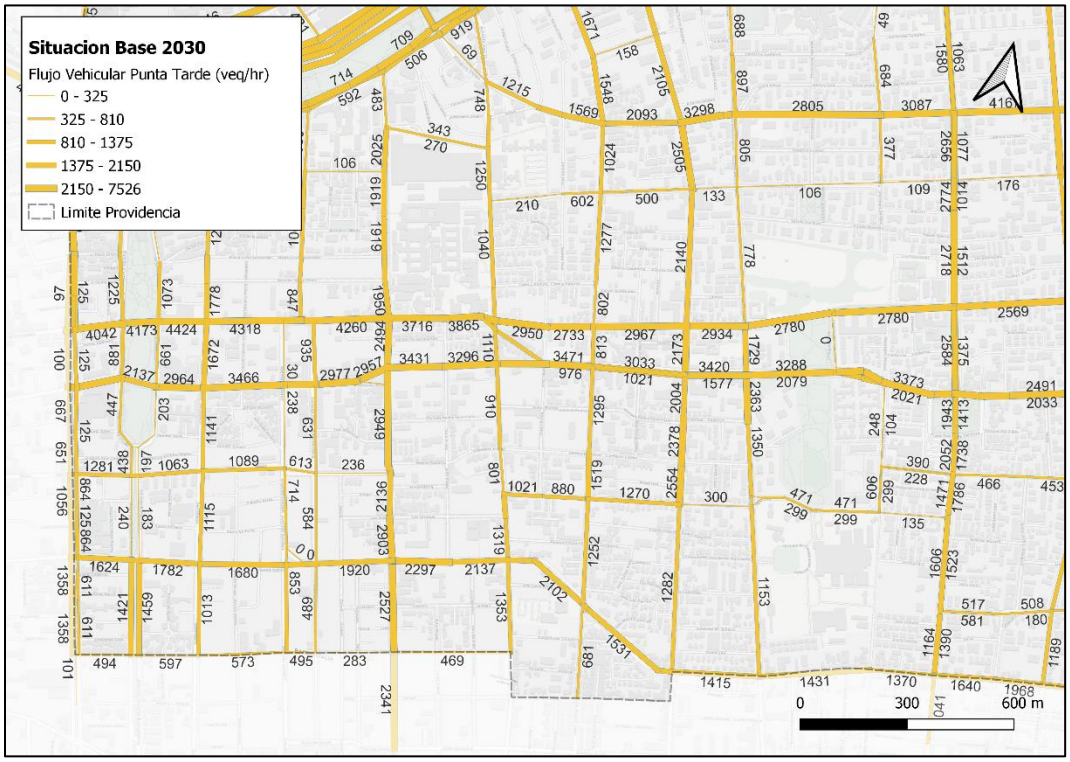
Fuente: Elaboración Propia

En este sector el mayor conflicto se observa en los cruces de Eliodoro Yáñez con Providencia y Bellavista con Pio Nono. La operación del resto del área es normal.

Sector Surponiente: Barrio Italia – Santa Isabel

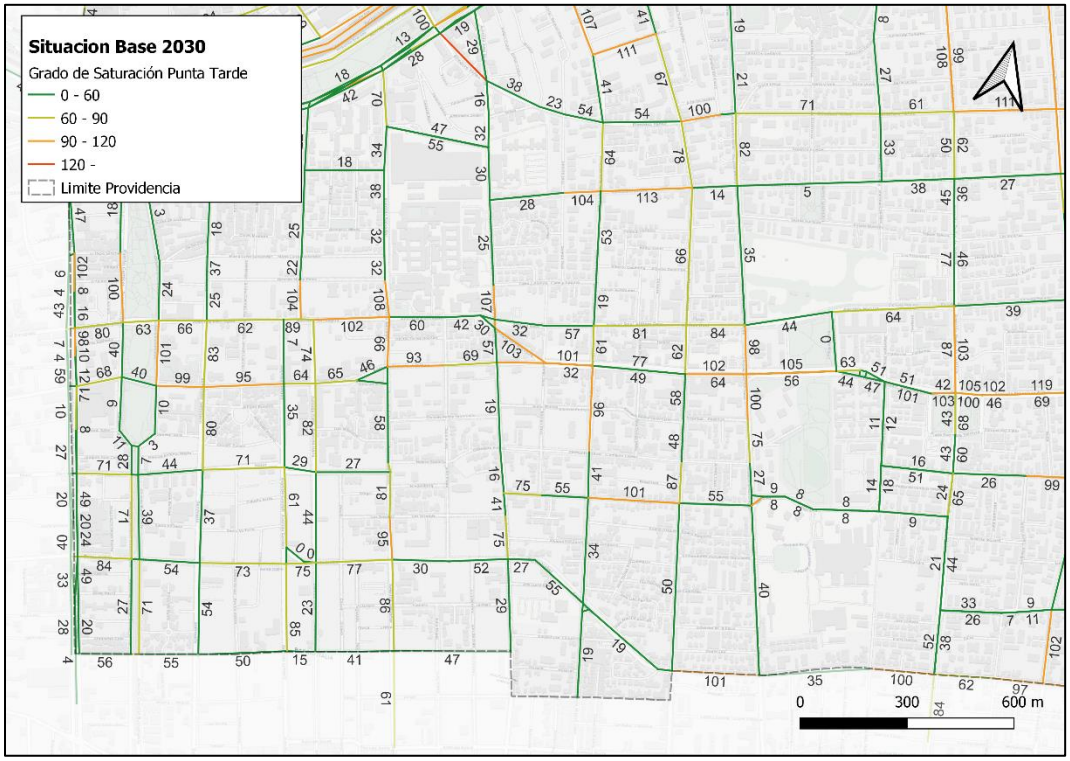
A continuación se presentan figuras de flujo vehicular y grado de saturación para la zona surponiente, correspondiente a los sectores de Barrio Italia y Santa Isabel, con objeto de ver el detalle de su operación particular.

FIGURA Nº 4.8-31: FLUJO TOTAL SECTOR SURPONIENTE – SITUACIÓN BASE 2030 PUNTA TARDE



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.8-32: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR SURPONIENTE– SITUACIÓN BASE 2030 PUNTA TARDE



Fuente: Elaboración Propia

Similar a la mañana, los ejes de mayor demanda corresponden al par de Rancagua y Francisco Bilbao, con flujos superiores a los 3000 (veq/hr) por sentido. No obstante, no se observan cruces altamente conflictivos a diferencia de otros sectores de la comuna.

Sector Suroriente: Pocuro – El Aguilucho

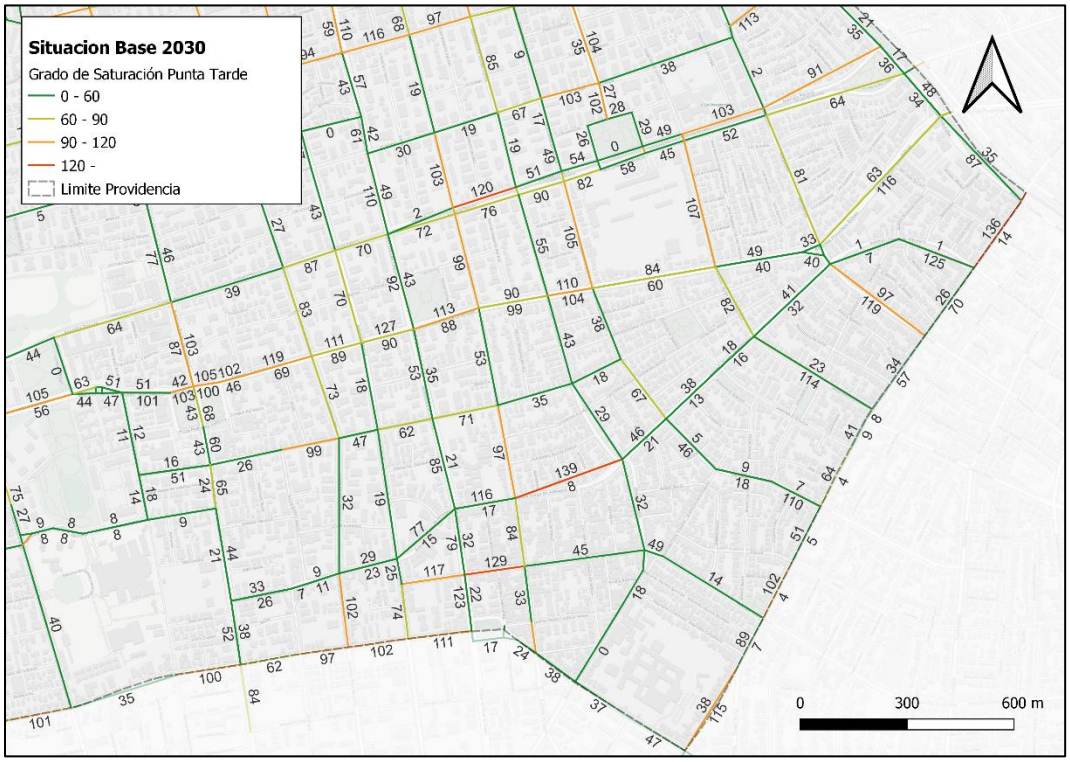
Las siguientes figuras de flujo vehicular y grado de saturación corresponden a la zona suroriente, incluyendo los sectores de Pocuro y El Aguilucho, esto a fin de ver el detalle de su operación particular.

FIGURA Nº 4.8-33: FLUJO TOTAL SECTOR SURORIENTE – SITUACIÓN BASE 2030 PUNTA TARDE



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.8-34: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR SURORIENTE– SITUACIÓN BASE 2030 PUNTA TARDE



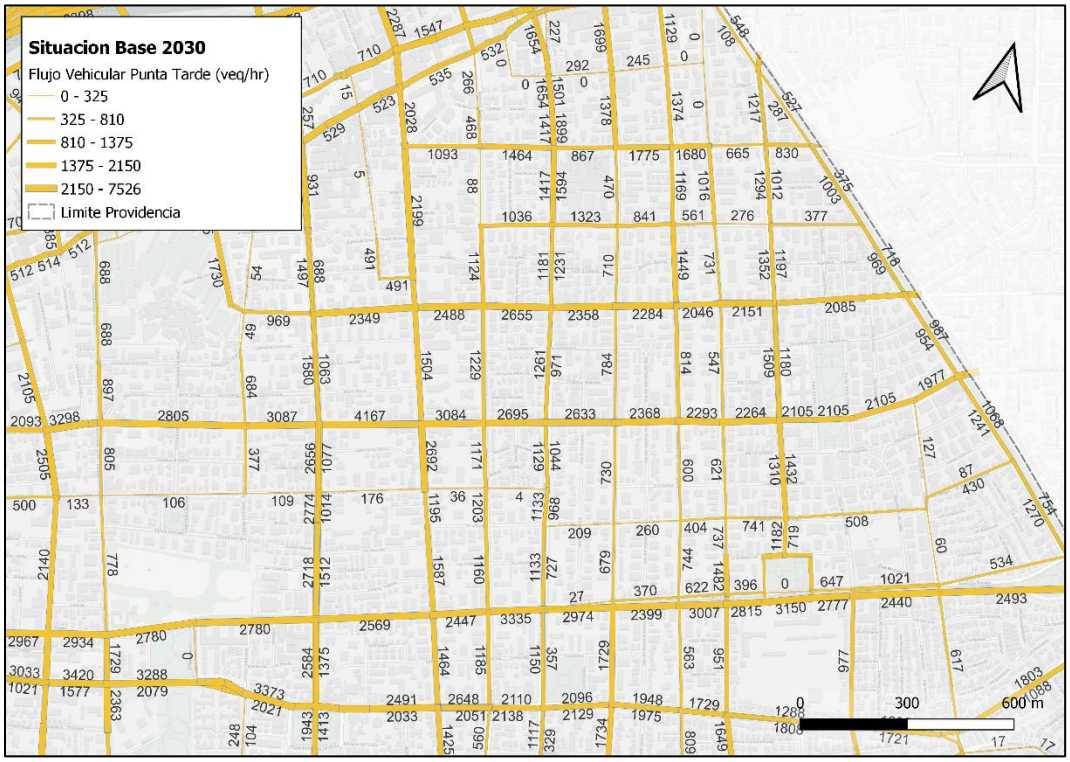
Fuente: Elaboración Propia

Los cruces de mayor conflicto corresponden a la Plaza Pedro de Valdivia, Diego de Almagro con Holanda y El Aguilucho con Los Leones. Ejes de alta demanda como es Pocuro operan a capacidad pero sin estar saturados.

Sector Centro Cívico: Carlos Antúnez – Eliodoro Yáñez

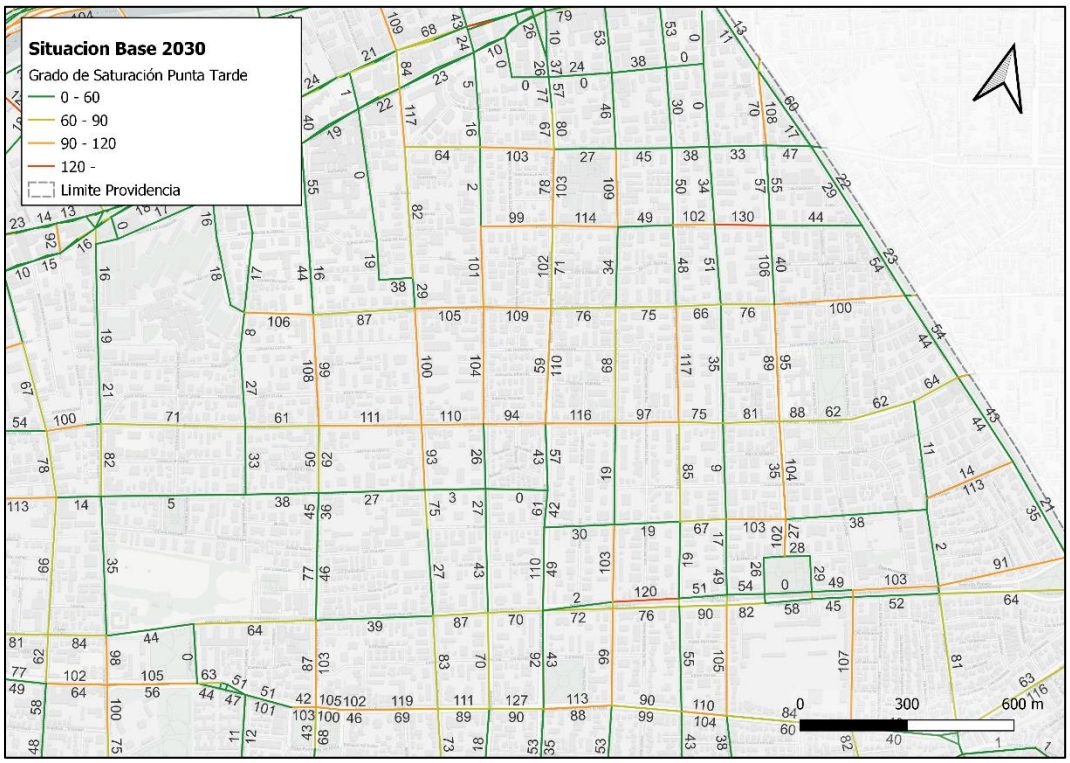
Para finalizar se presentan las figuras de flujo vehicular y grado de saturación correspondientes a la zona aledaña a la Ilustre Municipalidad de Providencia, incluyendo los sectores de Carlos Antúnez y Eliodoro Yáñez, observando el detalle de su operación particular.

FIGURA Nº 4.8-35: FLUJO TOTAL SECTOR CENTRO CIVICO – SITUACIÓN BASE 2030 PUNTA TARDE



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.8-36: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR CENTRO CIVICO – SITUACIÓN BASE 2030 PUNTA TARDE



Fuente: Elaboración Propia

En este sector se observa que los ejes de Carlos Antúnez y Eliodoro Yáñez siguen siendo los más conflictivos a la vez que presentan la mayor demanda vehicular. El cruce más conflictivo del sector es el de Eliodoro Yáñez y Pedro de Valdivia.

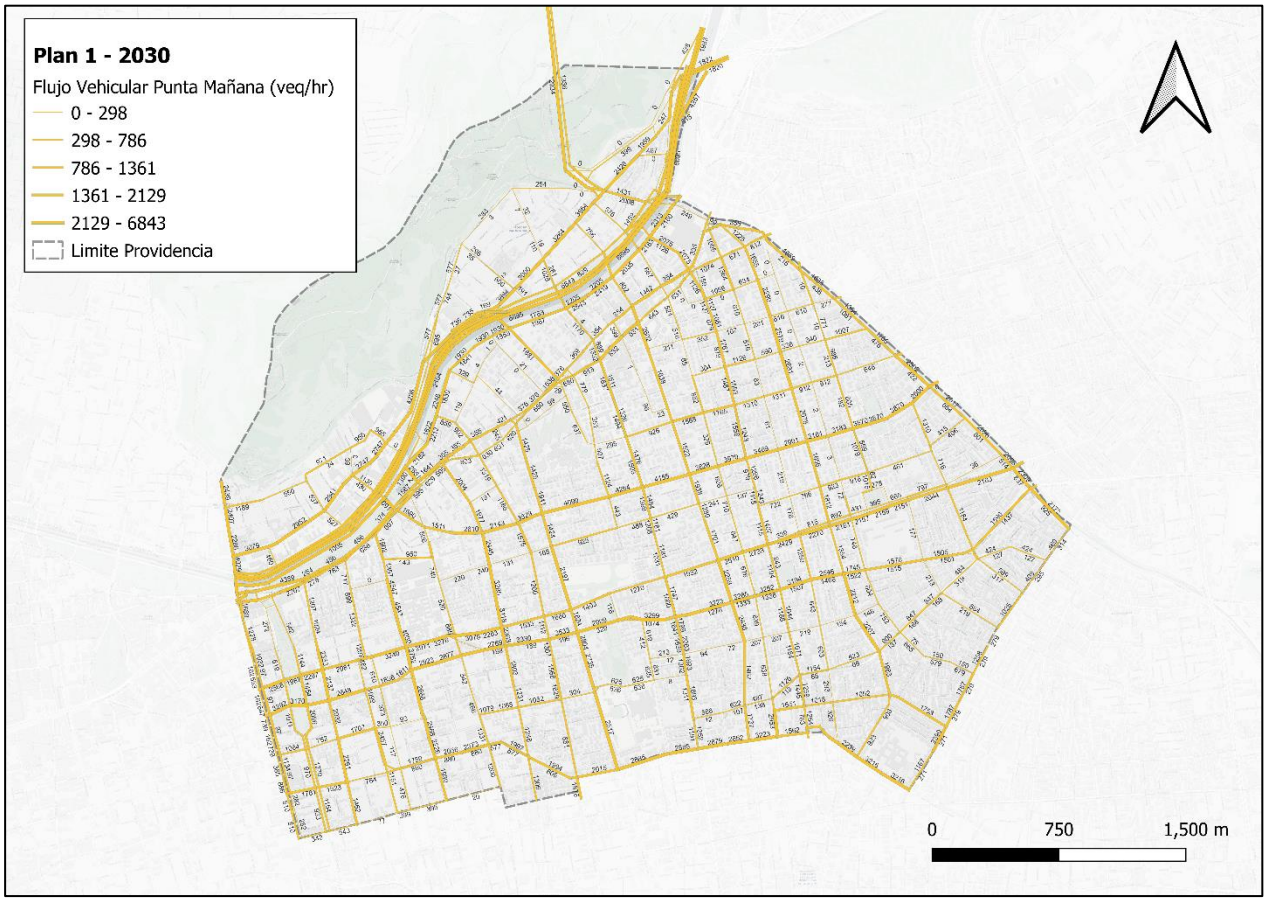
4.8.2 Plan de Proyectos 1 2030

4.8.2.1 Punta Mañana

Vista General

Se presenta el flujo total simulado en el período punta mañana.

FIGURA Nº 4.8-37: FLUJO TOTAL DE LA RED – PLAN 1 2030 PUNTA MAÑANA

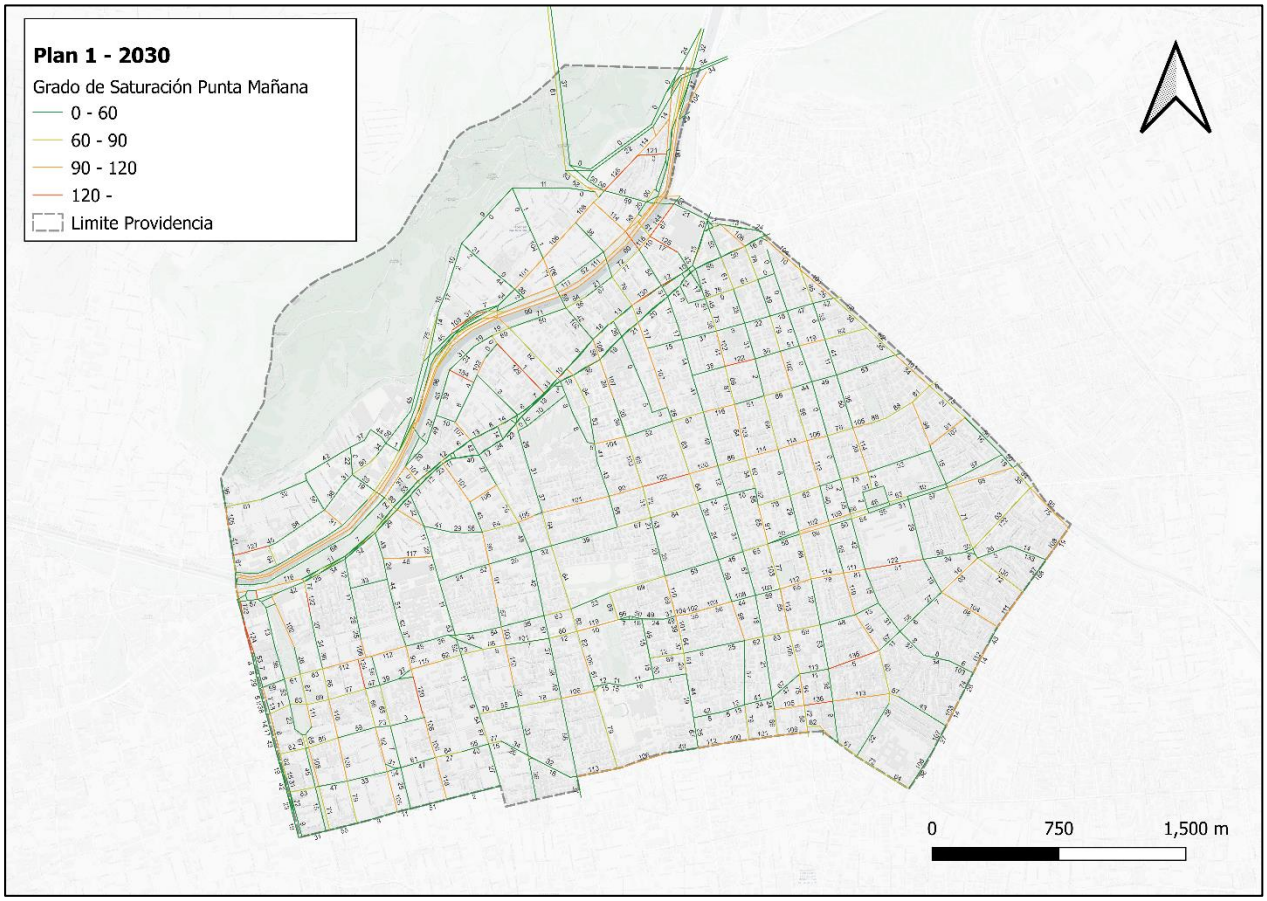


Fuente: Elaboración Propia

Se observa una redistribución de flujos importante producto de la eliminación de reversibilidad en Andrés Bello, afectando a los ejes contiguos: Los Conquistadores y Santa María.

El efecto sobre Av. Providencia es menor, como puede comprobarse observando los indicadores de saturación de la red.

FIGURA Nº 4.8-38: GRADO DE SATURACIÓN DE LA RED – PLAN 1 2030 PUNTA MAÑANA



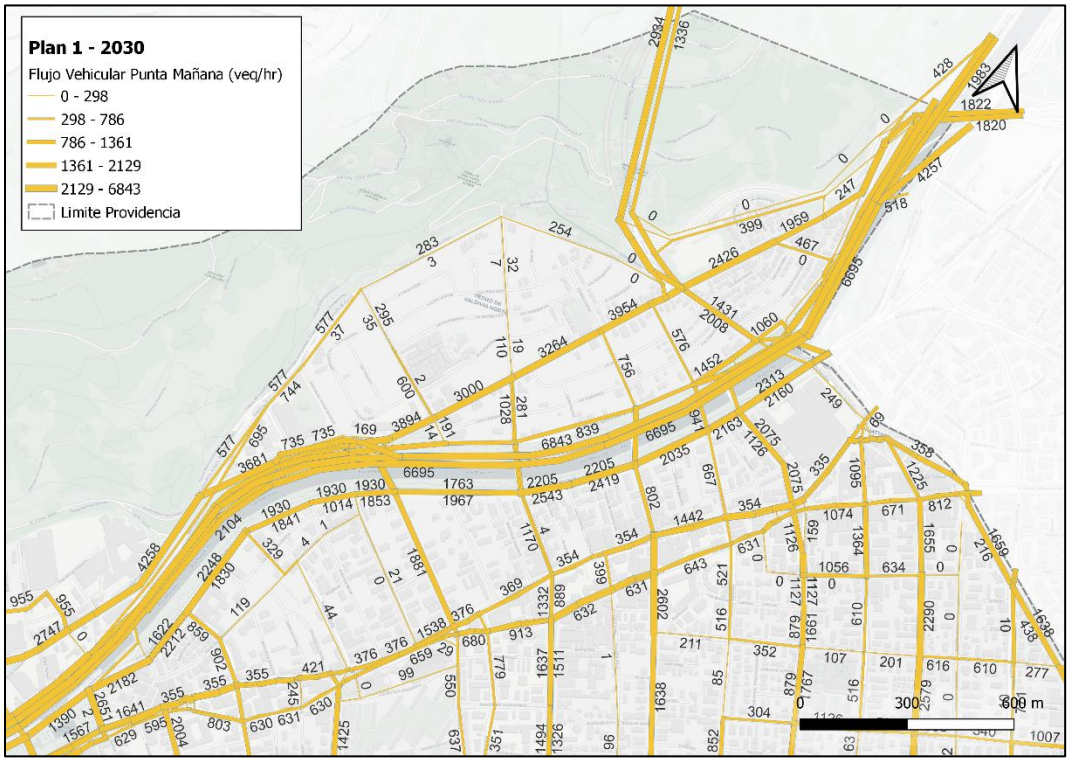
Fuente: Elaboración Propia

La operación de la red, salvo el caso particular de Andrés Bello, no varía mayormente. El efecto de las otras medidas del plan de proyectos implementado se traduce principalmente en mejoras que no son percibidas por el automóvil. No obstante, se puede señalar que estas tampoco afectan negativamente a este modo.

Sector Nororiente: Pedro de Valdivia Norte - Andrés Bello – Av. Providencia

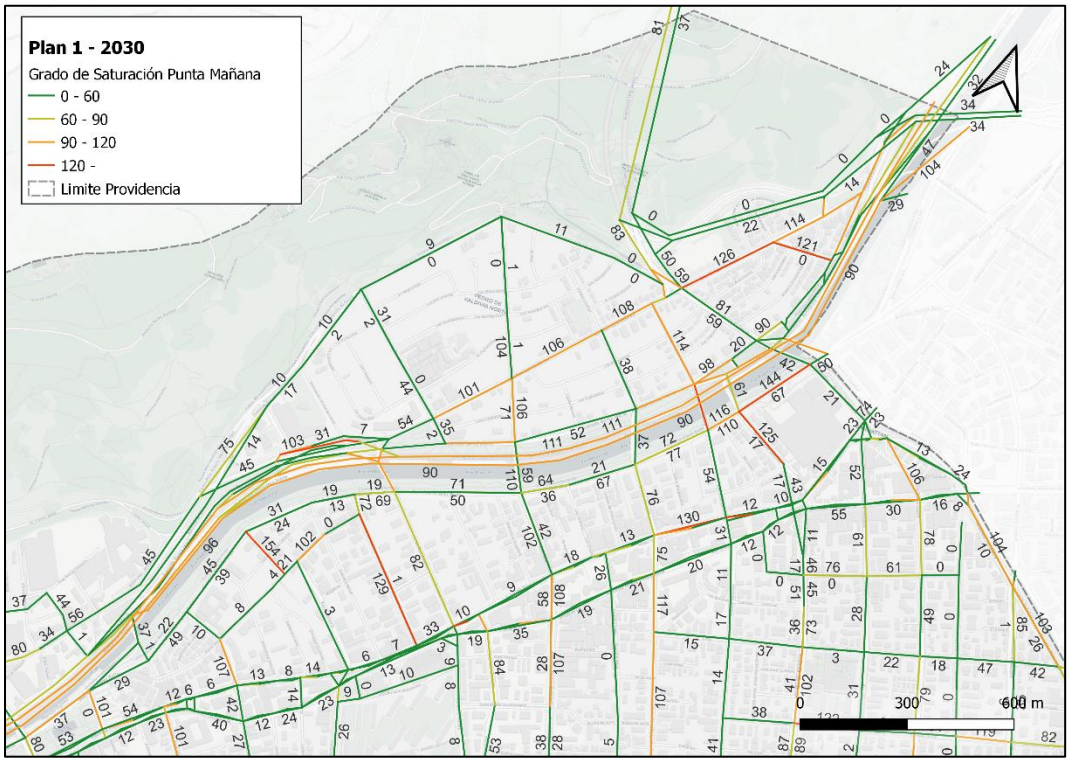
Se presentan figuras de flujo vehicular y grado de saturación para la zona nororiente de la comuna, buscando observar el detalle respecto de su operación particular.

FIGURA Nº 4.8-39: FLUJO TOTAL SECTOR NORORIENTE – PLAN 1 2030 PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.8-40: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR NORORIENTE– PLAN 1 2030 PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración Propia

Respecto de la Situación Base se observa que el eje Los Conquistadores presenta mayor demanda y peores indicadores de saturación. No obstante, el sector de Costanera Andrés Bello y Santa María mejoró considerablemente su operación. Esto se verá en mayor detalle en la Tarea 23 de diagnóstico vehicular.

Sector Norponiente: Bellavista – Parque Bustamante

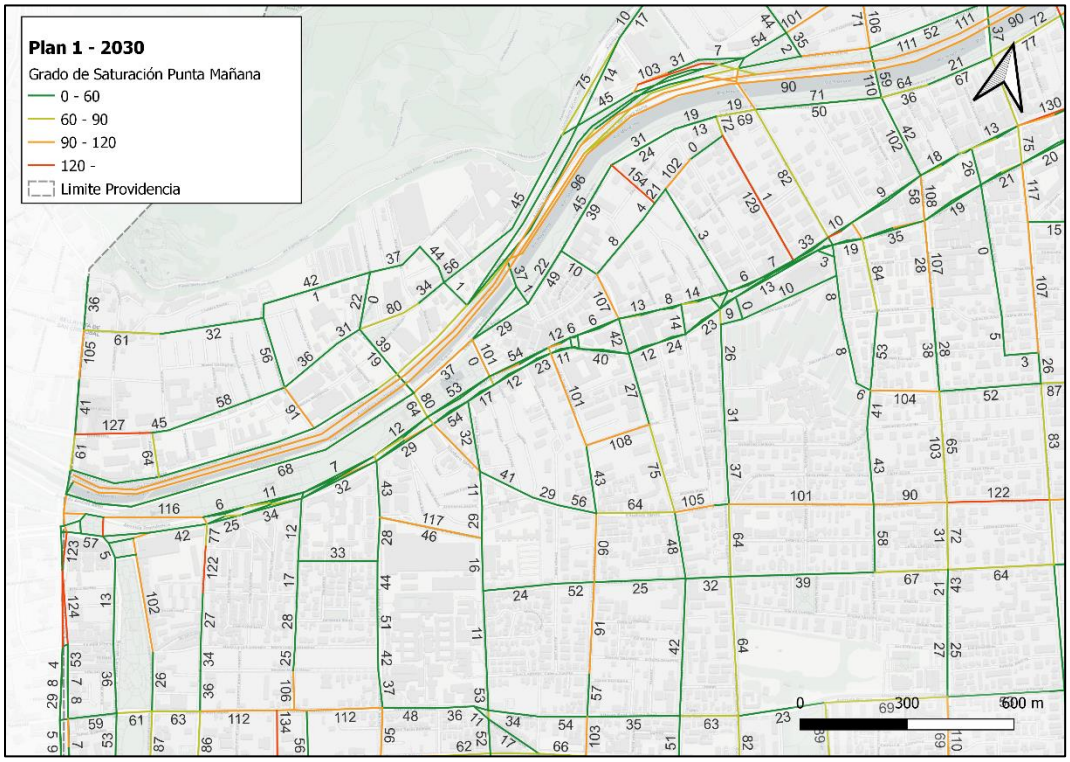
Se presentan figuras de flujo vehicular y grado de saturación para la zona norponiente, correspondiente a los sectores de Barrio Bellavista, Plaza Baquedano y Parque Bustamante, buscando observar el detalle de su operación particular.

FIGURA Nº 4.8-41: FLUJO TOTAL SECTOR NORPONIENTE – PLAN 1 2030 PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.8-42: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR NORPONIENTE– PLAN 1 2030 PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración Propia

La operación del sector respecto a la Situación Base se mantiene en niveles similares, presentándose los mayores conflictos en Plaza Baquedano, Bellavista con Pio Nono y Rancagua con Condell.

Sector Surponiente: Barrio Italia – Santa Isabel

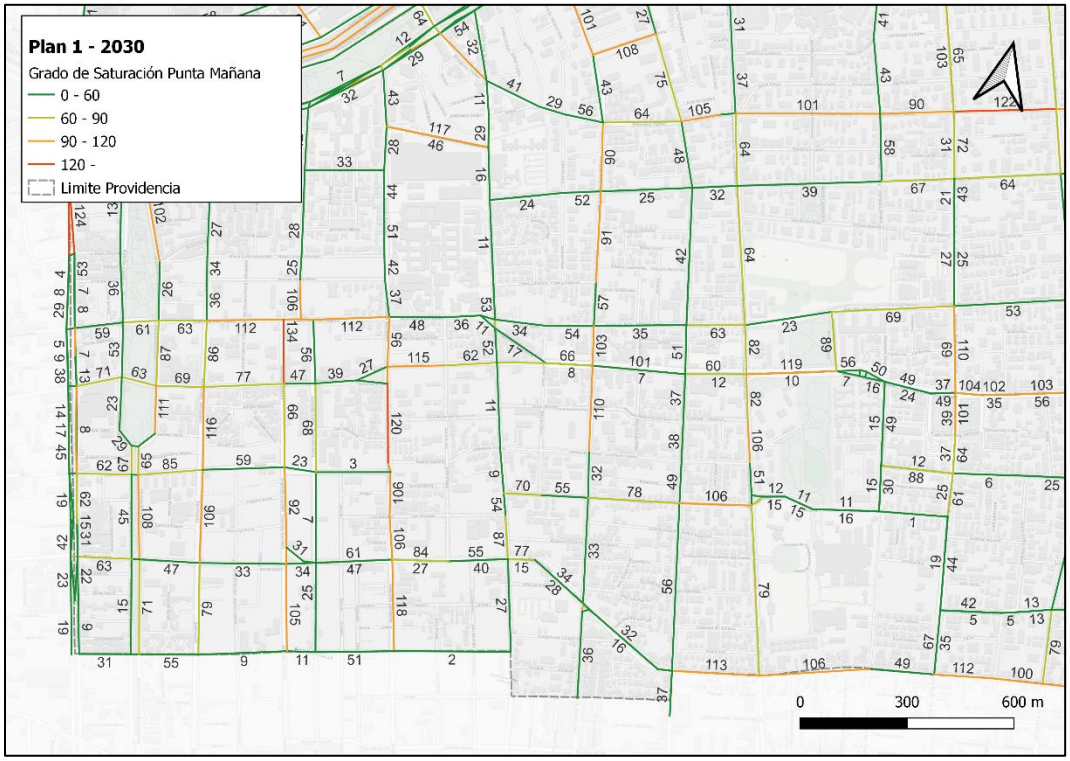
A continuación se presentan figuras de flujo vehicular y grado de saturación para la zona surponiente, correspondiente a los sectores de Barrio Italia y Santa Isabel, con objeto de ver el detalle de su operación particular.

FIGURA Nº 4.8-43: FLUJO TOTAL SECTOR SURPONIENTE – PLAN 1 2030 PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.8-44: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR SURPONIENTE– PLAN 1 2030 PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración Propia

En este sector se observa que el eje de mayor demanda corresponde a Av. Salvador. También se observa un leve aumento en la demanda en el sector de Diagonal Oriente.

Sector Suroriente: Pocuro – El Aguilucho

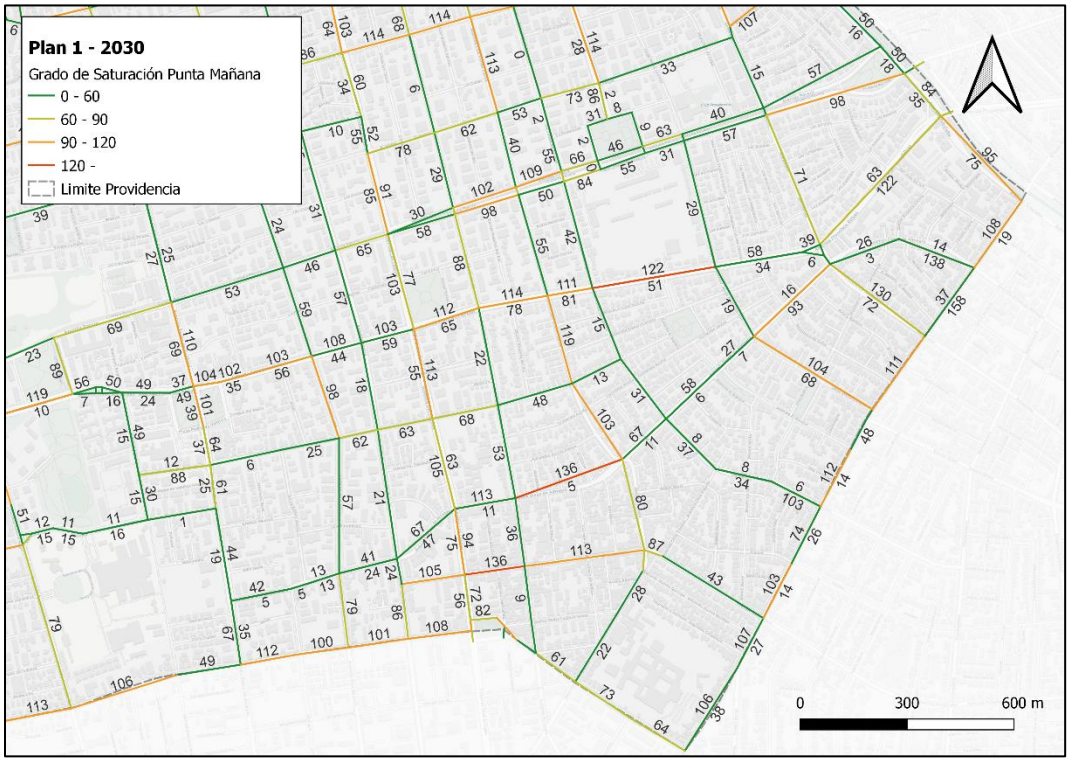
Las siguientes figuras de flujo vehicular y grado de saturación corresponden a la zona suroriente, incluyendo los sectores de Pocuro y El Aguilucho, esto a fin de ver el detalle de su operación particular.

FIGURA Nº 4.8-45: FLUJO TOTAL SECTOR SURORIENTE – PLAN 1 2030 PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.8-46: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR SURORIENTE– PLAN 1 2030 PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración Propia

Este sector mantiene en general lo observado respecto a la Situación Base, con un incremento en la demanda por Diagonal Oriente en sentido oriente-poniente.

Sector Centro Cívico: Carlos Antúnez – Eliodoro Yáñez

Para finalizar se presentan las figuras de flujo vehicular y grado de saturación correspondientes a la zona aledaña a la Ilustre Municipalidad de Providencia, incluyendo los sectores de Carlos Antúnez y Eliodoro Yáñez, observando el detalle de su operación particular.

FIGURA Nº 4.8-47: FLUJO TOTAL SECTOR CENTRO CIVICO – PLAN 1 2030 PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.8-48: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR CENTRO CIVICO – PLAN 1 2030 PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración Propia

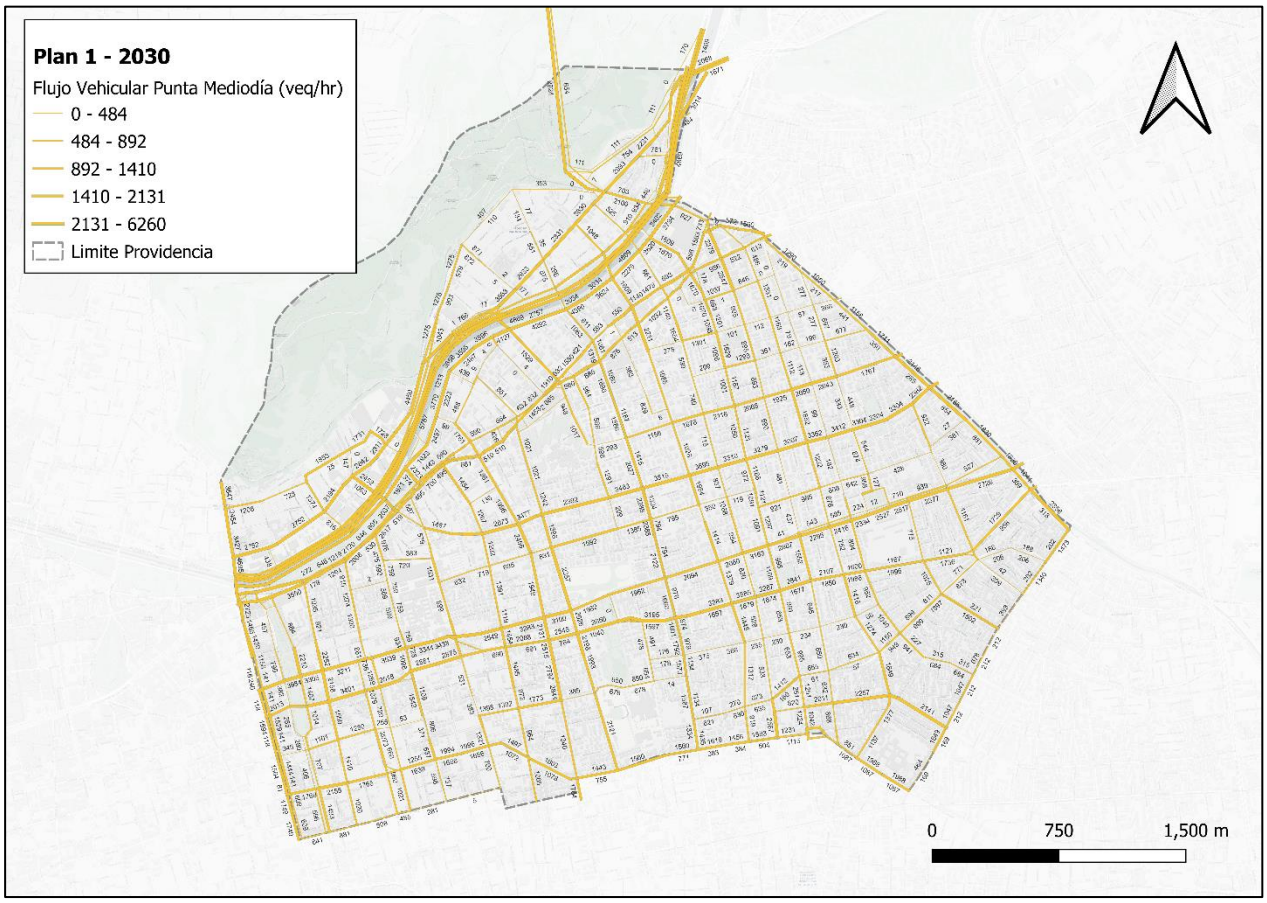
Similar al anterior, no se observan mayores diferencias respecto a la Punta Mañana de la Situación Base.

4.8.2.2 Punta Mediodía

Vista General

A continuación se presentan los flujos y niveles de saturación obtenidos para el período Punta Mediodía.

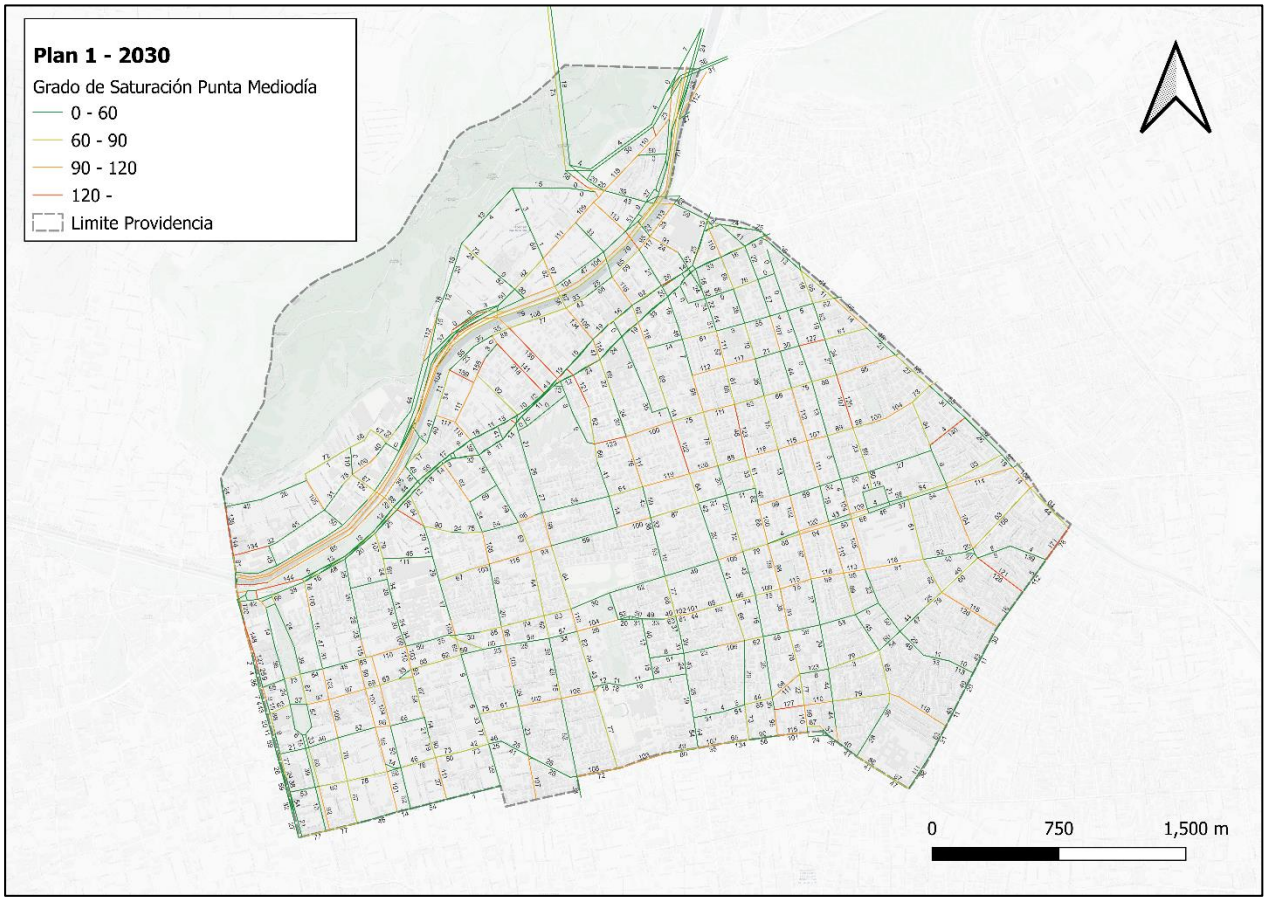
FIGURA Nº 4.8-49: FLUJO TOTAL DE LA RED – PLAN 1 2030 PUNTA MEDIODÍA



Fuente: Elaboración Propia

Los flujos, al igual que en la Situación Base, se moderan respecto de la Punta Mañana, siendo los ejes de mayor carga Eliodoro Yáñez, Rancagua, Pocuro y Los Conquistadores. También se observa gran demanda entre los ejes Providencia y Andrés Bello, como se observa en los grados de saturación reportados.

FIGURA Nº 4.8-50: GRADO DE SATURACIÓN DE LA RED – PLAN 1 2030 PUNTA MEDIODÍA



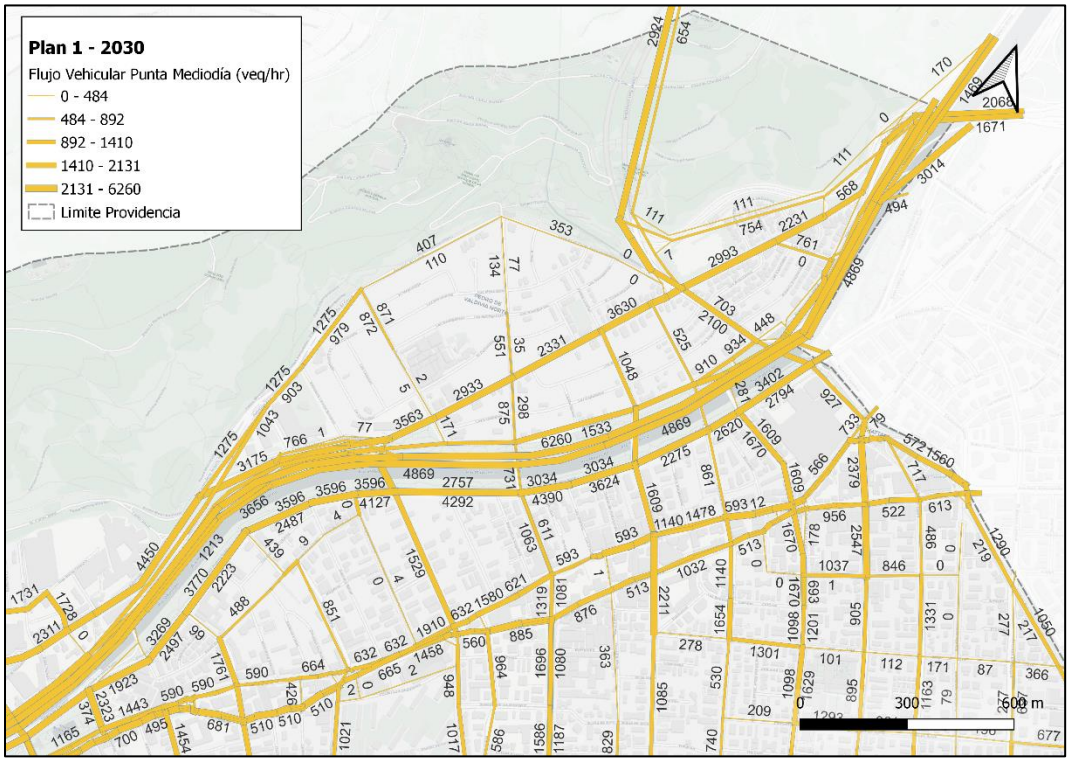
Fuente: Elaboración Propia

Se puede señalar que esta red presenta diferencias mínimas respecto de la base al no verse afectada por el fin de la reversibilidad en Andrés Bello.

Sector Nororiente: Pedro de Valdivia Norte - Andrés Bello – Av. Providencia

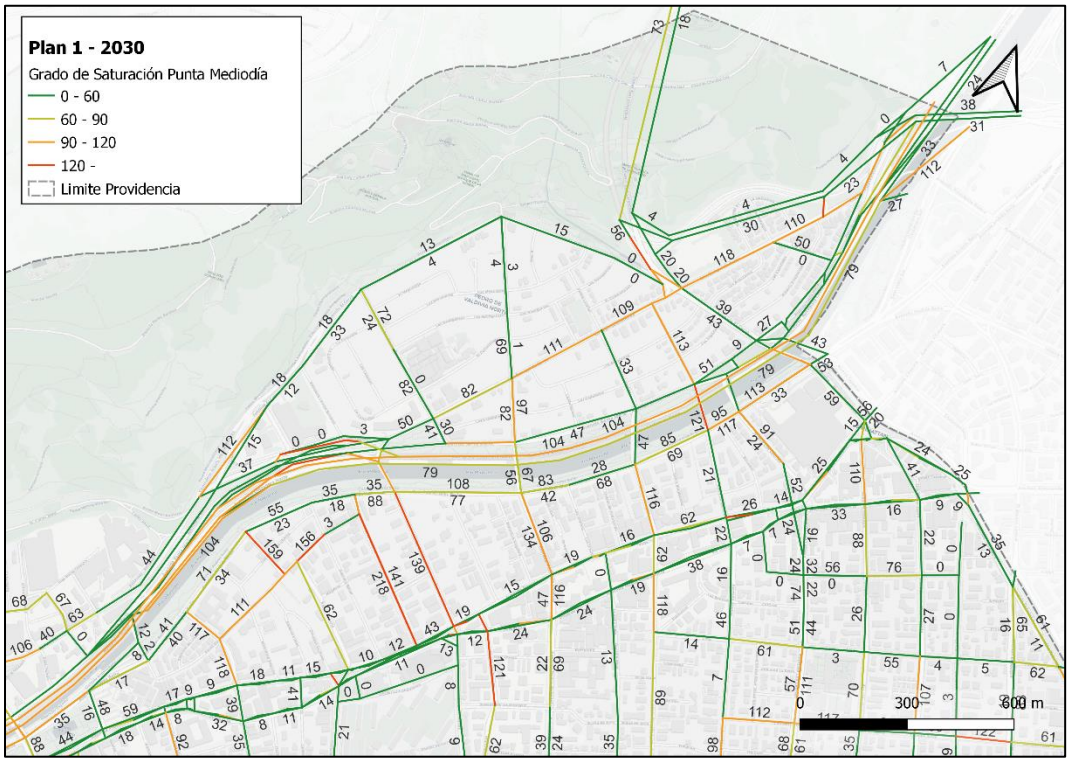
Se presentan figuras de flujo vehicular y grado de saturación para la zona nororiente de la comuna, buscando observar el detalle respecto de su operación particular.

FIGURA Nº 4.8-51: FLUJO TOTAL SECTOR NORORIENTE – PLAN 1 2030 PUNTA MEDIODÍA



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.8-52: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR NORORIENTE– PLAN 1 2030 PUNTA MEDIODÍA



Fuente: Elaboración Propia

Similar a la Situación Base, se observan conflictos importantes en varias intersecciones como Pedro de Valdivia con Andrés Bello, La Concepción con Providencia y Marchant Pereira con Nueva Providencia; además de la salida de Costanera Norte junto a la Clínica Indisa.

Sector Norponiente: Bellavista – Parque Bustamante

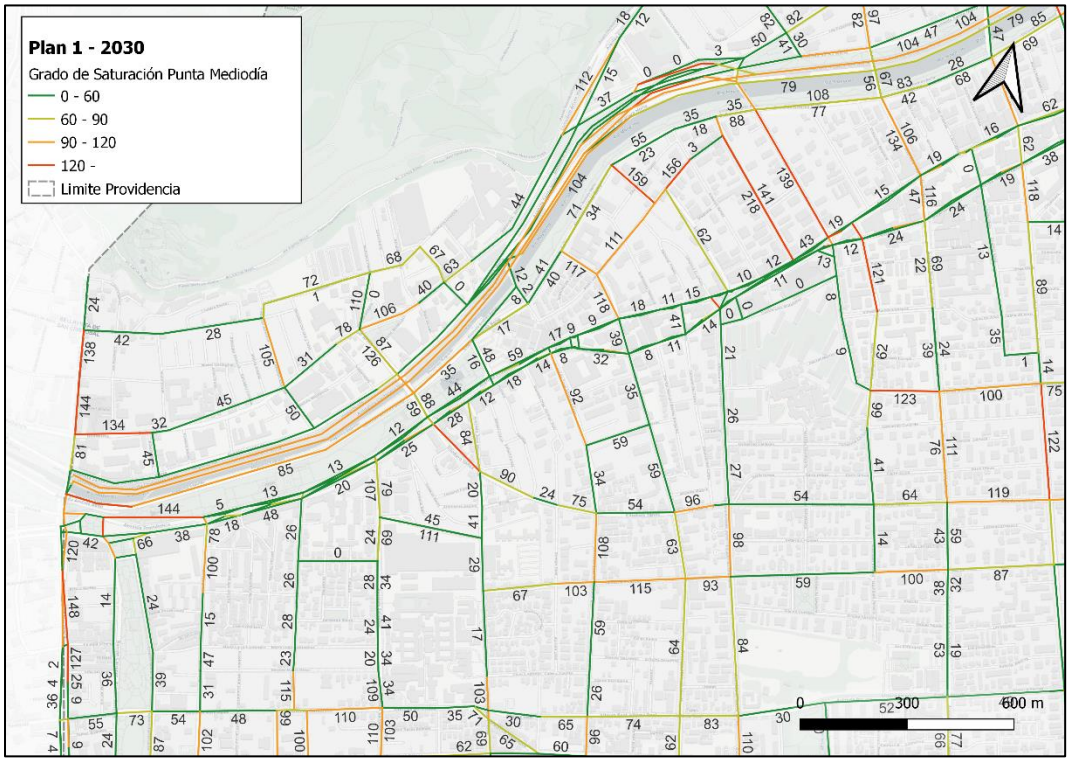
Se presentan figuras de flujo vehicular y grado de saturación para la zona norponiente, correspondiente a los sectores de Barrio Bellavista, Plaza Baquedano y Parque Bustamante, buscando observar el detalle de su operación particular.

FIGURA Nº 4.8-53: FLUJO TOTAL SECTOR NORPONIENTE – PLAN 1 2030 PUNTA MEDIODÍA



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.8-54: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR NORPONIENTE– PLAN 1 2030 PUNTA MEDIODÍA



Fuente: Elaboración Propia

Se observa un muy leve empeoramiento en la operación vehicular del sector, no obstante las diferencias debieran ser imperceptibles dada la congestión del sector.

Sector Surponiente: Barrio Italia – Santa Isabel

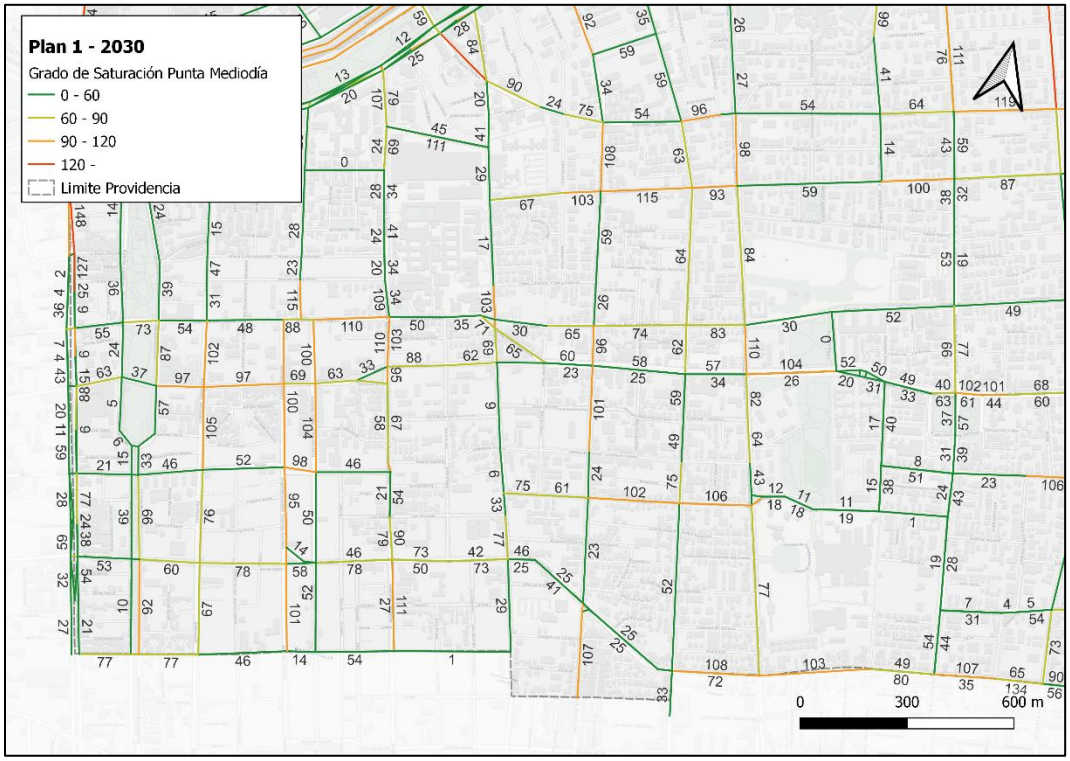
A continuación se presentan figuras de flujo vehicular y grado de saturación para la zona surponiente, correspondiente a los sectores de Barrio Italia y Santa Isabel, con objeto de ver el detalle de su operación particular.

FIGURA Nº 4.8-55: FLUJO TOTAL SECTOR SURPONIENTE – PLAN 1 2030 PUNTA MEDIODÍA



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.8-56: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR SURPONIENTE– PLAN 1 2030 PUNTA MEDIODÍA



Fuente: Elaboración Propia

Este sector presenta una operación adecuada, siendo el sector de mayor demanda el comprendido por el par vial de Condell e Italia. Similar a la base, los ejes Rancagua y Bilbao concentran la mayor demanda oriente-poniente, se encuentran saturados y siguen dentro de los límites de operación.

Sector Suroriente: Pocuro – El Aguilucho

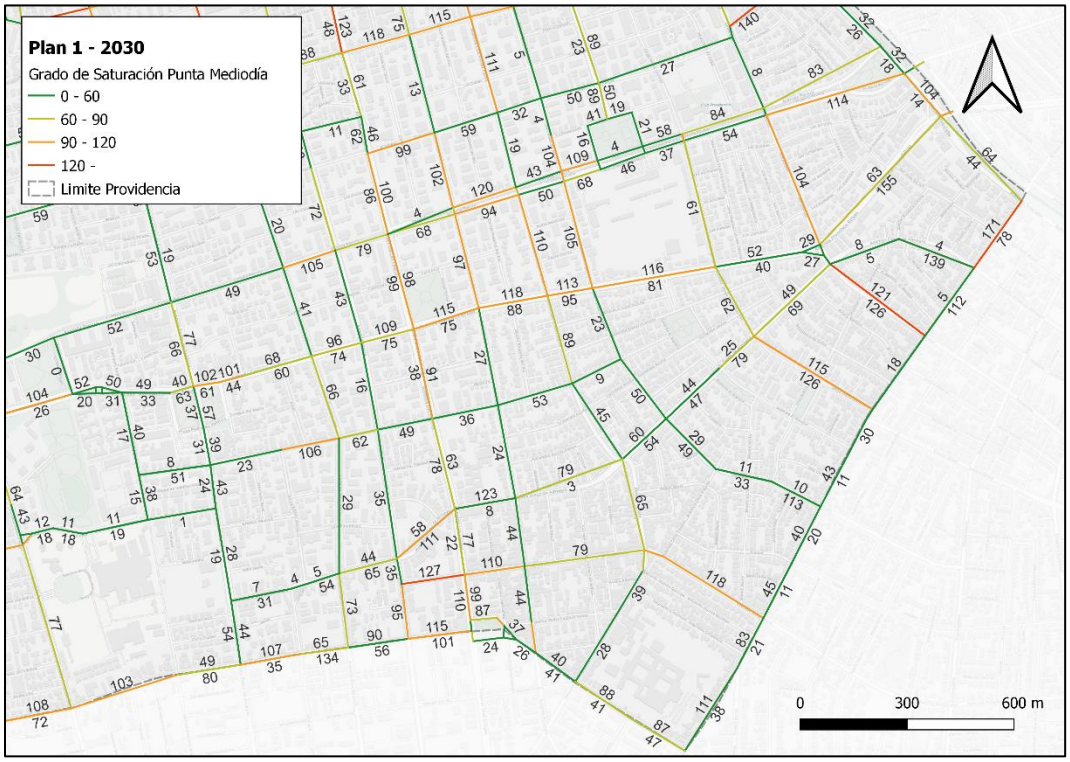
Las siguientes figuras de flujo vehicular y grado de saturación corresponden a la zona suroriente, incluyendo los sectores de Pocuro y El Aguilucho, esto a fin de ver el detalle de su operación particular.

FIGURA Nº 4.8-57: FLUJO TOTAL SECTOR SURORIENTE – PLAN 1 2030 PUNTA MEDIODÍA



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.8-58: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR SURORIENTE– PLAN 1 2030 PUNTA MEDIODÍA



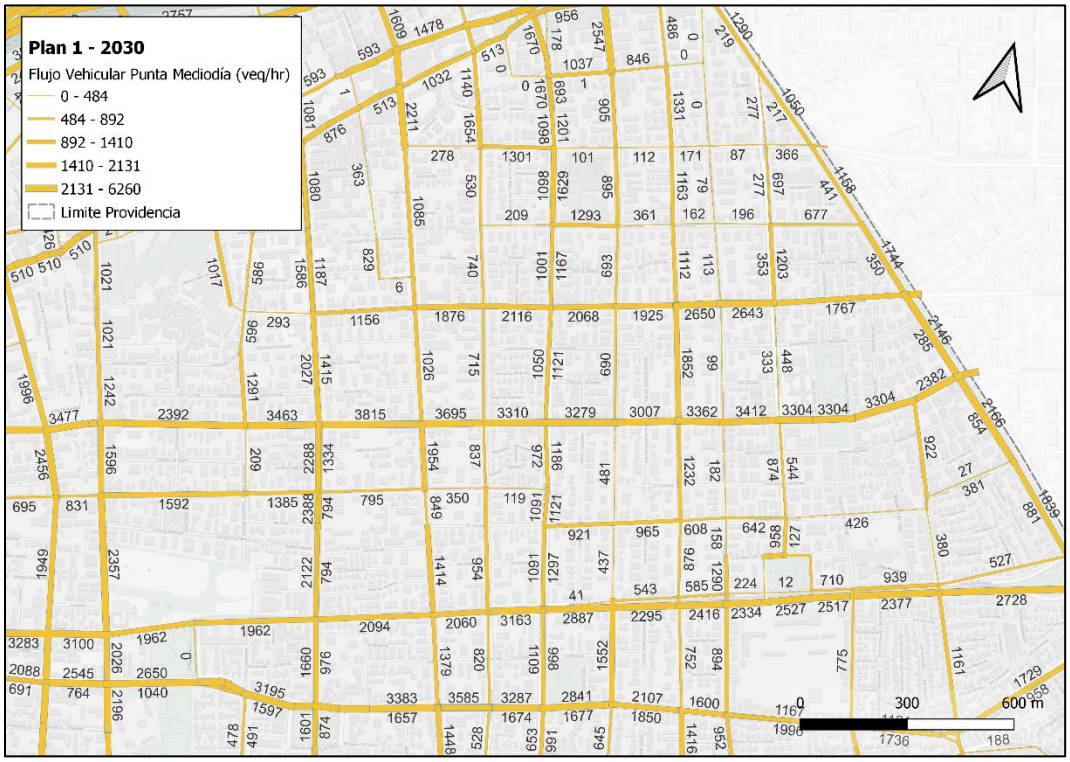
Fuente: Elaboración Propia

La operación de Echeñique, El Aguilucho y Diagonal Oriente es deficiente producto de la alta demanda procedente de Ñuñoa. También es importante mencionar el eje de Amapolas en sentido sur-norte.

Sector Centro Cívico: Carlos Antúnez – Eliodoro Yáñez

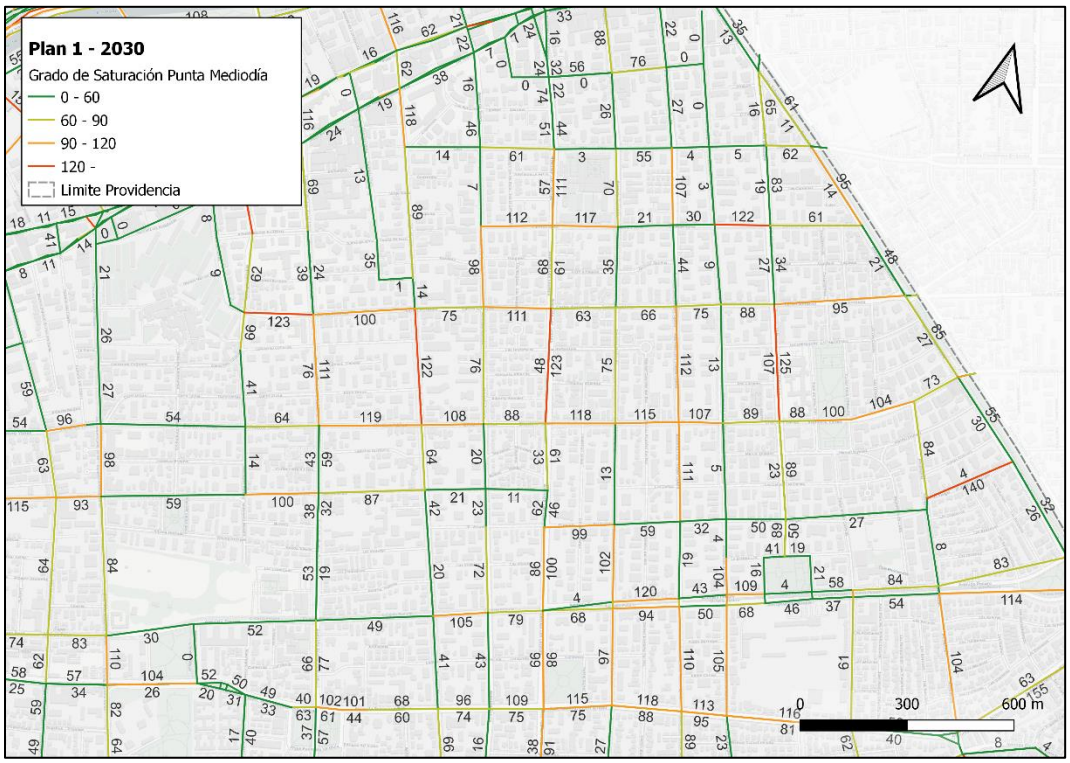
Para finalizar se presentan las figuras de flujo vehicular y grado de saturación correspondientes a la zona aledaña a la Ilustre Municipalidad de Providencia, incluyendo los sectores de Carlos Antúnez y Eliodoro Yáñez, observando el detalle de su operación particular.

FIGURA Nº 4.8-59: FLUJO TOTAL SECTOR CENTRO CIVICO – PLAN 1 2030 PUNTA MEDIODÍA



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.8-60: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR CENTRO CIVICO – PLAN 1 2030 PUNTA MEDIODÍA



Fuente: Elaboración Propia

Aquí se observa gran cantidad de conflictos en sentido norte-sur entre Carlos Antúnez y Eliodoro Yáñez, que se atribuible a la alta demanda de ambos ejes y la imposibilidad de acoger mayor tráfico.

4.8.2.3 Punta Tarde

Vista General

Finalmente, se presentan los flujos simulados y niveles de saturación del período Punta Tarde al año 2030.

FIGURA Nº 4.8-61: FLUJO TOTAL DE LA RED – PLAN 1 2030 PUNTA TARDE

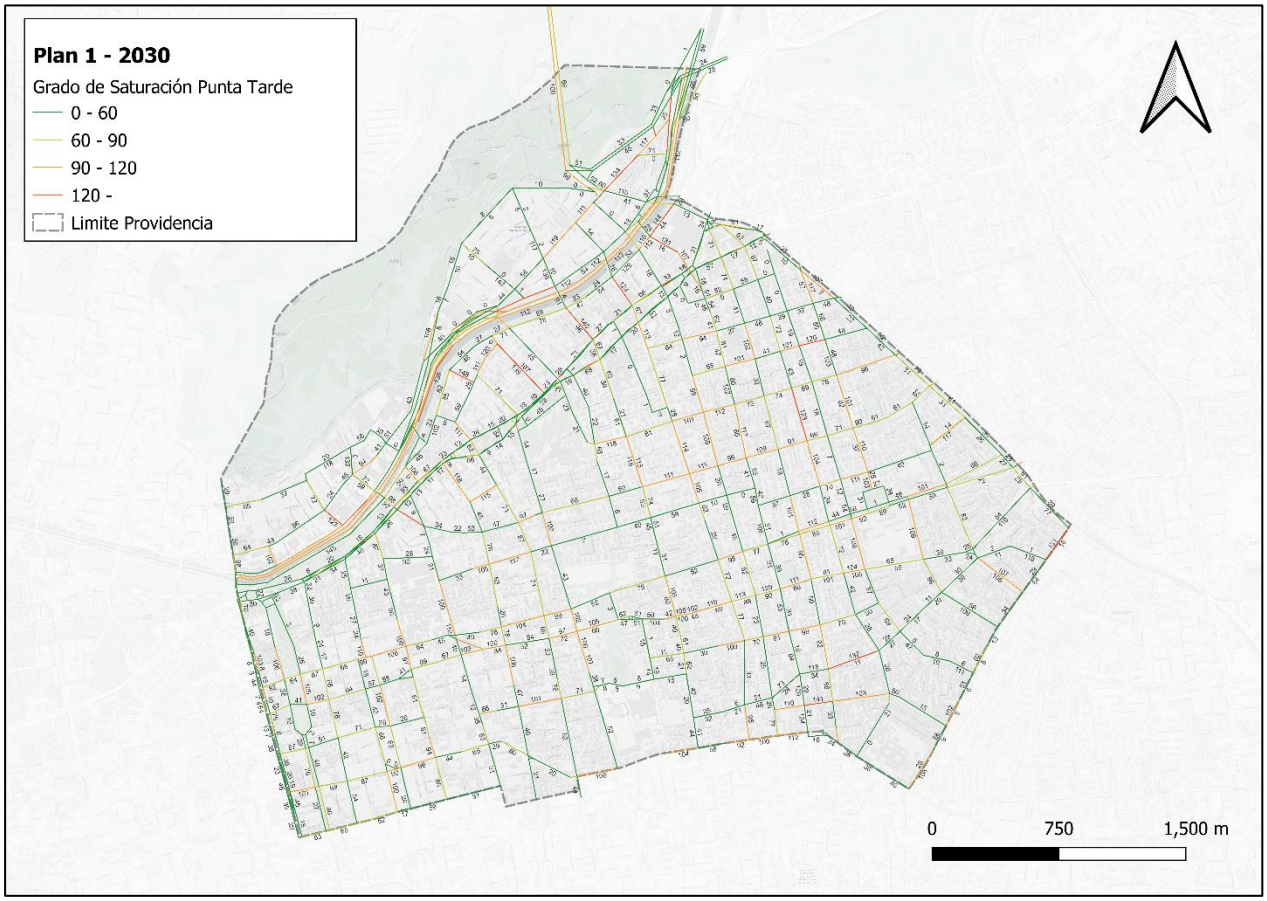


Fuente: Elaboración Propia

Al comparar con la Situación Base es particularmente relevante el efecto sobre la Costanera Andrés Bello, y como esto afecta la demanda del sector oriente de la comuna dada la presencia de centros comerciales en ese sector.

Se observan los mayores niveles de saturación de la red, aunque mejoran ligeramente respecto de la situación previa.

FIGURA Nº 4.8-62: GRADO DE SATURACIÓN DE LA RED – PLAN 1 2030 PUNTA TARDE



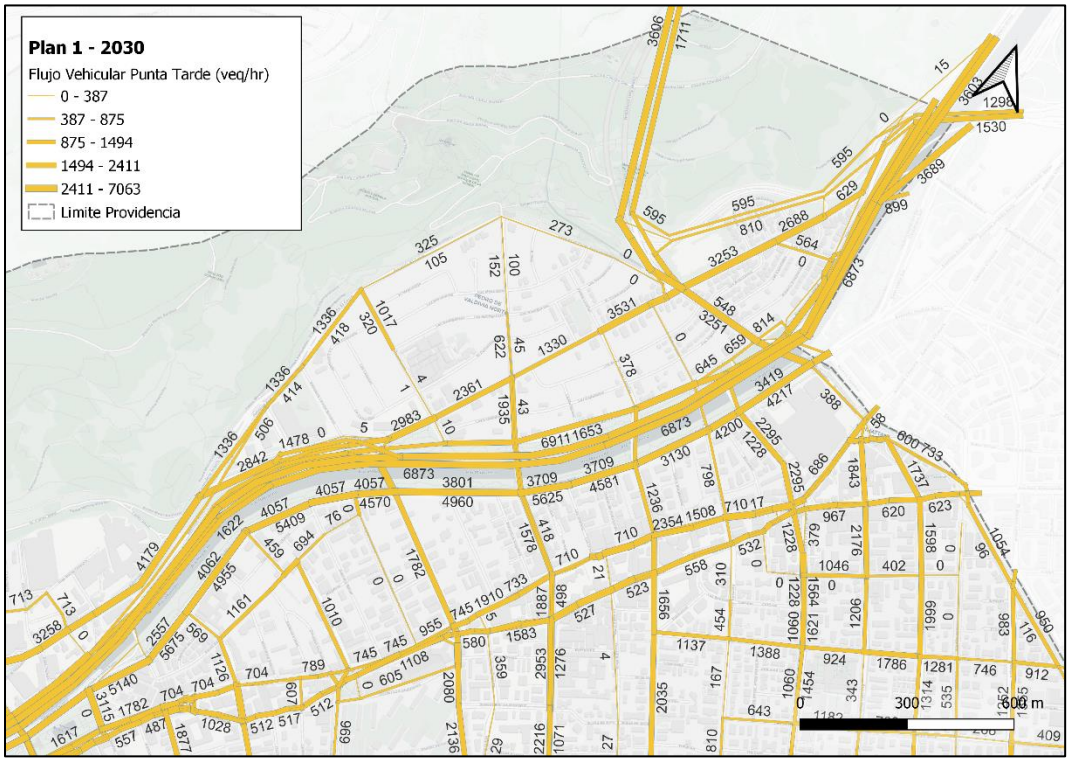
Fuente: Elaboración Propia

Los ejes a tener en cuenta son Eliodoro Yáñez, Los Conquistadores. También se observa alta congestión en Bilbao hacia el poniente y Carlos Antúnez hacia el oriente. Se añade Nueva Los Leones dado la menor oferta para acceder a Costanera Center desde el poniente.

Sector Nororiente: Pedro de Valdivia Norte - Andrés Bello – Av. Providencia

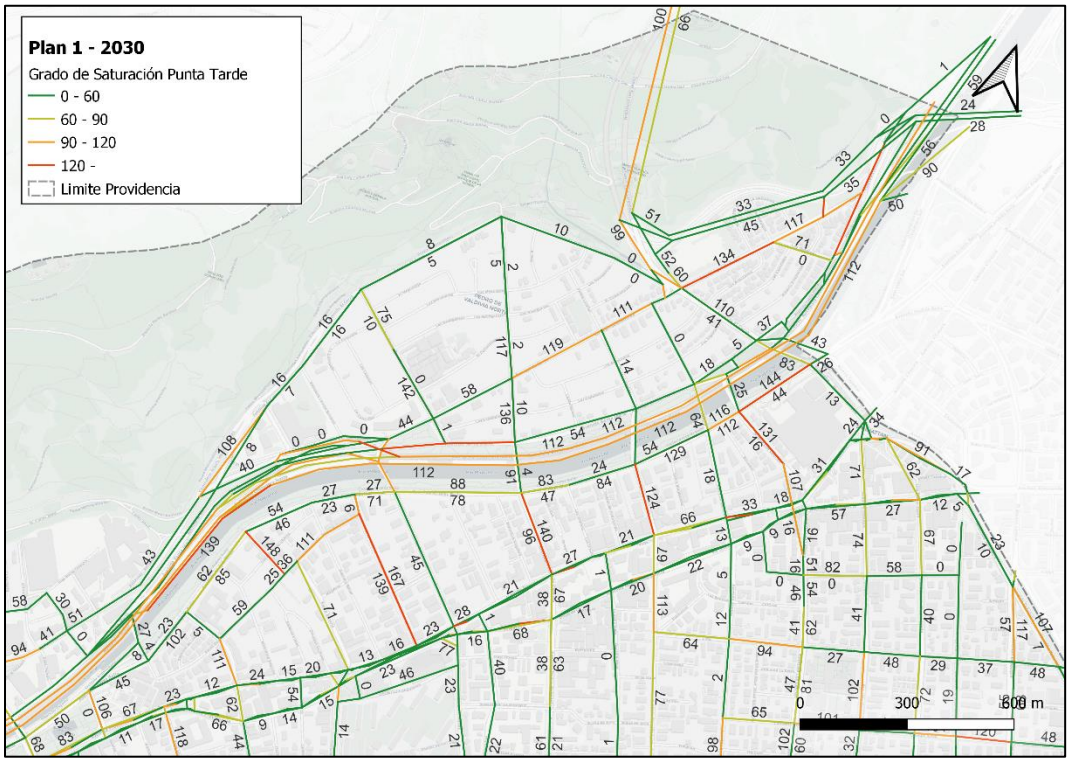
Se presentan figuras de flujo vehicular y grado de saturación para la zona nororiente de la comuna, buscando observar el detalle respecto de su operación particular.

FIGURA Nº 4.8-63: FLUJO TOTAL SECTOR NORORIENTE – PLAN 1 2030 PUNTA TARDE



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.8-64: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR NORORIENTE– PLAN 1 2030 PUNTA TARDE



Fuente: Elaboración Propia

Aquí, en contraposición a la Punta Mañana, el eje Santa María empeora su operación a la vez que Andrés Bello mejora. Un elemento disonante es el cruce de Los Conquistadores y El Cerro, que sigue presentando niveles de operación deficientes fruto de la demanda asociada al Túnel San Cristóbal.

Sector Norponiente: Bellavista – Parque Bustamante

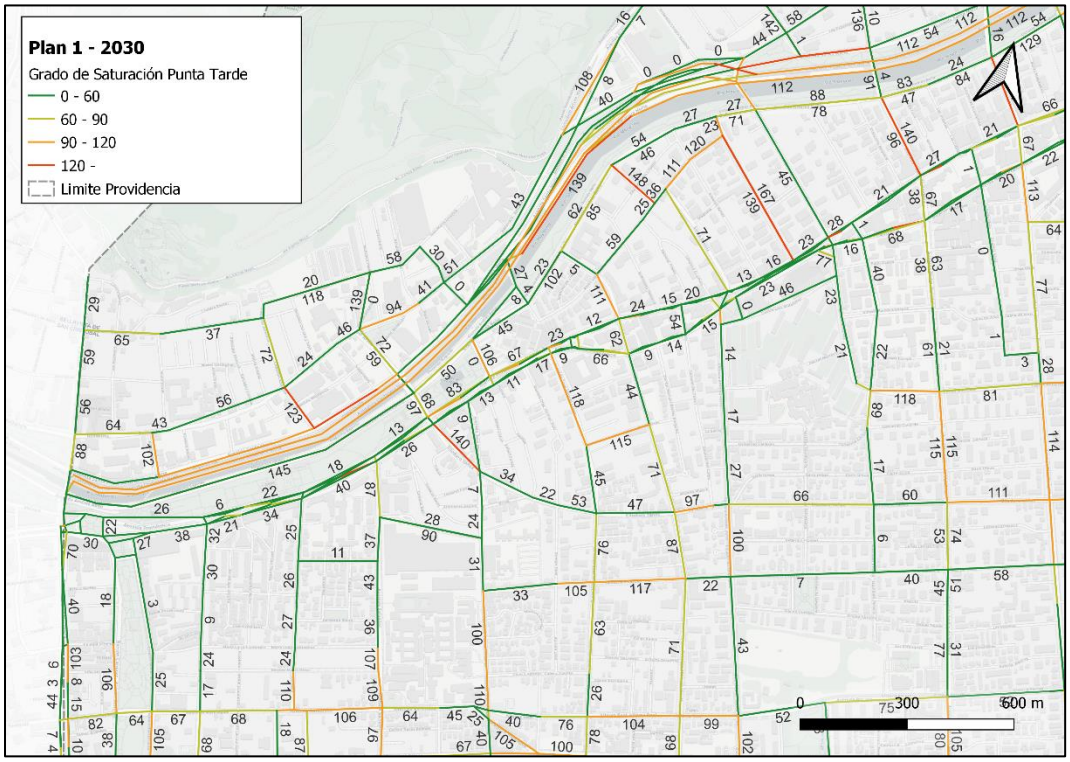
Se presentan figuras de flujo vehicular y grado de saturación para la zona norponiente, correspondiente a los sectores de Barrio Bellavista, Plaza Baquedano y Parque Bustamante, buscando observar el detalle de su operación particular.

FIGURA Nº 4.8-65: FLUJO TOTAL SECTOR NORPONIENTE – PLAN 1 2030 PUNTA TARDE



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.8-66: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR NORPONIENTE– PLAN 1 2030 PUNTA TARDE



Fuente: Elaboración Propia

Siguiendo la tónica observada en el sector anterior, se observan mejoras en la Costanera y en general del flujo oriente-poniente fruto de eliminar la reversibilidad en Andrés Bello. No obstante, el eje Santa María incrementa notablemente su congestión y se mantiene el punto crítico de Eliodoro Yáñez y Providencia. El mayor beneficiado es el sector de Plaza Baquedano y Bellavista, que ven reducida su congestión notablemente.

Sector Surponiente: Barrio Italia – Santa Isabel

A continuación se presentan figuras de flujo vehicular y grado de saturación para la zona surponiente, correspondiente a los sectores de Barrio Italia y Santa Isabel, con objeto de ver el detalle de su operación particular.

FIGURA Nº 4.8-67: FLUJO TOTAL SECTOR SURPONIENTE – PLAN 1 2030 PUNTA TARDE



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.8-68: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR SURPONIENTE– PLAN 1 2030 PUNTA TARDE



Fuente: Elaboración Propia

En general se mantienen las condiciones de operación observadas en la Situación Base, salvo en el caso de Rancagua y su continuación al oriente, consecuencia directa de la eliminación de reversibilidad en Andrés Bello. Los puntos de mayor conflicto son Rancagua con Condell, Diagonal Rancagua con Román Diaz y Manuel Montt con Diagonal Oriente.

Sector Suroriente: Pocuro – El Aguilucho

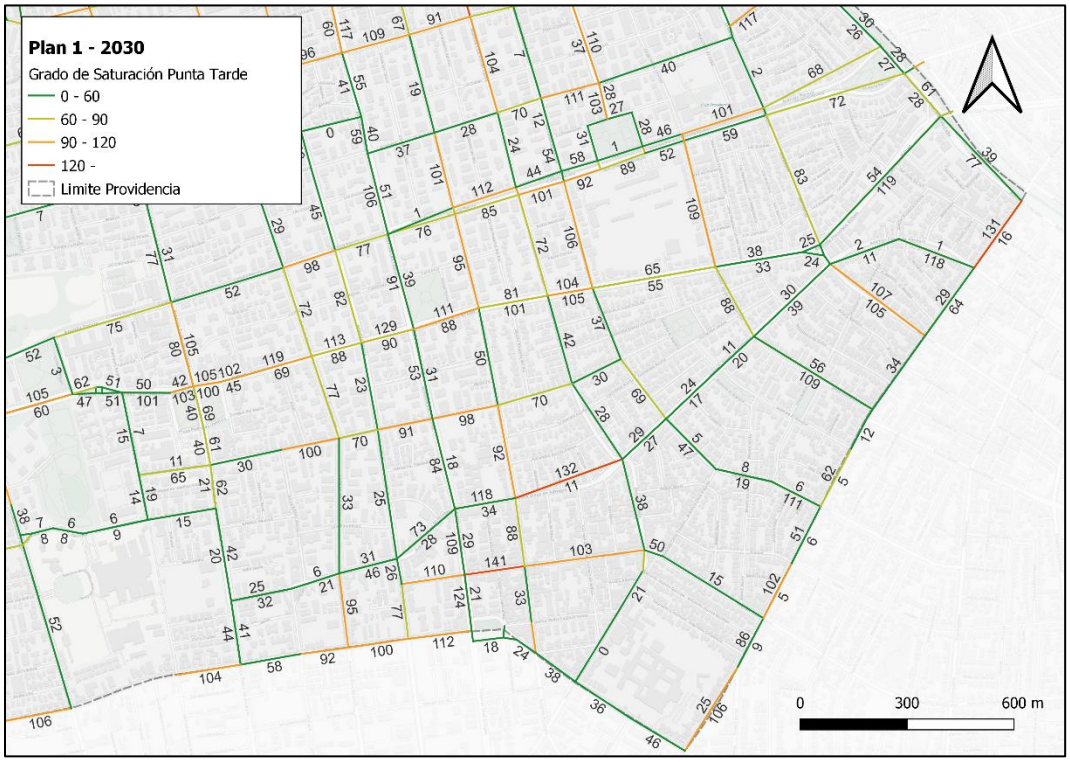
Las siguientes figuras de flujo vehicular y grado de saturación corresponden a la zona suroriente, incluyendo los sectores de Pocuro y El Aguilucho, esto a fin de ver el detalle de su operación particular.

FIGURA Nº 4.8-69: FLUJO TOTAL SECTOR SURORIENTE – PLAN 1 2030 PUNTA TARDE



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.8-70: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR SURORIENTE– PLAN 1 2030 PUNTA TARDE



Fuente: Elaboración Propia

En este sector se mantienen condiciones de operación similares a las observadas en la Situación Base. Los puntos de operación conflictiva son Diego de Almagro con Holanda y El Aguilucho con Los Leones.

Sector Centro Cívico: Carlos Antúnez – Eliodoro Yáñez

Para finalizar se presentan las figuras de flujo vehicular y grado de saturación correspondientes a la zona aledaña a la Ilustre Municipalidad de Providencia, incluyendo los sectores de Carlos Antúnez y Eliodoro Yáñez, observando el detalle de su operación particular.

FIGURA Nº 4.8-71: FLUJO TOTAL SECTOR CENTRO CIVICO – PLAN 1 2030 PUNTA TARDE



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.8-72: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR CENTRO CIVICO – PLAN 1 2030 PUNTA TARDE



Fuente: Elaboración Propia

La operación de Eliodoro Yáñez es similar a la Situación Base y en el caso de Carlos Antúnez se observa mayor flujo, esto repercute en las vías laterales de ambos ejes, que no permiten incorporarse al flujo, causando conflictos importantes en el área.

4.9 Tarea 23. Diagnóstico de Vehículos Motorizados

A partir de la información recogida en todas las tareas anteriores y de los resultados obtenidos mediante la modelación de la Situación Base y Planes de Proyectos asociados, se hace un análisis crítico de la operación de la red vial al interior del área de estudio. Se reporta una descripción detallada de los siguientes aspectos.

- Principales viajes orígenes-destino intracomunales e intercomunales de la comuna de Providencia y viajes de paso por la comuna.
- Puntos críticos de conflicto en la red vial comunal a nivel de calzada (saturación y velocidades de desplazamiento).
- Discontinuidades viales en la comuna.

4.9.1 Análisis de viajes de Providencia en Escenario 1 Base

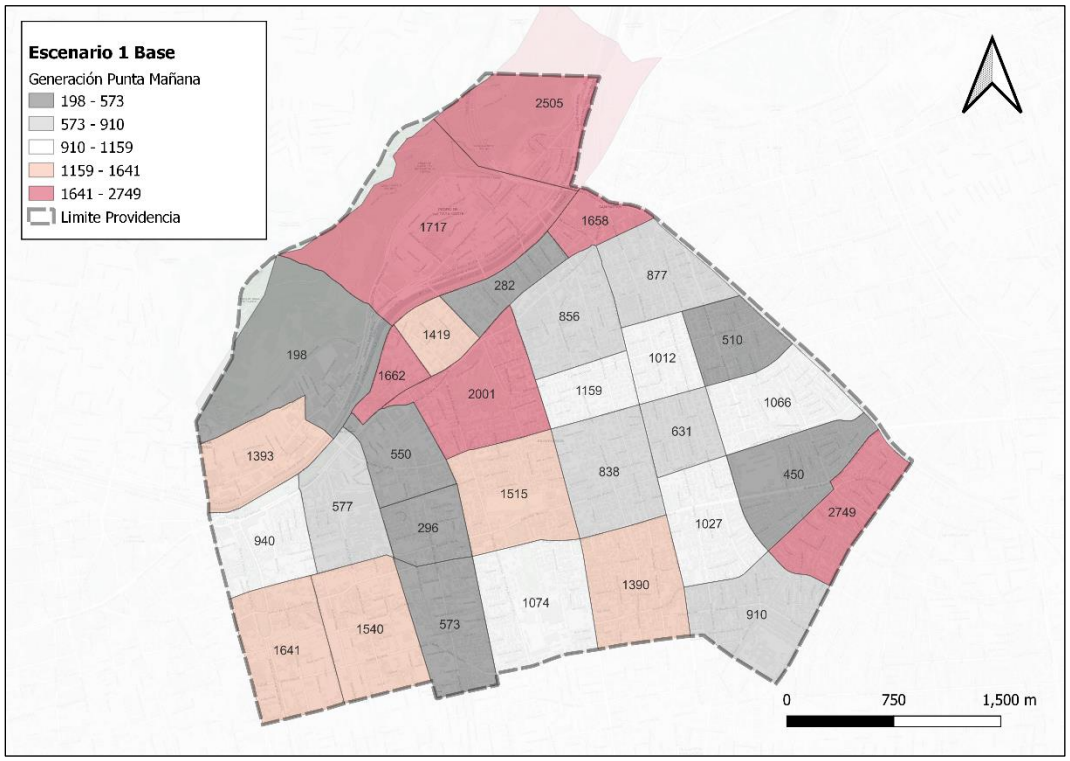
Como primer elemento, se presenta un análisis de la demanda de viajes cuya la generación y atracción ocurre dentro de Providencia. Se hace la diferencia entre cada escenario trabajado y modelado.

CUADRO Nº4.9-1: VIAJES GENERADOS Y ATRAÍDOS AL 2030 EN COMUNA DE PROVIDENCIA – ESCENARIO 1 BASE

Zona	Punta Mañana		Punta Mediodía		Punta Tarde	
	Viajes Generados	Viajes Atraídos	Viajes Generados	Viajes Atraídos	Viajes Generados	Viajes Atraídos
66	940	1456	723	2826	644	2786
67	1641	2111	572	1966	2506	2723
68	1066	217	1457	110	799	203
69	856	644	1300	1097	1410	467
70	282	5060	1476	3930	2474	5528
71	1419	1961	2182	1227	2982	2669
72	2001	1964	2464	3393	2126	2544
73	1540	271	1116	2324	812	511
74	1074	349	919	365	2751	623
75	1515	428	392	1455	456	2234
76	1027	333	433	758	1962	467
77	450	223	621	685	953	587
78	1717	1756	1120	1554	3112	1095
79	510	178	734	135	266	435
80	877	1809	2030	6063	1895	1380
81	910	216	697	328	873	1021
82	550	2925	654	423	2051	1380
83	577	5345	1737	2171	3057	1468
84	2749	86	1249	40	855	99
85	838	299	1718	763	2483	341
86	1390	262	275	263	315	356
87	198	843	784	415	17	210
88	1393	1683	433	3004	861	1988
219	631	175	787	63	996	395
220	1159	414	1712	1483	898	698
221	1658	6101	1761	4817	2608	8710
222	1662	585	2456	894	2901	2156
223	573	495	306	1581	610	478
224	2505	2993	262	765	4687	878
225	1012	226	362	183	866	166
226	296	1478	585	669	914	746
Total	**35015**	**42888**	**33317**	**45751**	**50141**	**45340**

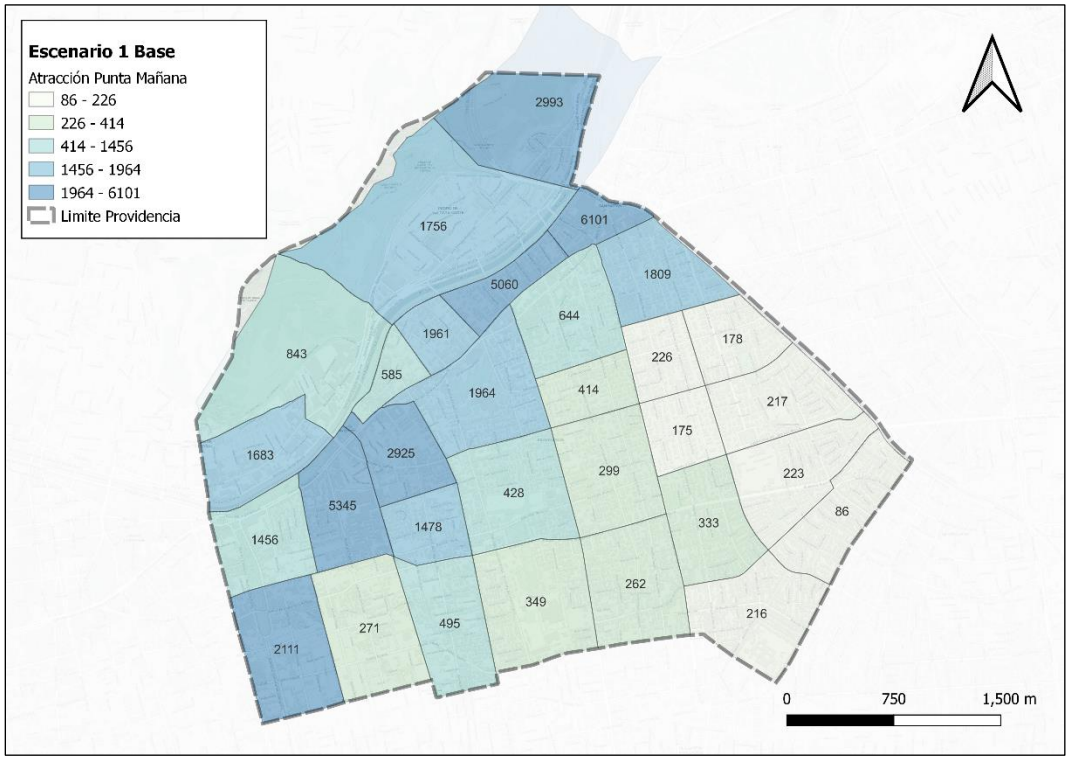
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.9-1: GENERACIÓN DE VIAJES COMUNA PROVIDENCIA – ESCENARIO 1 BASE 2030 PUNTA MAÑANA



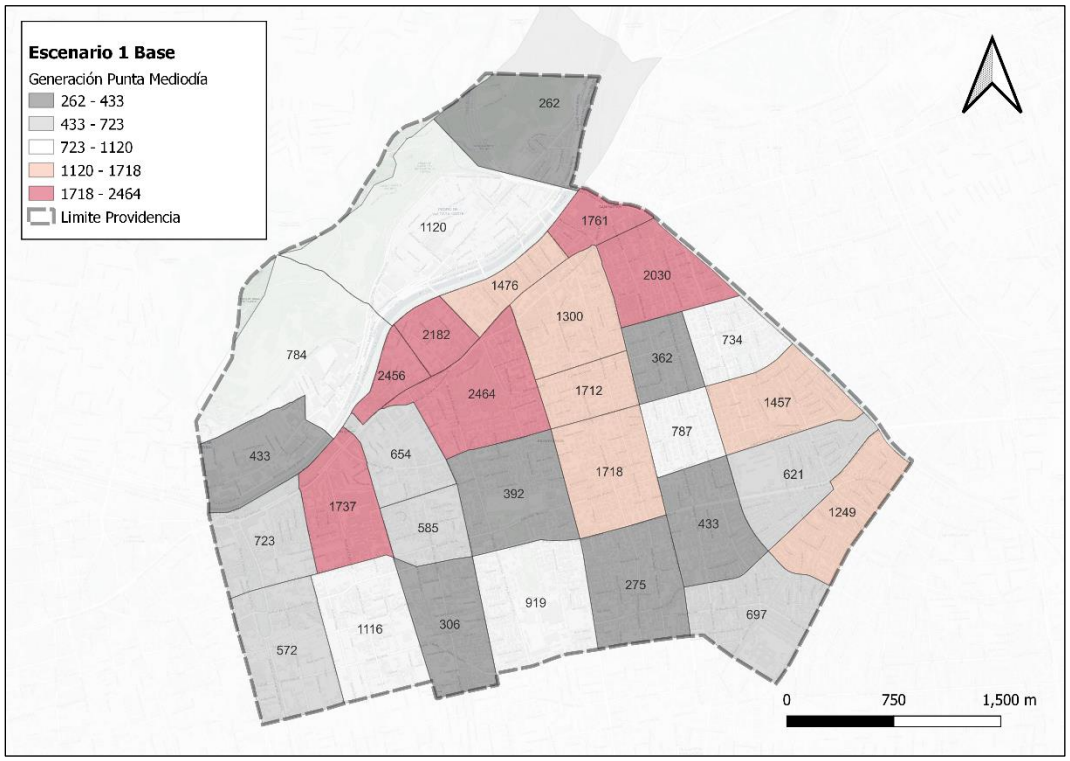
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.9-2: ATRACCIÓN DE VIAJES COMUNA PROVIDENCIA – ESCENARIO 1 BASE 2030 PUNTA MAÑANA



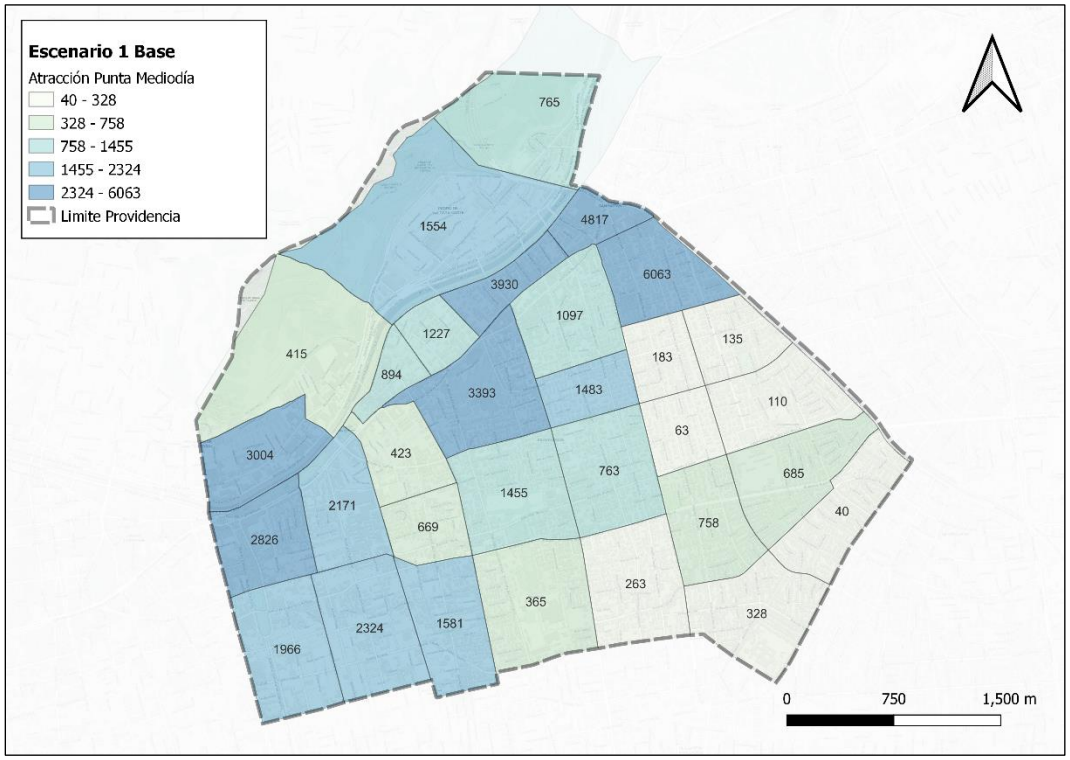
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.9-3: GENERACIÓN DE VIAJES COMUNA PROVIDENCIA – ESCENARIO 1 BASE 2030 PUNTA MEDIODÍA



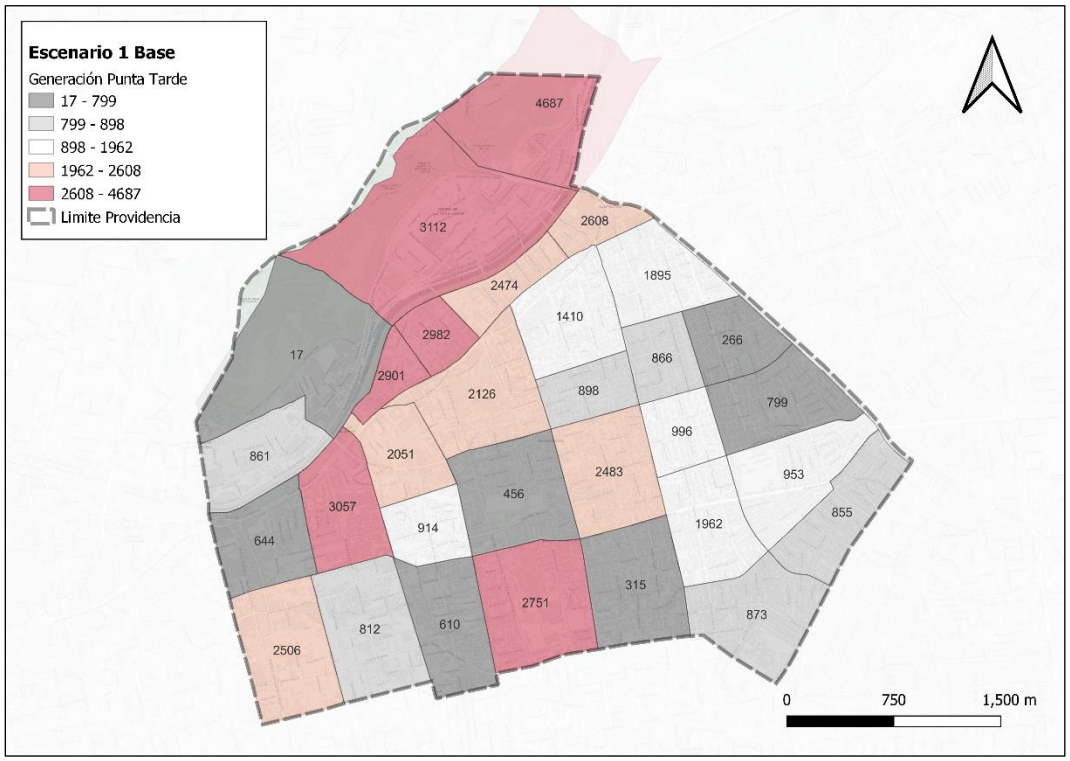
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.9-4: ATRACCIÓN DE VIAJES COMUNA PROVIDENCIA – ESCENARIO 1 BASE 2030 PUNTA MEDIODÍA



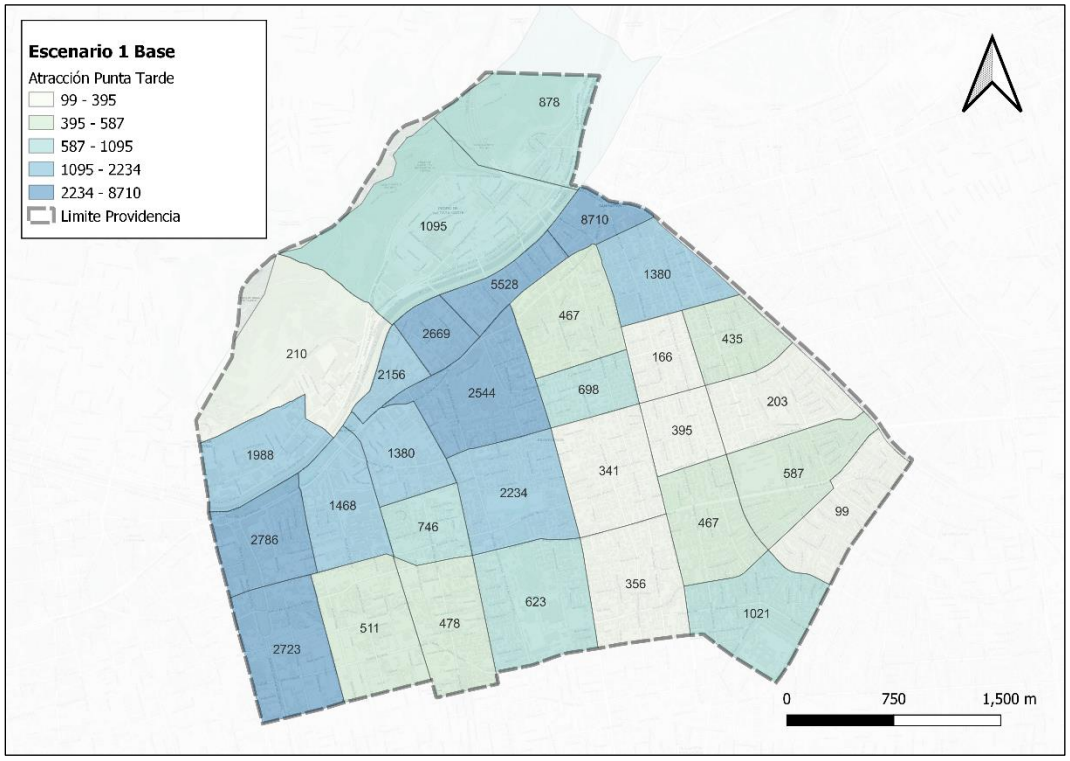
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.9-5: GENERACIÓN DE VIAJES COMUNA PROVIDENCIA – ESCENARIO 1 BASE 2030 PUNTA TARDE



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.9-6: ATRACCIÓN DE VIAJES COMUNA PROVIDENCIA – ESCENARIO 1 BASE 2030 PUNTA TARDE



Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presenta la representación de los viajes anteriores por zona, subdivididos por el tipo de destino u origen de estos viajes, siendo estos Providencia, Zonas directas y lejanas. En la punta mañana se puede ver que, de los 35015 viajes generados por la comuna, un 56% tiene como destino la misma comuna de Providencia, un 42% una de las comunas aledañas (zona directa) y solo un 2% una comuna más lejana, mientras que de los 42888 viajes que atrae la comuna, un 34% proviene de la misma comuna, un 38% de una comuna cercana y un 28% de una comuna lejana.

FIGURA Nº 4.9-7: DESTINO DE VIAJES GENERADOS EN PROVIDENCIA, ESC 1 BASE 2030 PUNTA MAÑANA

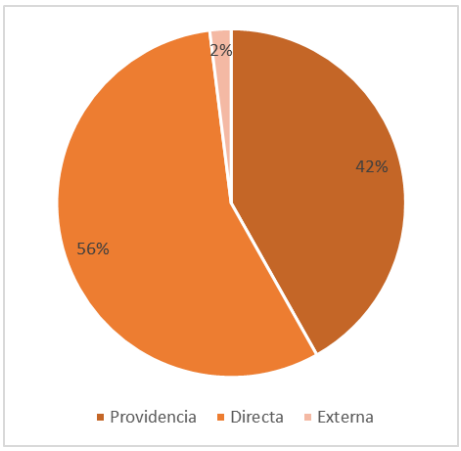
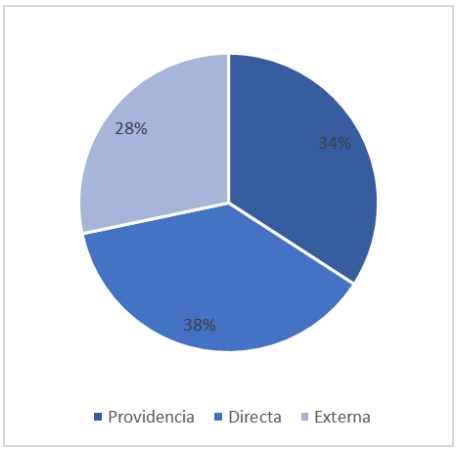
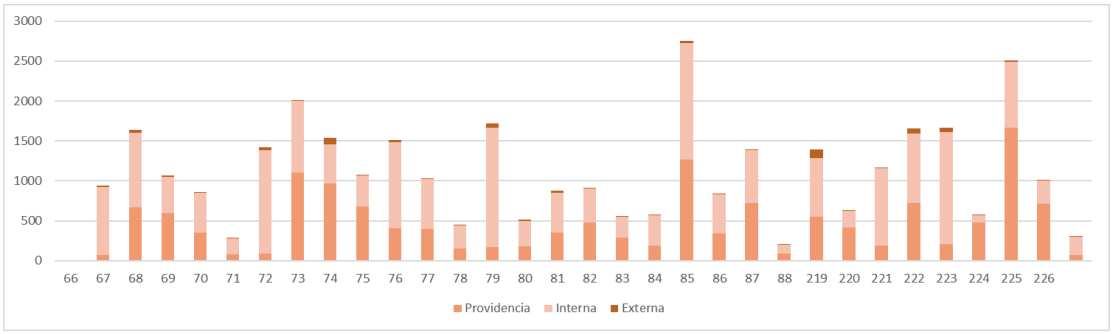


FIGURA Nº 4.9-8: ORIGEN DE VIAJES ATRAÍDOS POR PROVIDENCIA, ESC 1 BASE 2030 PUNTA MAÑANA



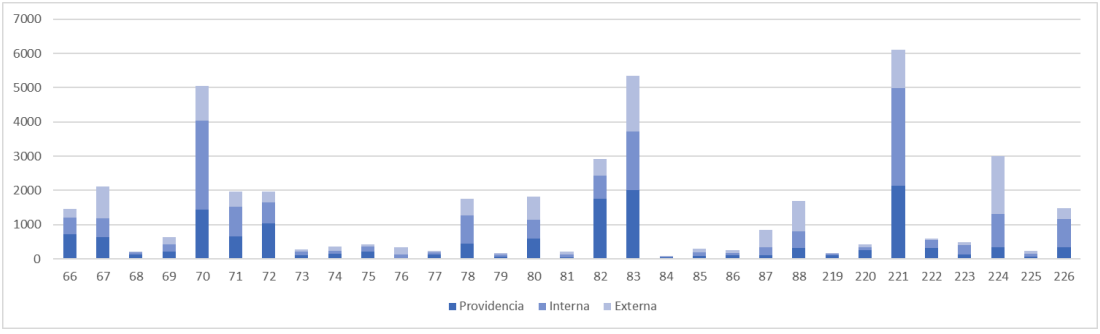
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.9-9: DESTINO DE VIAJES GENERADOS EN PROVIDENCIA – ESCENARIO 1 BASE 2030 PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.9-10: ORIGEN DE VIAJES ATRAÍDOS POR PROVIDENCIA – ESCENARIO 1 BASE 2030 PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración Propia

De los cuadros y figuras anteriores se observa que los mayores puntos generadores y atractores de la comuna se concentran en el norte de esta. Las zonas con mayor demanda se emplazan consistentemente en los ejes Providencia, Andrés Bello, Santa María y Los Conquistadores.

En el caso de la punta del mediodía se puede ver que, de los 33317 viajes generados en la Punta Mediodía por la comuna de Providencia, un 53% tiene como destino la misma comuna, un 32% una de las comunas aledañas (zona directa) y un 15% hacia comunas más lejanas, mientras que de los 45751 viajes atraídos por la comuna, un 38% proviene de la misma, 37% de una comuna cercana y un 25% de una comuna lejana.

FIGURA Nº 4.9-11: DESTINO DE VIAJES GENERADOS EN PROVIDENCIA, ESC 1 BASE 2030 PUNTA MEDIODÍA

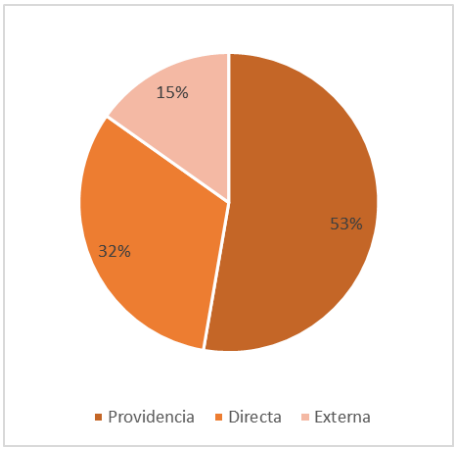
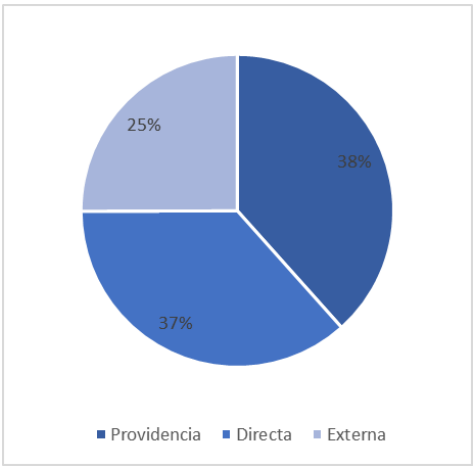
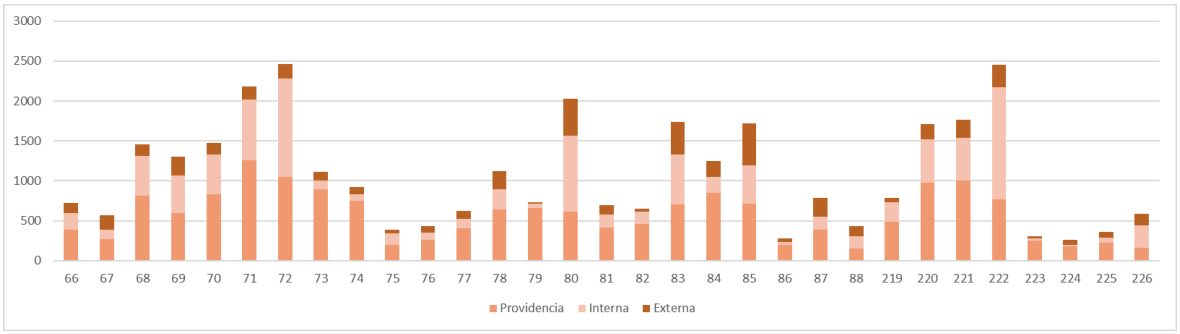


FIGURA Nº 4.9-12: ORIGEN DE VIAJES ATRAÍDOS POR PROVIDENCIA, ESC 1 BASE 2030 PUNTA MEDIODÍA



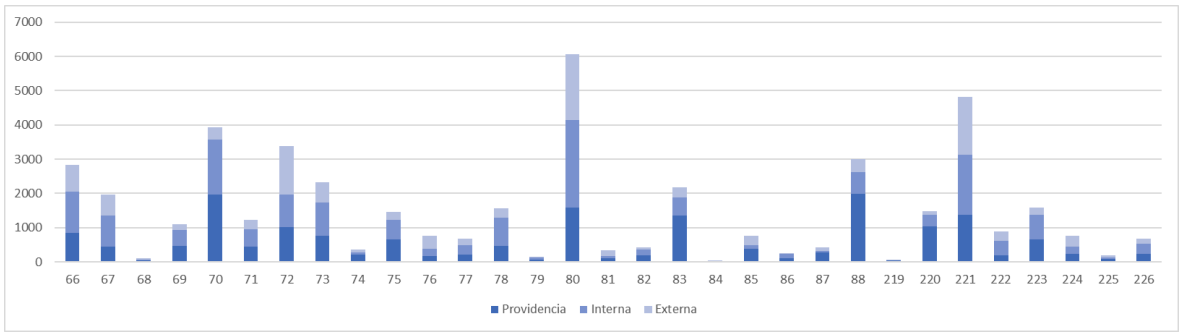
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.9-13: DESTINO DE VIAJES GENERADOS EN PROVIDENCIA – ESCENARIO 1 BASE 2030 PUNTA MEDIODÍA



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.9-14: ORIGEN DE VIAJES ATRAÍDOS POR PROVIDENCIA – ESCENARIO 1 BASE 2030 PUNTA MEDIODÍA



Fuente: Elaboración Propia

Se observa un patrón distinto para este período, donde la demanda de viajes locales se concentra al sur del eje de Avenida Providencia. Las zonas más concurridas se ubican en torno a Costanera Center, Hospital Metropolitano y los ejes Luis Thayer Ojeda, Holanda y El Bosque.

Finalmente, para la Punta Tarde se observa que, de los 50141 viajes generados en el período por la comuna, un 53% tiene como destino la misma comuna, un 32% una de las comunas aledañas (zona directa) y un 15% hacia comunas más lejanas, mientras que de los 45340 viajes atraídos por la comuna, un 38% proviene de la misma, 37% de una comuna cercana y un 25% de una comuna lejana.

FIGURA Nº 4.9-15: DESTINO DE VIAJES GENERADOS EN PROVIDENCIA, ESC 1 BASE 2030 PUNTA TARDE

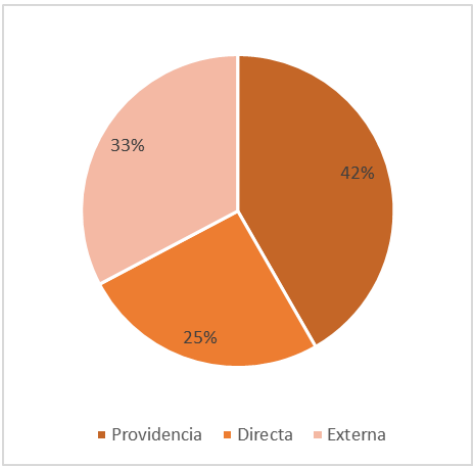
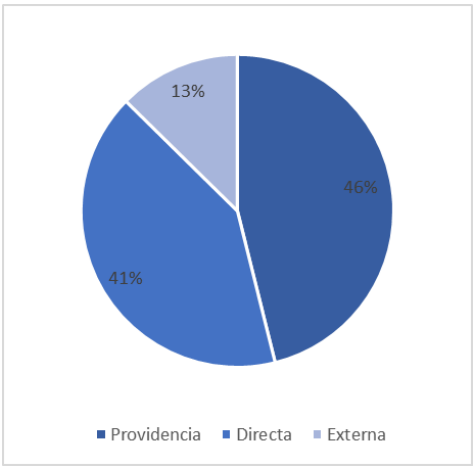
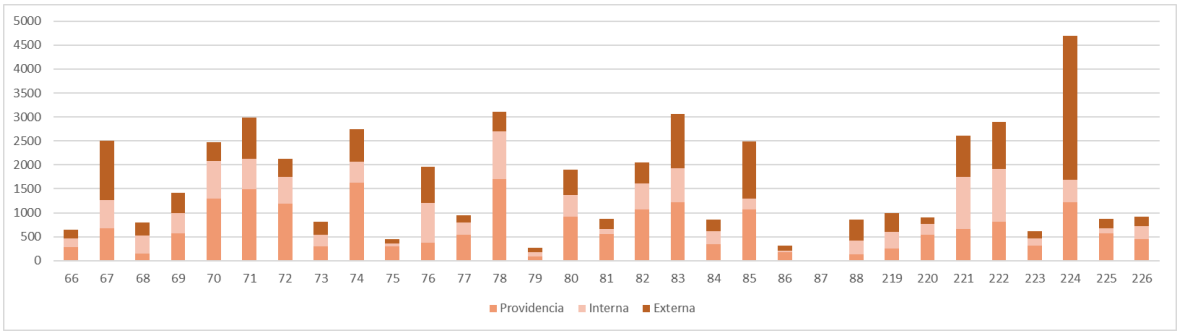


FIGURA Nº 4.9-16: ORIGEN DE VIAJES ATRAÍDOS POR PROVIDENCIA, ESC 1 BASE 2030 PUNTA TARDE



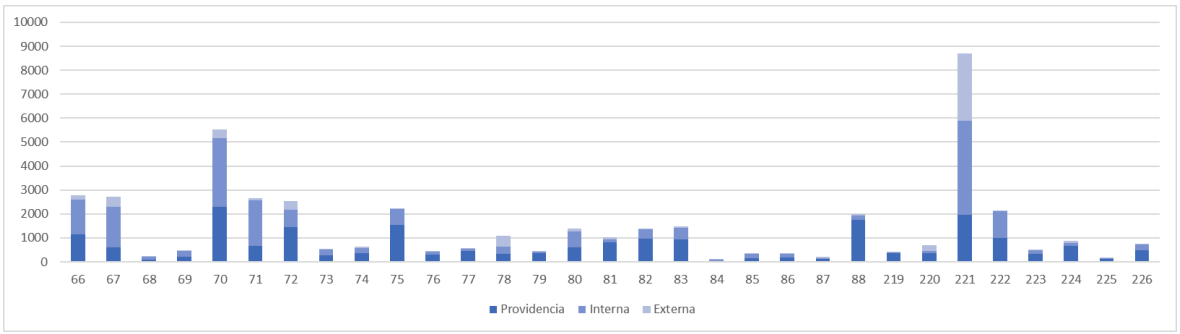
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.9-17: DESTINO DE VIAJES GENERADOS EN PROVIDENCIA – ESCENARIO 1 BASE 2030 PUNTA TARDE



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.9-18: ORIGEN DE VIAJES ATRAÍDOS POR PROVIDENCIA – ESCENARIO 1 BASE 2030 PUNTA TARDE



Fuente: Elaboración Propia

De los cuadros y figuras anteriores se observa que los mayores puntos generadores y atractores de la comuna se vuelven a concentrar en el norte de esta.

Las zonas con mayor demanda se emplazan consistentemente en los ejes Providencia, Andrés Bello, Santa María y Los Conquistadores, siendo particularmente notorio el caso del centro financiero en torno a Costanera Center con cerca de **8000 viajes atraídos.**

4.9.2 Análisis de Viajes de Providencia en Escenario 2 Conservador

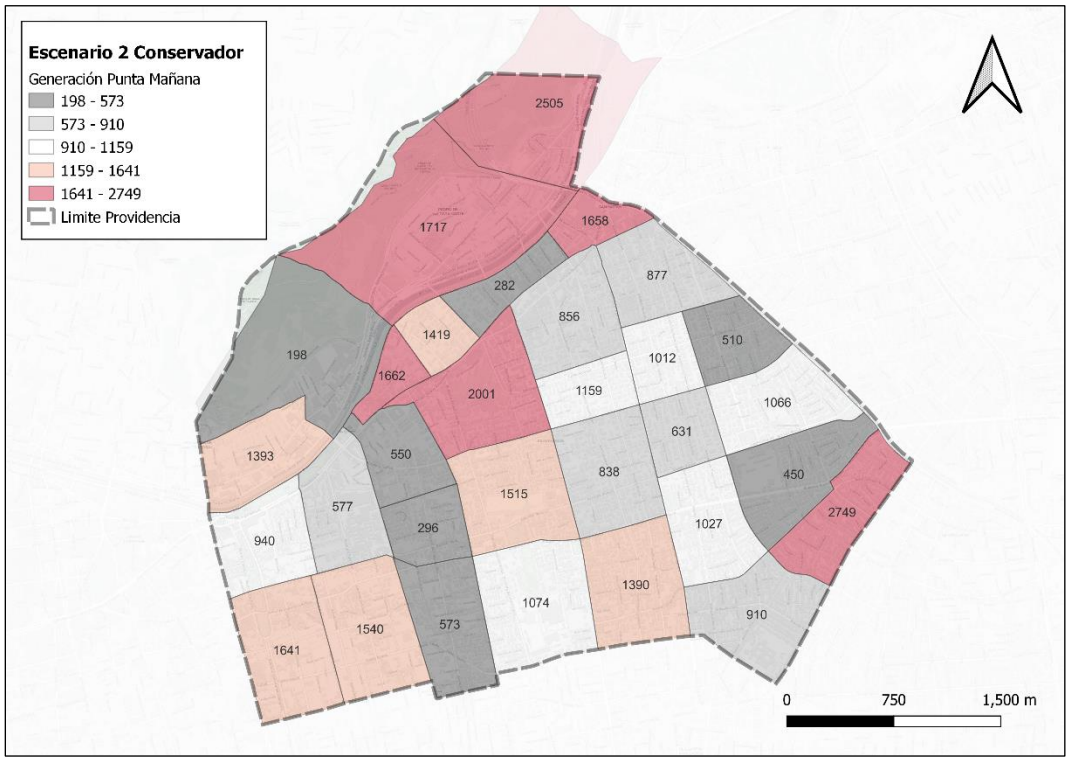
A continuación se presentan los resultados obtenidos para el mismo corte temporal, 2030, esta vez bajo el escenario de demanda conservador.

CUADRO Nº4.9-2: VIAJES GENERADOS Y ATRAÍDOS AL 2030 EN COMUNA DE PROVIDENCIA – ESCENARIO 2 CONSERVADOR

Zona	Punta Mañana		Punta Mediodía		Punta Tarde	
	Viajes Generados	Viajes Atraídos	Viajes Generados	Viajes Atraídos	Viajes Generados	Viajes Atraídos
66	940	1456	733	2807	649	2779
67	1641	2110	578	1951	2520	2711
68	1066	217	1434	109	793	202
69	856	650	1777	2067	1630	646
70	282	5063	1597	4201	2576	5726
71	1419	1970	2600	1836	3276	3271
72	2001	1964	2498	3497	2142	2583
73	1540	271	1103	2304	808	509
74	1074	349	879	362	2687	619
75	1515	428	381	1442	450	2223
76	1027	332	463	741	2025	462
77	450	223	649	677	975	585
78	1717	1756	1136	1533	3132	1088
79	510	178	743	134	267	433
80	877	1808	2107	6049	1927	1379
81	910	216	737	322	900	1011
82	550	2923	652	421	2048	1377
83	577	5343	1742	2157	3061	1464
84	2749	86	1261	39	859	99
85	838	299	1733	758	2493	340
86	1390	262	250	261	301	356
87	198	843	787	411	17	209
88	1393	1683	435	2979	863	1980
219	631	175	721	63	953	394
220	1159	414	1708	1530	897	709
221	1658	6100	1772	4814	2616	8709
222	1662	585	2631	974	3002	2257
223	573	495	302	1566	607	476
224	2505	2992	265	757	4704	874
225	1012	226	366	182	871	165
226	296	1477	587	665	915	744
Total	**35015**	**42894**	**34626**	**47608**	**50693**	**46380**

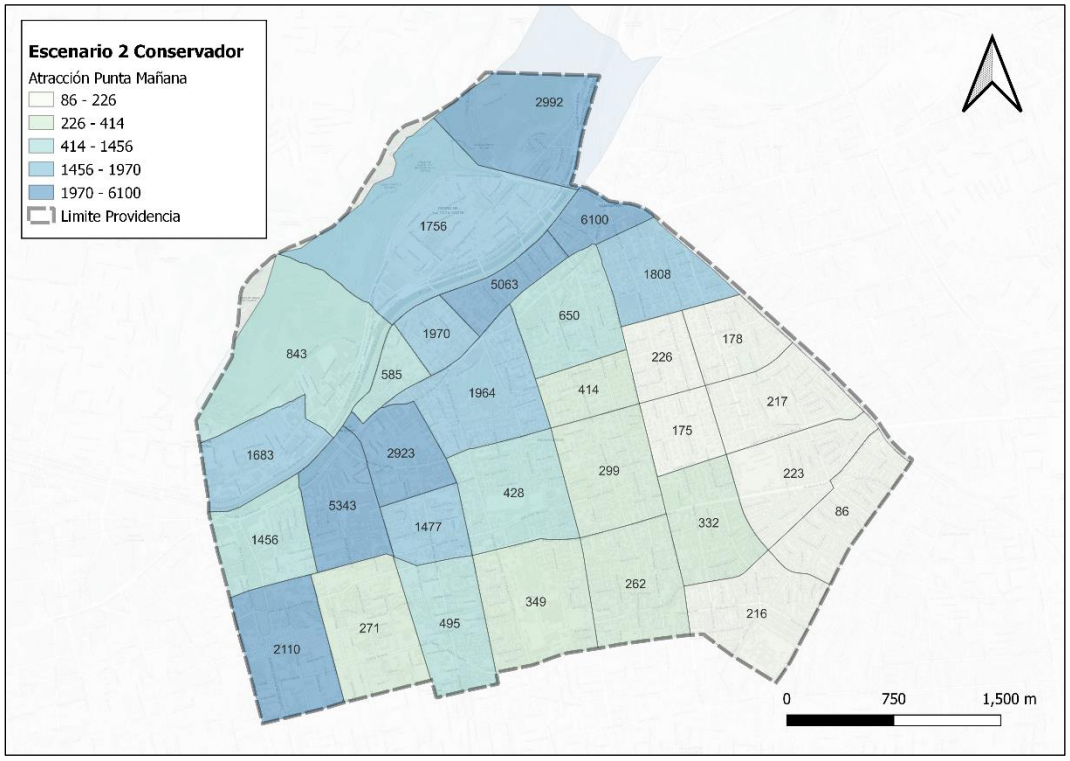
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.9-19: GENERACIÓN DE VIAJES COMUNA PROVIDENCIA – ESCENARIO 2 CONSERVADOR 2030 PUNTA MAÑANA



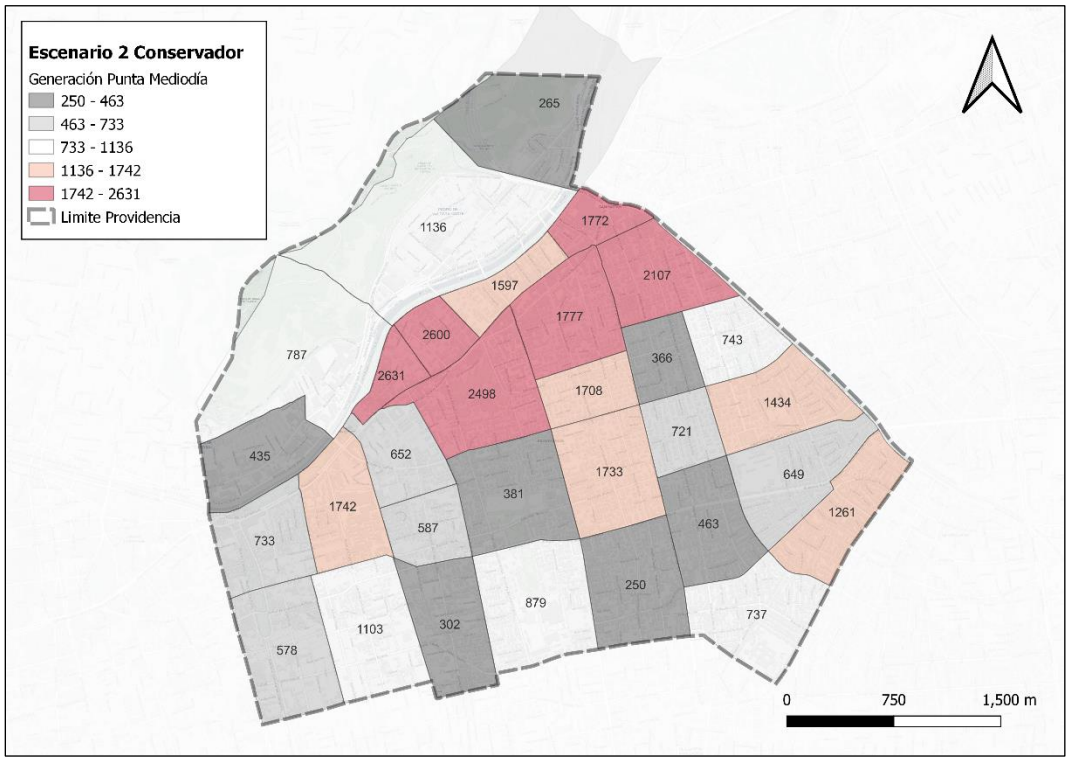
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.9-20: ATRACCIÓN DE VIAJES COMUNA PROVIDENCIA – ESCENARIO 2 CONSERVADOR 2030 PUNTA MAÑANA



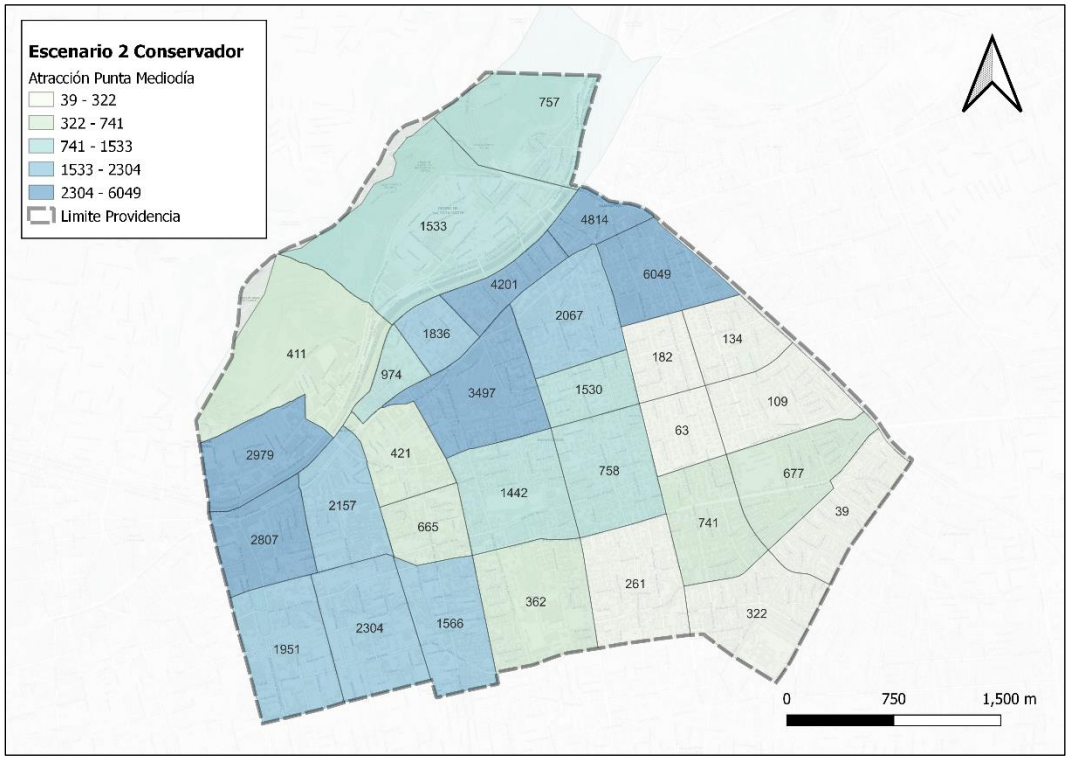
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.9-21: GENERACIÓN DE VIAJES COMUNA PROVIDENCIA – ESCENARIO 2 CONSERVADOR 2030 PUNTA MEDIODÍA



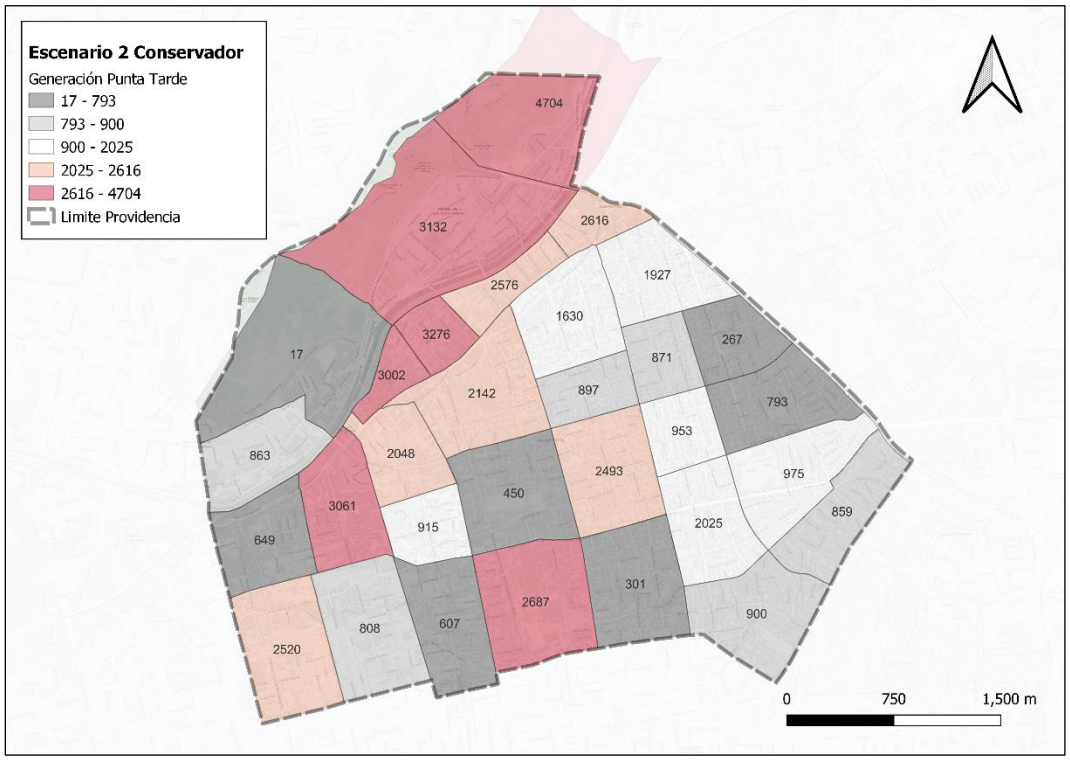
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.9-22: ATRACCIÓN DE VIAJES COMUNA PROVIDENCIA –ESCENARIO 2 CONSERVADOR 2030 PUNTA MEDIODÍA



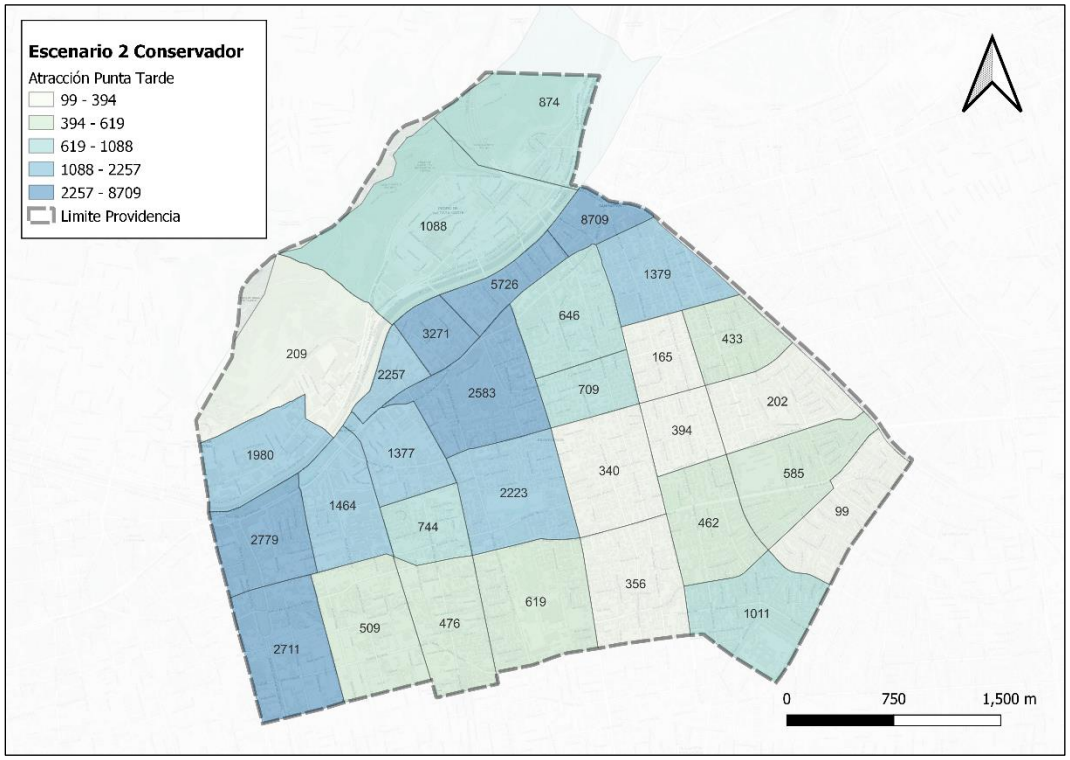
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.9-23: GENERACIÓN DE VIAJES COMUNA PROVIDENCIA – ESCENARIO 2 CONSERVADOR 2030 PUNTA TARDE



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.9-24: ATRACCIÓN DE VIAJES COMUNA PROVIDENCIA – ESCENARIO 2 CONSERVADOR 2030 PUNTA TARDE



Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presenta la representación de los viajes anteriores por zona, subdivididos por el tipo de destino u origen de estos viajes, siendo estos Providencia, Zonas directas y lejanas. En la punta mañana se puede ver que, de los 35015 viajes generados en la Punta Mañana por la comuna, un 56% tiene como destino la misma comuna de Providencia, un 42% una de las comunas aledañas (zona directa) y solo un 2% una comuna más lejana, mientras que de los 42894 viajes que atrae la comuna, un 34% proviene de la misma comuna, un 38% de una comuna cercana y un 28% de una comuna lejana.

FIGURA Nº 4.9-25: DESTINO DE VIAJES GENERADOS EN PROVIDENCIA, ESC 2 CONSERVADOR 2030 PUNTA MAÑANA

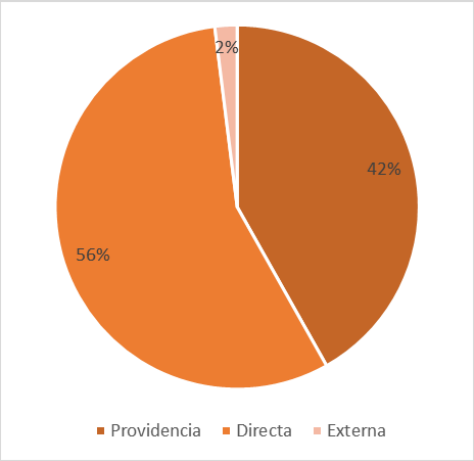
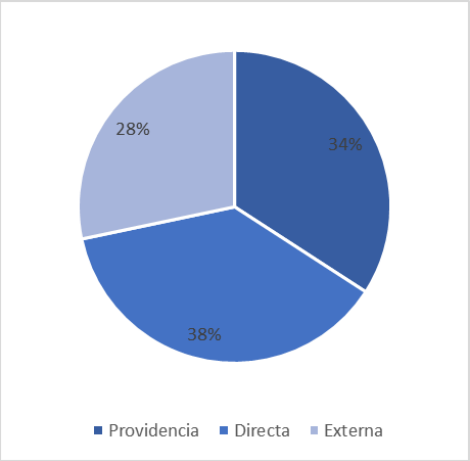
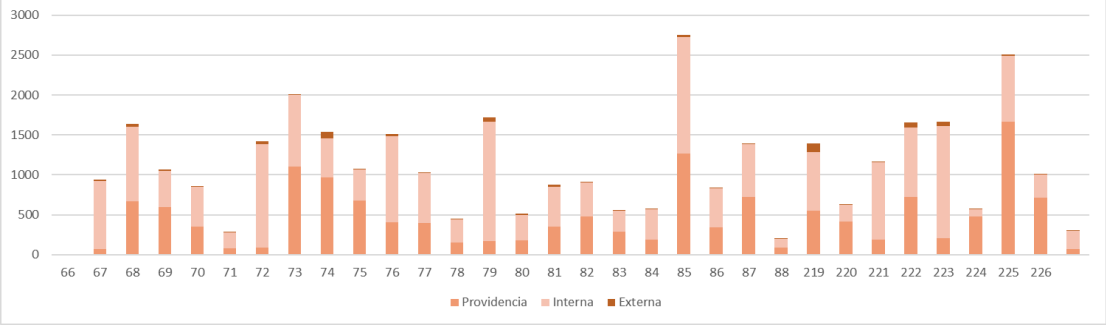


FIGURA Nº 4.9-26: ORIGEN DE VIAJES ATRAÍDOS POR PROVIDENCIA, ESC 2 CONSERVADOR 2030 PUNTA MAÑANA



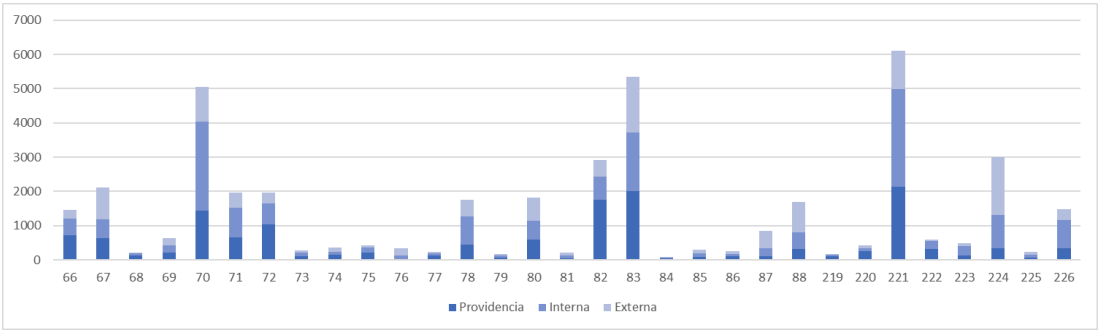
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.9-27: DESTINO DE VIAJES GENERADOS EN PROVIDENCIA – ESCENARIO 2 CONSERVADOR 2030 PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.9-28: ORIGEN DE VIAJES ATRAÍDOS POR PROVIDENCIA – ESCENARIO 2 CONSERVADOR 2030 PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración Propia

De los cuadros y figuras anteriores se observa que los mayores puntos generadores y atractores de la comuna se concentran en el norte de esta. Las zonas con mayor demanda se emplazan consistentemente en los ejes Providencia, Andrés Bello, Santa María y Los Conquistadores. El resultado destaca por ser prácticamente idéntico a la situación base, siendo la oferta vial del Plan de inversiones asociado el real escenario de contraste.

En el caso de la punta del mediodía se puede ver que, de los 34626 viajes generados en la Punta Mediodía por la comuna, un 54% tiene como destino la misma comuna de Providencia, un 31% una de las comunas aledañas (zona directa) y un 15% hacia comunas más lejanas, mientras que de los 45608 viajes atraídos por la comuna, un 39% proviene de la misma, 36% de una comuna cercana y un 25% de una comuna lejana.

FIGURA Nº 4.9-29: DESTINO DE VIAJES GENERADOS EN PROVIDENCIA, ESC 2 CONSERVADOR 2030 PTA. MEDIODÍA

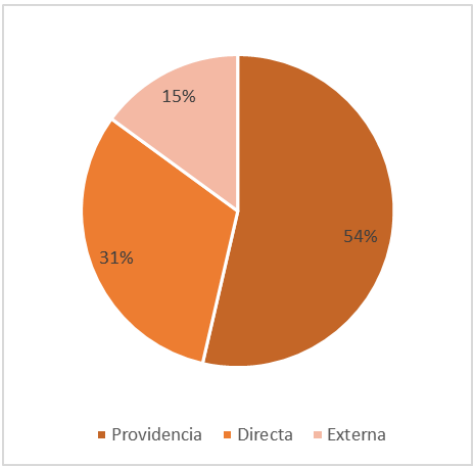
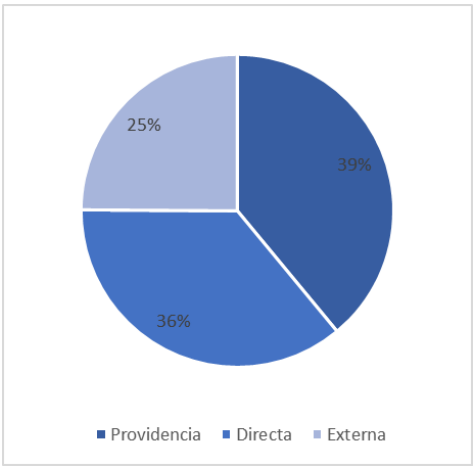
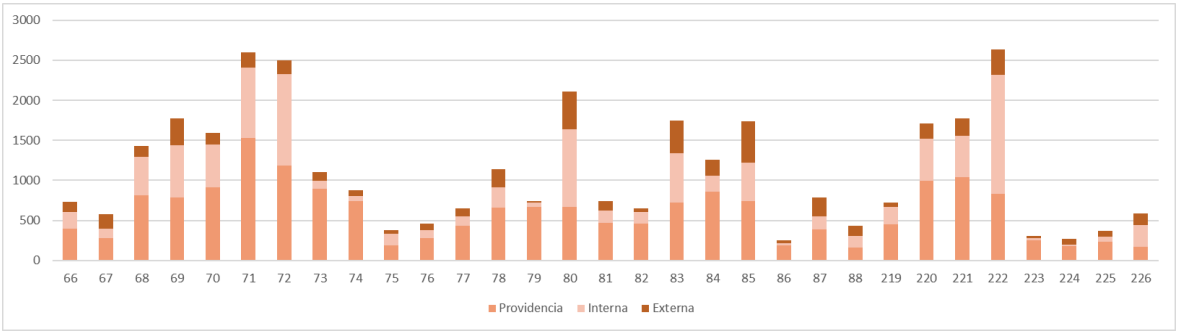


FIGURA Nº 4.9-30: ORIGEN DE VIAJES ATRAÍDOS POR PROVIDENCIA, ESC 2 CONSERVADOR 2030 PTA. MEDIODÍA



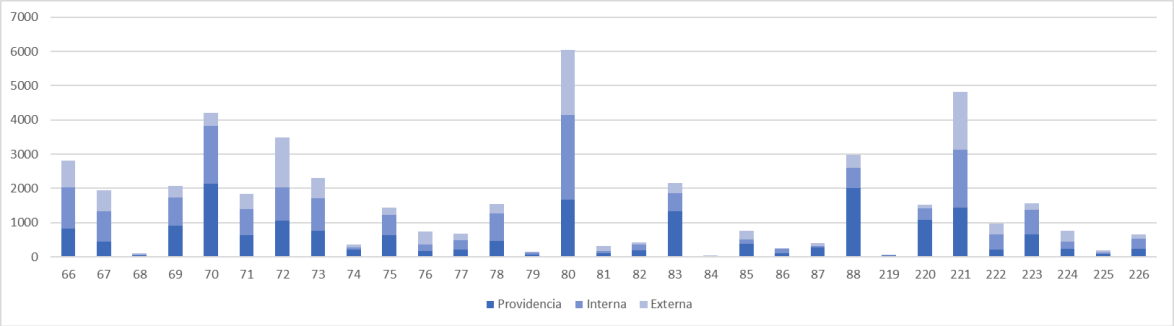
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.9-31: DESTINO DE VIAJES GENERADOS EN PROVIDENCIA – ESCENARIO 2 CONSERVADOR 2030 PUNTA MEDIODÍA



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.9-32: ORIGEN DE VIAJES ATRAÍDOS POR PROVIDENCIA – ESCENARIO 2 CONSERVADOR 2030 PUNTA MEDIODÍA



Fuente: Elaboración Propia

En este período se mantiene en general lo visto en la Situación Base, donde la demanda de viajes locales se concentra al sur del eje de Avenida Providencia. La mayor diferencia observada reside en un aumento de los viajes generados y atraídos por las zonas 69, 70 y 71, emplazadas en el eje de Avenida Providencia desde Antonio Varas hasta Los Leones y que posee una fuerte presencia de oficinas.

Finalmente, para la Punta Tarde se observa que, de los 50963 viajes generados en el período por la comuna, un 42% tiene como destino la misma comuna de Providencia, un 25% una de las comunas aledañas (zona directa) y un 33% hacia comunas más lejanas, mientras que de los 46380 viajes atraídos por la comuna, un 46% proviene de la misma, 41% de una comuna cercana y un 13% de una comuna lejana.

FIGURA Nº 4.9-33: DESTINO DE VIAJES GENERADOS EN PROVIDENCIA, ESC 2 CONSERVADOR 2030 PUNTA TARDE

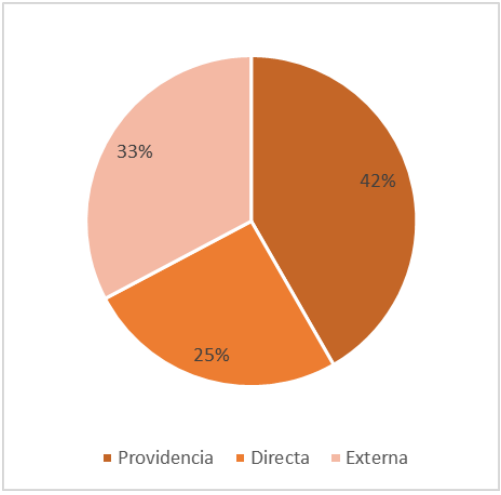
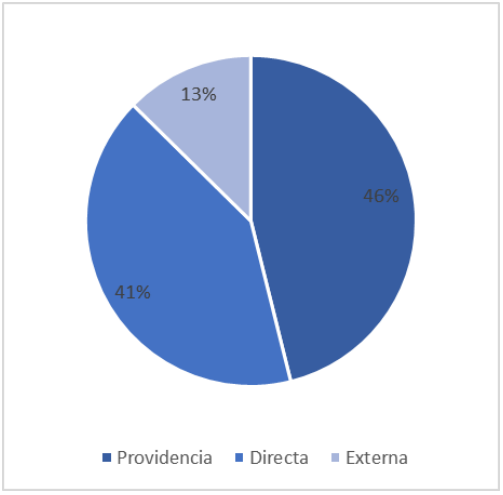
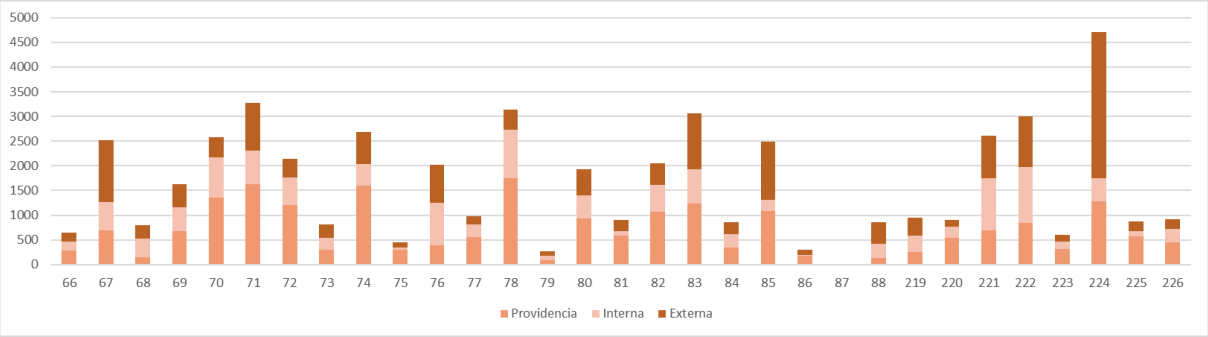


FIGURA Nº 4.9-34: ORIGEN DE VIAJES ATRAÍDOS POR PROVIDENCIA, ESC 2 CONSERVADOR 2030 PUNTA TARDE



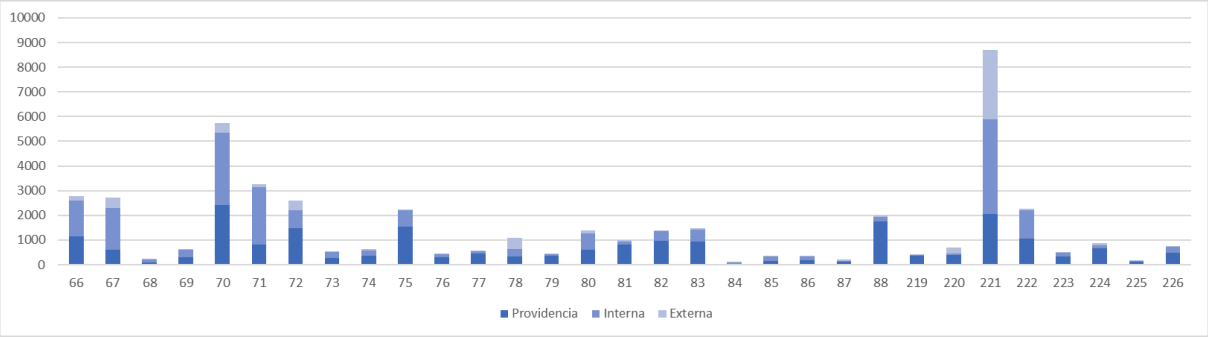
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.9-35: DESTINO DE VIAJES GENERADOS EN PROVIDENCIA – ESCENARIO 2 CONSERVADOR 2030 PUNTA TARDE



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.9-36: ORIGEN DE VIAJES ATRAÍDOS POR PROVIDENCIA – ESCENARIO 2 CONSERVADOR 2030 PUNTA TARDE



Fuente: Elaboración Propia

De los cuadros y figuras anteriores se observa que los mayores puntos generadores y atractores de la comuna coinciden con los vistos en la situación base y se concentran en el sector. Las zonas con mayor demanda se emplazan consistentemente en los ejes Providencia, Andrés Bello, Santa María y Los Conquistadores. Lo más relevante es un cambio observado en la distribución de viajes, con una mayor proporción de viajes atraídos asociados a la propia comuna respecto de la Base.

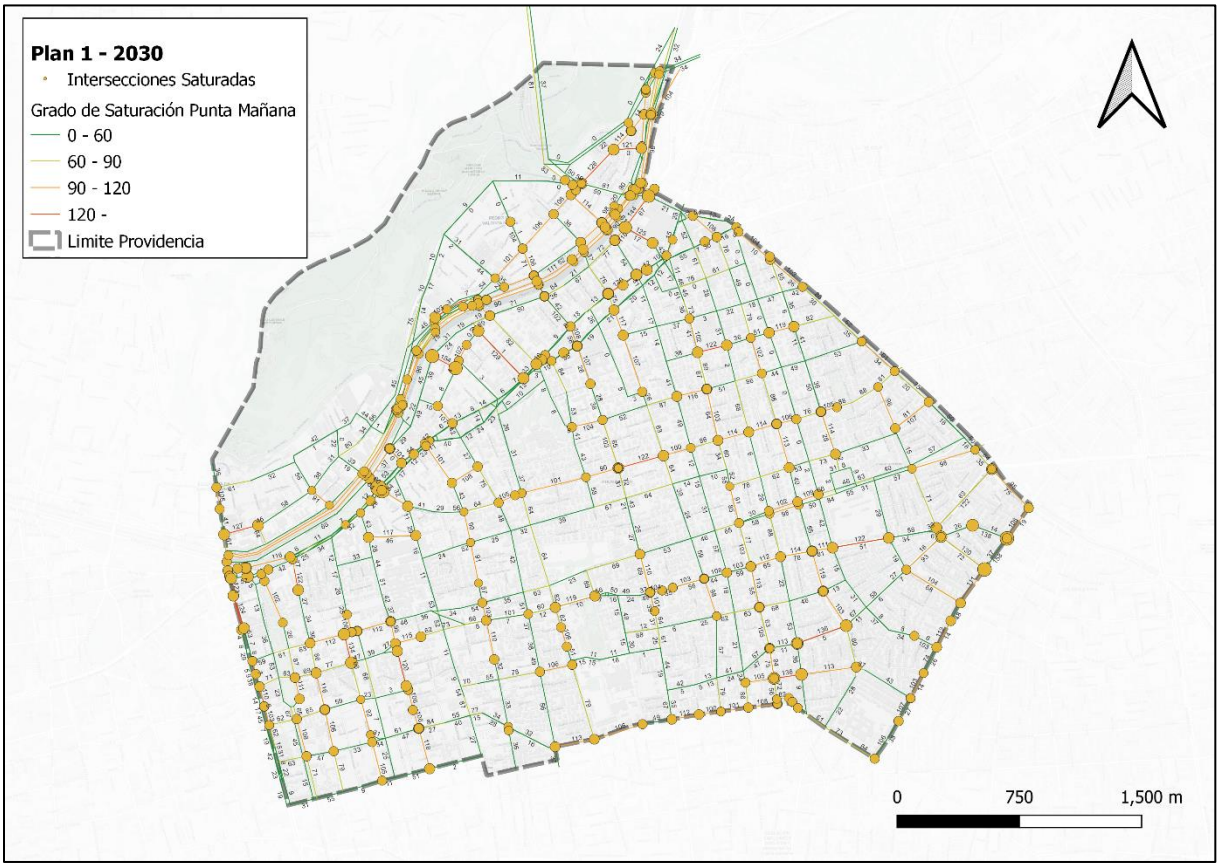
En conclusión, las diferencias a nivel de demanda de transporte entre escenarios analizados son de carácter menor, esto en vista del orden de magnitud de viajes esperados. Por lo anterior resulta fundamental el análisis de la oferta de transporte mediante el estudio de los distintos proyectos propuestos.

4.9.3 Puntos críticos de Conflictos de Circulación

Como se pudo observar en los resultados de la modelación de la Situación Base 2030 y el Plan de Proyectos 1, existe una serie de puntos dentro de la comuna que presentan conflictos viales que se deben abordar.

Como referencia, se presenta una imagen de la comuna con todas las intersecciones que al año 2030 presentarían saturación, es decir que el flujo excede el 90% de su capacidad.

FIGURA Nº 4.9-37: CRUCES SATURADOS EN COMUNA DE PROVIDENCIA AL 2030



Fuente: Elaboración Propia

Se observa que la **cantidad de cruces saturados se reparte en toda la comuna** y afecta a la mayoría de las intersecciones, ya sean vías principales o incluso secundarias incapaces de incorporarse al tráfico de manera fluida. En vista de la densidad de puntos observada, es posible definir algunos puntos críticos donde se debiera intervenir y proponer medidas en pro de mejorar la operación vial de la comuna.

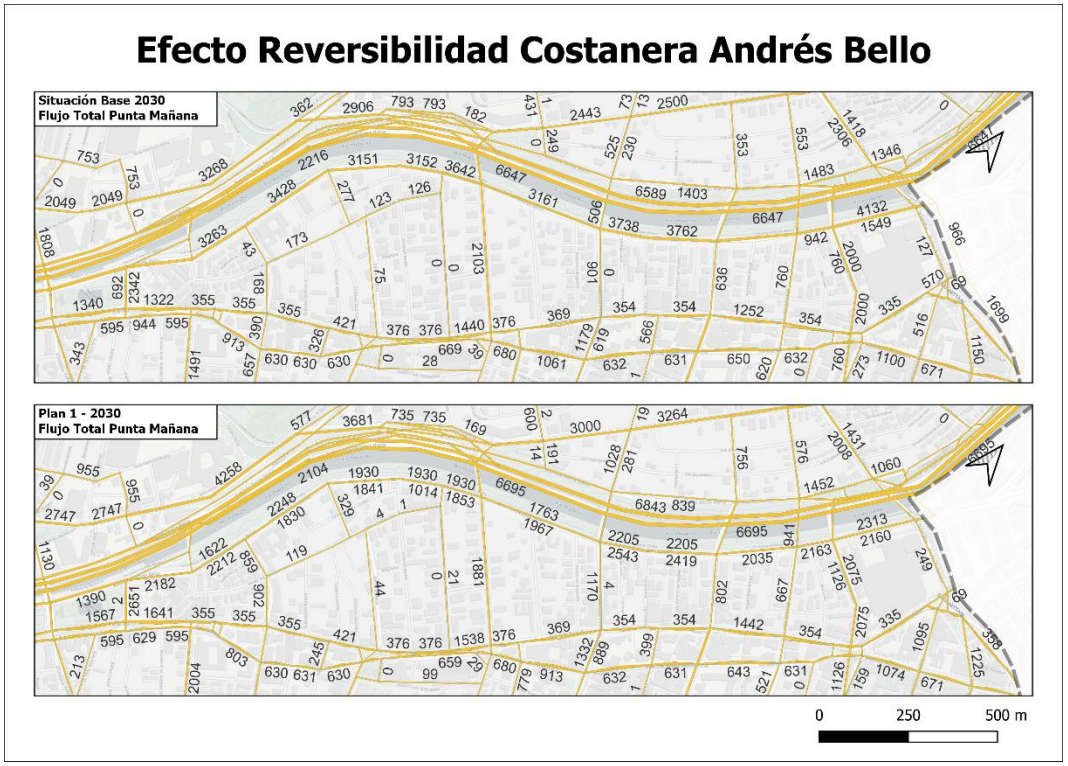
- Los Conquistadores / El Cerro
- Plaza Baquedano
- Providencia / Eliodoro Yáñez
- Santa María / La Concepción
- Amapolas / Eliecer Parada
- Andrés Bello / Nueva Tobalaba

4.9.4 Reversibilidad en Costanera Andrés Bello

Una de las vías más críticas de la comuna corresponde a la Costanera Andrés Bello emplazada al sur del rio Mapocho y que actualmente opera como vía reversible tanto en Punta Mañana como Punta Tarde. El Plan 1 de inversión considera su eliminación, por lo que es relevante para este análisis mostrar su impacto.

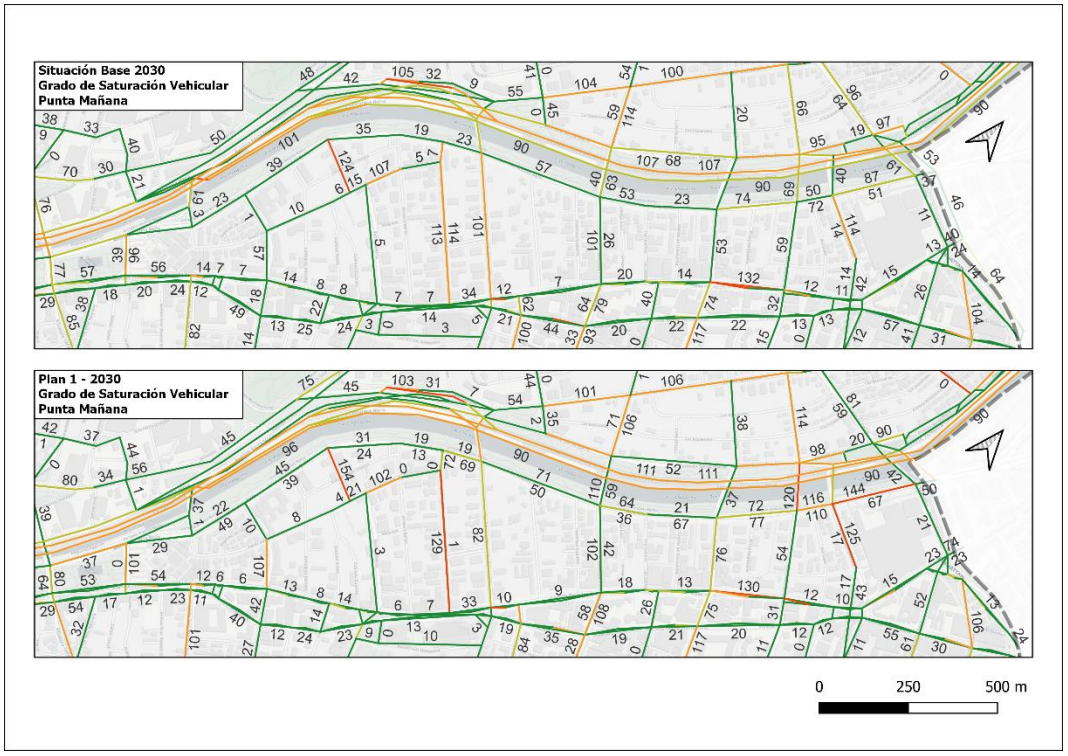
A continuación, se muestran comparaciones de flujo para la Punta Mañana del año 2030 en las Situaciones Base y Plan 1, mostrando los flujos vehiculares y grados de saturación proyectados.

FIGURA Nº 4.9-38: EFECTO DE LA REVERSIBILIDAD DE ANDRÉS BELLO – FLUJO TOTAL PUNTA MAÑANA 2030



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.9-39: EFECTO DE LA REVERSIBILIDAD DE ANDRÉS BELLO – GRADO DE SATURACIÓN PUNTA MAÑANA 2030

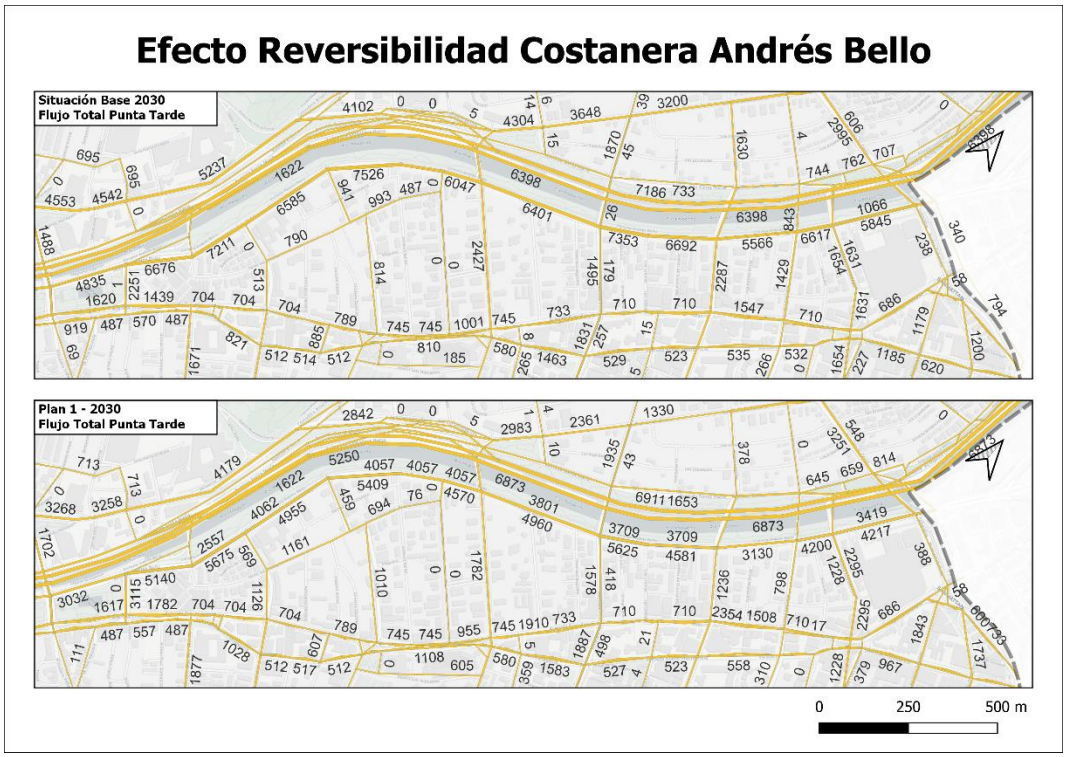


Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a lo visto en la punta mañana, existe una alta demanda en dirección al oriente de la capital que es absorbida por Andrés Bello producto del fin de la reversibilidad en el período de análisis, con una utilización por tramo de entre 1000 y 2000 (veq/hr). En el sentido de tránsito opuesto se observa una baja de magnitud similar, aunque menor, que es absorbida principalmente por el eje Bellavista – Los Conquistadores.

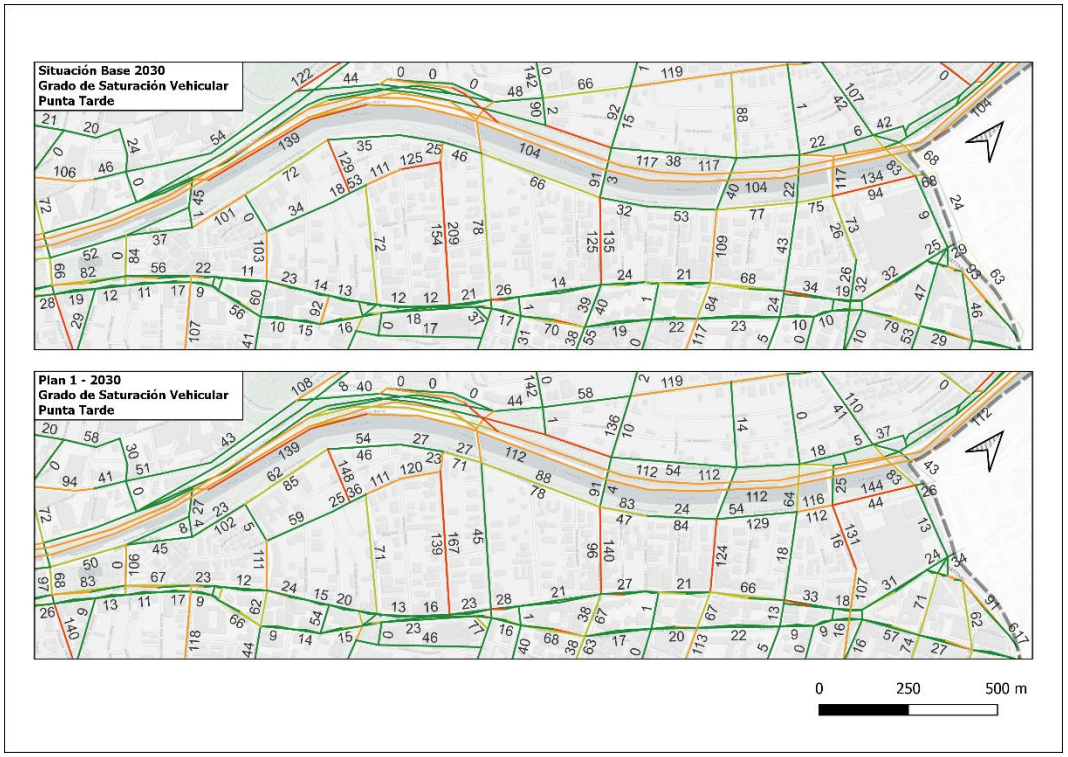
En términos de saturación vial se observa que Andrés Bello aumenta su congestión en el anterior punto de inicio de la reversibilidad en de Av. Suecia. Los ejes alternativos hacia el poniente (Los Conquistadores, Av. Providencia) presentan un empeoramiento poco significativo respecto de su situación previa. Por otro lado, es clara la mejora operativa en el eje Santa María, afectando incluso vías alternativas como el Puente La Concepción, que mejora su operación en dicha vía así como aguas abajo.

FIGURA Nº 4.9-40: EFECTO DE LA REVERSIBILIDAD DE ANDRÉS BELLO – FLUJO TOTAL PUNTA TARDE 2030



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.9-41: EFECTO DE LA REVERSIBILIDAD DE ANDRÉS BELLO – GRADO DE SATURACIÓN PUNTA TARDE 2030



Fuente: Elaboración Propia

En la punta de la tarde se observa un comportamiento similar al de la mañana en el anterior de punto de inicio de reversibilidad de Av. Suecia. Vías alternativas como Costanera Norte y Providencia no presentan mayores cambios. La vía alternativa más afectada corresponde a Av. Santa María.

Por otro lado, se observa que el orden de magnitud de viajes hacia el poniente supera con creces la diferencia de flujo perdida en el sentido opuesto, mejorando los tiempos de viaje de una importante cantidad de usuarios. Si esto se suma a los beneficios cualitativos de la medida, **queda claro que su implementación debiera ser priorizada.**

4.9.5 Discontinuidades viales

El análisis de la red no muestra discontinuidades importantes que afecten el funcionamiento del transporte privado al interior de Providencia. Se hizo una revisión del Plan Regulador Comunal vigente, que muestra tres aperturas viales propuestas: dos intracomunales y una intercomunal. La apertura intercomunal escapa de este análisis, por lo que se presenta brevemente las otras aperturas reguladas.

4.9.5.1 Diagonal Oriente

La primera corresponde a la apertura de una segunda calzada en el tramo comprendido entre las calles Granada (Ñuñoa) y Antonio Varas. Esto entrega continuidad hacia la calle Pedro Lira, que es extendida hacia el poniente hasta empalmar con Av. Santa Isabel para retomar el tránsito hacia el poniente. Se presenta una lámina del PRC con la apertura en cuestión.

FIGURA Nº 4.9-42: APERTURA DIAGONAL ORIENTE – PEDRO LIRA – SANTA ISABEL SEGÚN DATOS DE PRC VIGENTE



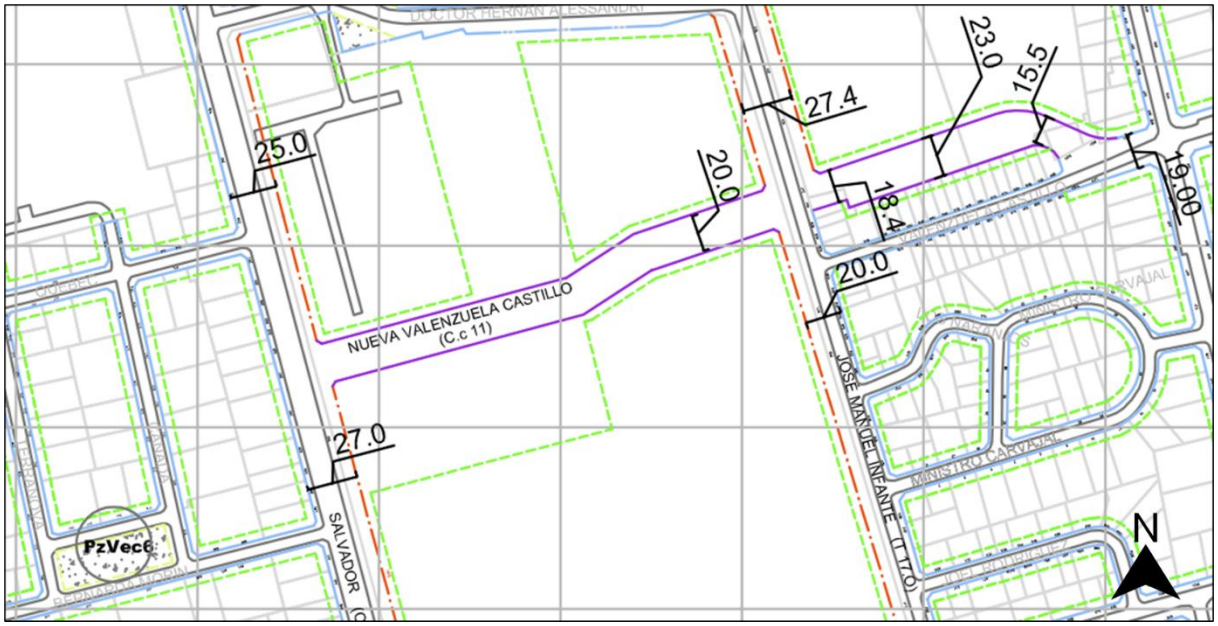
Fuente: Elaboración Propia a partir de PRC Providencia

Al respecto la Municipalidad de Providencia informa que esta apertura ha sido declarada como caducada, por lo que no será considerada como parte de los análisis posteriores.

4.9.5.2 Valenzuela Castillo

La segunda apertura propuesta por el Plan Regulador Comunal consiste en dar continuidad a la calle Valenzuela Castillo hacia el poniente, llegando hasta Av. Salvador. Se presenta una lámina referencial de esta apertura.

FIGURA Nº 4.9-43: APERTURA VALENZUELA CASTILLO SEGÚN DATOS DE PRC VIGENTE



Fuente: Elaboración Propia a partir de PRC Providencia

En consulta a la Municipalidad de Providencia se informa que esta apertura se encuentra caducada para transporte privado, no obstante; el proyecto de renovación del Hospital Salvador la considera como vía peatonal.

4.10 Tarea 24. Diagnóstico de Infraestructura

En esta tarea se realiza un diagnóstico de infraestructura de la comuna incorporando una mirada futura a través de los escenarios 1 y 2, definidos para la comuna del punto de vista de la oferta de infraestructura y operación vial. El análisis se realiza a partir del tipo de indicadores de análisis de variables definidos en la tarea 4 de la etapa 2, los resultados de las simulaciones de tránsito y los catastros e información existente recopilada como parte de este estudio.

La situación actual de infraestructura en la comuna es conocida está bastante estudiada[40]; sin embargo, esta tarea comienza con una descripción general de las principales cualidades y carencias de la infraestructura vial y movilidad que se cuenta en la comuna y de qué manera afectan la movilidad sustentable requerida y como ella podría verse afectada o mejorada con los escenarios de análisis propuestos en este estudio.

Dado lo anterior, el análisis se centra principalmente en los escenarios de oferta de infraestructura futura previstos para la comuna y de qué manera estos serán capaces de absorber las exigencias de la demanda de viajes esperada, manteniendo o mejorando los niveles de servicio actuales de todos los modos que circulan en la comuna, compatibilizándose con el objetivo principal del estudio de favorecer la presencia de modos sustentables.

4.10.1 Estructura y Jerarquización de la Red Vial

Existen 3 hitos geográficos relevantes que configuran de una u otra forma la movilidad vial y peatonal y que constituyen desafíos para los diseñadores de la trama vial y de movilidad sustentable futura, tanto a nivel vehicular como peatonal:

El cerro San Cristóbal, es un polo verde, recreativo y turístico de la comuna a través del parque Metropolitano de Santiago, pero constituye una barrera hacia el norte de la trama vial, dejando accesibilidad solo a través de dos vías: Pio nono y El Cerro.

El canal San Carlos, también constituye una barrera hacia el oriente de la trama vial. La Avenida Tobalaba actúa como vía perimetral oriente de la comuna, la cual es cruzada por varios puentes vehiculares y peatonales que unen ambos costados del canal, facilitando el desplazamiento y viajes hacia y desde la Comuna de Las Condes.

El rio Mapocho, divide la trama vial comunal actuando como una barrera, dejando a los barrios Pedro de Valdivia Norte y Bellavista al lado norte del rio y al sur del parque Metropolitano de Santiago. Las conexiones que tienen ambos barrios con el territorio al sur del rio Mapocho se establecen mediante puentes, principalmente para vehículos con escazas facilidades para los peatones. Existe un solo el puente dedicado exclusivamente a peatones, ubicado a la altura de Condell, Huelén, que es poco utilizado por su diseño con pendientes altas.

La trama vial actual de la comuna se caracteriza por un conjunto de vías estructurantes intercomunales que conectan en sentido oriente a poniente como: Autopista urbana Costanera Norte, Avda. Santa María, Bellavista y Andrés Bello; y vías troncales: como Providencia, Nueva Providencia, Rancagua, Alférez Real, Pocuro, Francisco Bilbao, Santa Isabel y Pedro Lautaro Ferrer.

[40] Estudio "Plan Comunal de Inversiones en Infraestructura de Movilidad y Espacio Público de Providencia", PIMEP, 2021

El eje principal de la comuna sigue siendo Providencia-Nueva Providencia, cuya jerarquía está dada por su conectividad intercomunal de las vías Alameda Bernardo O´Higgins – Providencia – Apoquindo.

En dirección norte-sur, la vialidad intercomunal se estructura en base a vías troncales y colectoras entre la cuales destacan los ejes: Salvador, José Miguel Infante, Miguel Claro, Manuel Montt , Antonio Varas, Pedro de Valdivia, Los Leones, entre otras; los cuales, convergen en el eje Providencia-Nueva Providencia y se extienden hacia el sur, mientras que hacia el norte solo cruza un menor número de ellas, por medio de siete puentes sobre el rio Mapocho y por el túnel El Cerro, que se conecta con la autopista urbana Vespucio Norte.

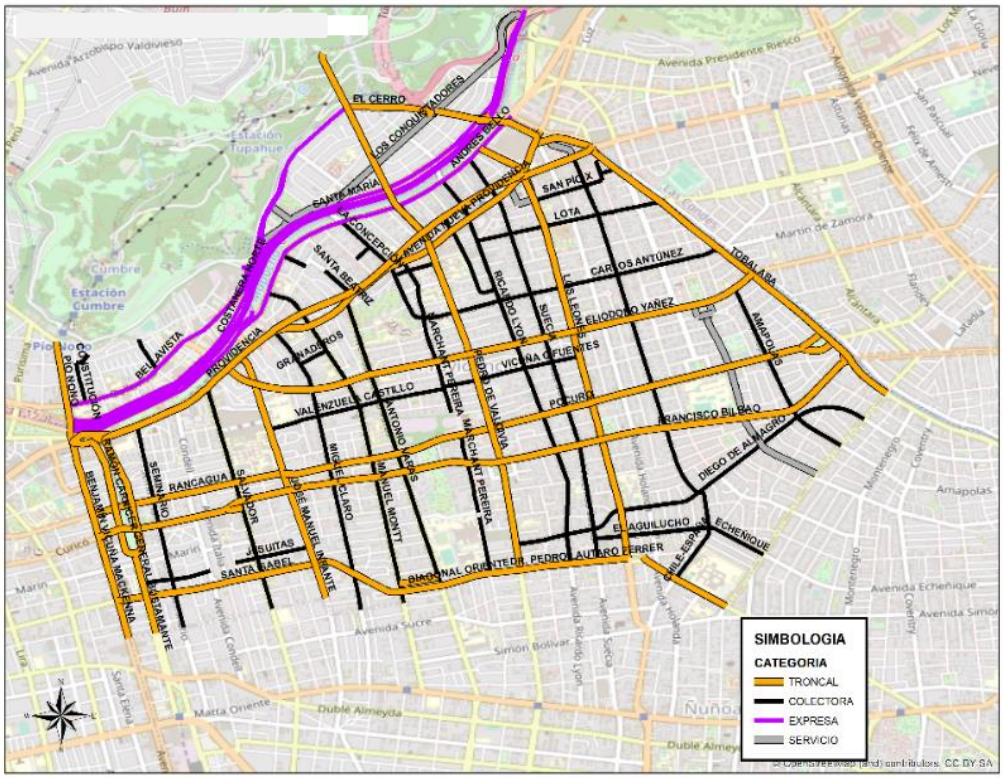
Por otro lado, la estructura conceptual de la vialidad comunal planteada por el PRCP del año 2007 en su memoria explicativa distingue tres categorías de calles, textual de estudio PIMEP 2021: *"las vías emplazadoras que concentran el transporte público y los usos mixtos, las vías desplazadoras o expeditas que permiten el traslado de vehículos particulares, y las vías terminales (locales y pasajes) que irrigan el territorio interior y que corresponden a los barrios. Las calles locales y los pasajes debieran tener doble sentido y un flujo vehicular a menor velocidad. Las vías emplazadoras de la comuna funcionan como elementos estructurantes en cuanto a vialidad, pero también tienen una enorme relevancia en cuanto a su imagen urbana y su rol en el espacio público comunal. Por su escala y carácter concentran una gran diversidad de funciones y usos, su espacio público es altamente demandado por distintos actores y usuarios, e incluyen transporte público. Varios de estos ejes tienen franjas afectas a utilidad pública, como Santa Isabel, Tobalaba, Los Leones, Francisco Bilbao, Salvador, Manuel Montt y Bellavista entre otras, las cuales se encuentran en distinto grado de ejecución."*

Las figuras siguientes muestran la vialidad estructurante vigente y propuesta para el PRC de Providencia y también la vialidad estructurante normada por las modificaciones 99 y 104 del PRMS.

Se observa que la red estructurante propuesta respecto a la vigente por el PRC, efectúa cambios en las calles El Cerro, Los Conquistadores, Valenzuela Casillo y J.M. Infante.

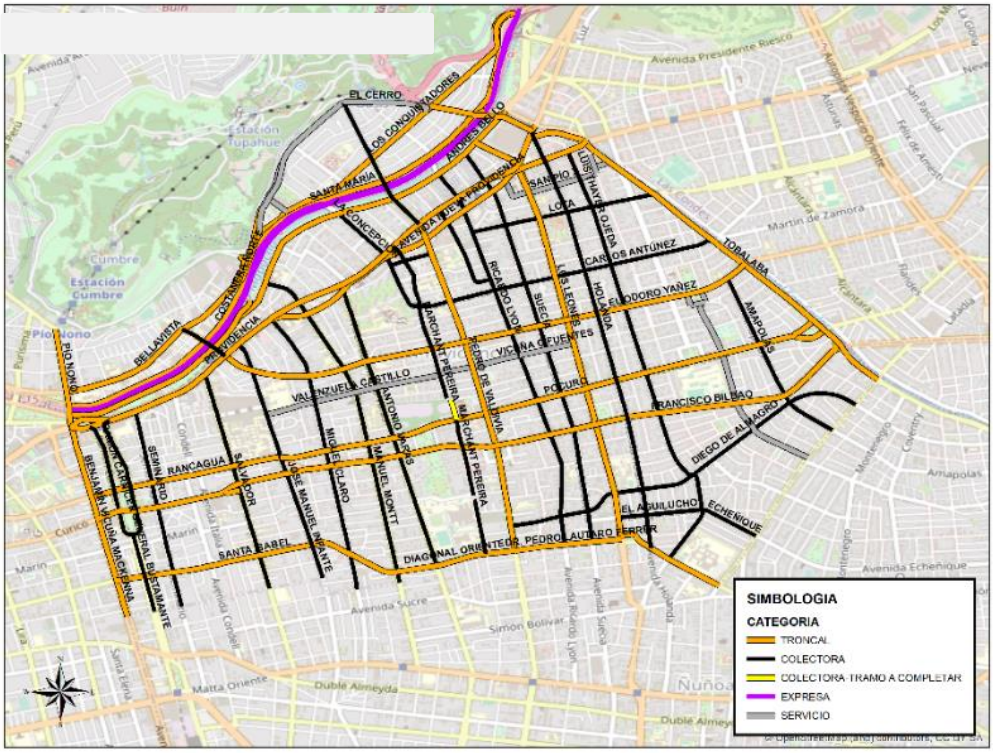
Esta vialidad propuesta por el PRC es compatible con la Modificación PRMS 104 y solo en el eje Antonio Varas presentan una diferencia, como se puede apreciar en la figura 4.10-4, donde aparece esta vía con categoría Troncal y no colectora como propone el PRC.

FIGURA Nº 4.10-1: VIALIDAD ESTRUCTURANTE PRC VIGENTE COMUNA DE PROVIDENCIA



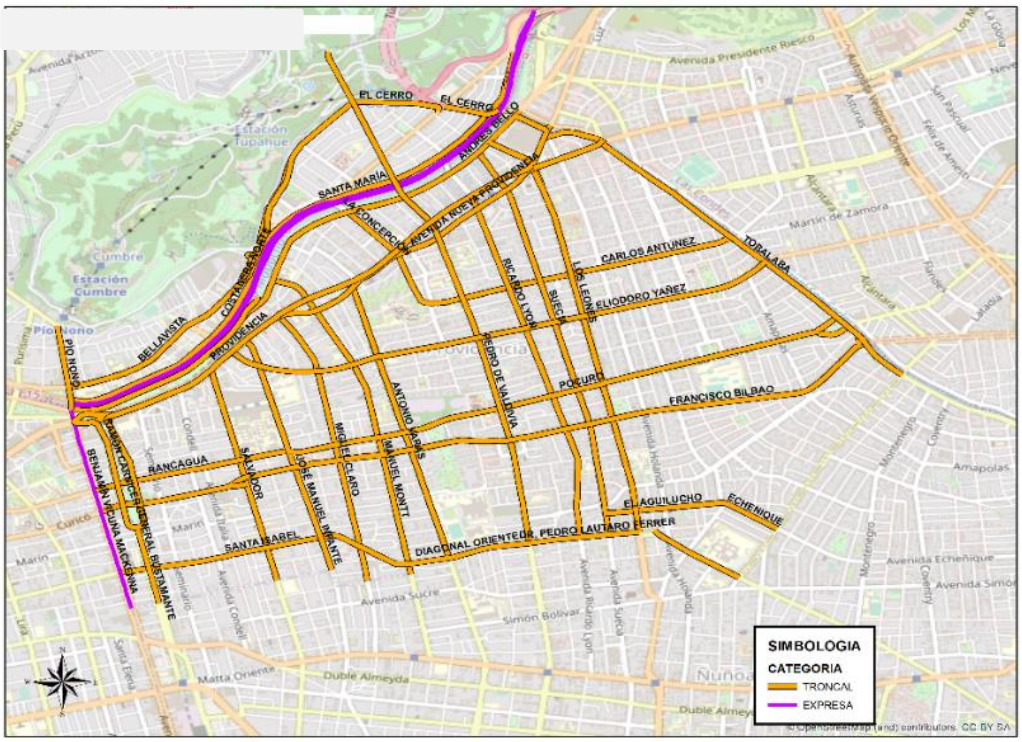
Fuente: Elaboración en base de Información DAU Providencia, 2022

FIGURA Nº 4.10-2: VIALIDAD ESTRUCTURANTE PRC PROPUESTA PARA COMUNA DE PROVIDENCIA



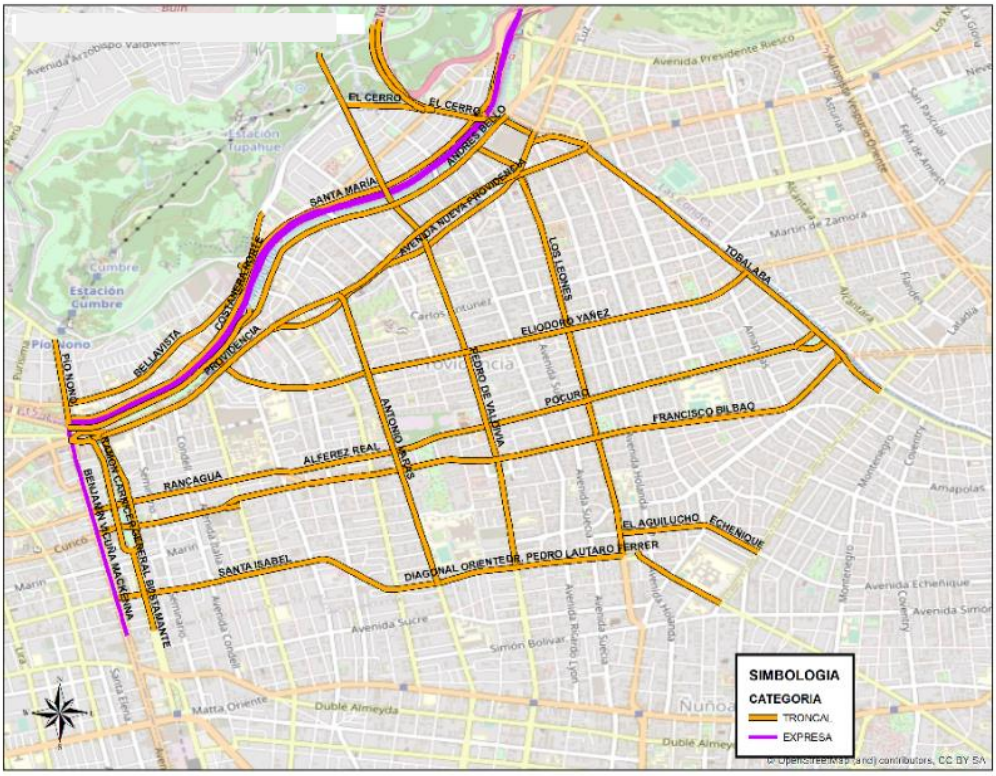
Fuente: Elaboración en base de Información DAU Providencia, 2022

FIGURA Nº 4.10-3: VIALIDAD ESTRUCTURANTE PRMS 99



Fuente: Elaboración en base de Información DAU Providencia, 2022

FIGURA Nº 4.10-4: VIALIDAD ESTRUCTURANTE PRMS 104



Fuente: Elaboración en base de Información DAU Providencia, 2022

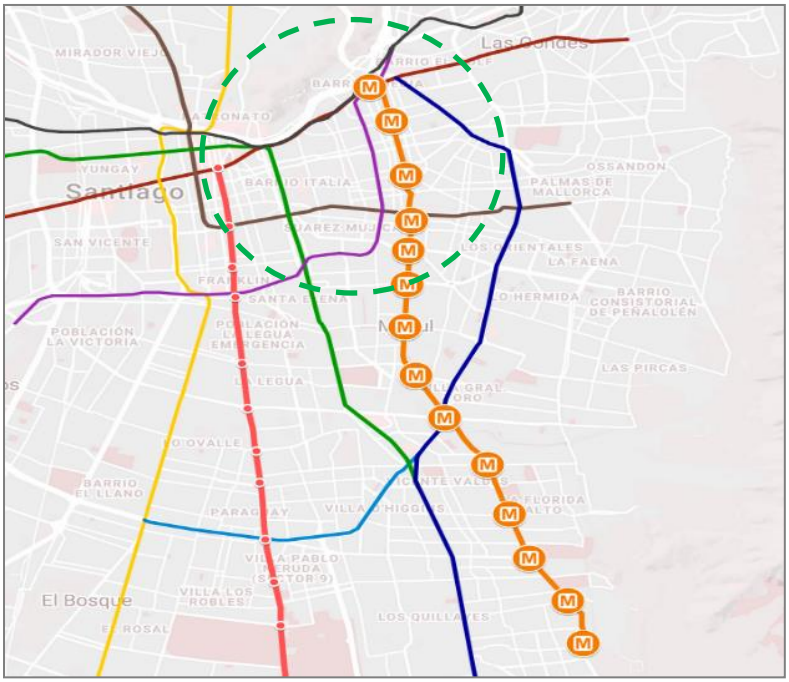
4.10.2 Infraestructura para Transporte Público

La comuna de Providencia es una de las comunas de la Región Metropolitana que cuenta con mayor infraestructura de Transporte Público, dado que dispone de 4 líneas de Metro (1, 2, 4 y 6) y pronto contará también con la Línea 7 en construcción y en el largo plazo con la Línea 8, actualmente en estudio de ingeniería básica; 60 servicios del sistema RED, con una frecuencia media de 8,5 buses/hora en periodo punta mañana (PMA), 7,6 buses/hora en punta tarde (PTA) y 6,9 buses/hora en fuera de punta (FPU); 9 empresas de servicios de taxiscolectivos y pronto también con un servicio de Teleférico que conectará con la comuna de Huechuraba.

La mayoría de los servicios de transporte público se ubican entorno al eje Providencia-Nueva Providencia, como las estaciones de Metro, las paradas de buses y los lugares para las paradas de taxis colectivos. Esto es una dificultad para los usuarios del sector sur de la comuna, que no disponen una oferta de servicios tan abundante en el sentido oriente-poniente, como los usuarios cercanos del eje Providencia.

La figura siguiente presenta la cobertura de la red Metro actual y futura de la comuna, donde destacan al interior del círculo verde la Línea 7, paralela a la Línea 1; y la Línea 8, paralela a la Línea 6, que darán servicio en la comuna de Providencia.

FIGURA Nº 4.10-5: COBERTURA DE LINEAS DE METRO FUTURA EN COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia con datos de Metro S.A.

En las paradas de buses y taxiscolectivos y estaciones de metro del eje Providencia, se realizan la mayoría de los viajes intermodales y se producen los mayores movimientos de peatones, en una infraestructura física como veredas y operacional como semáforos, no preparada para recibir la cantidad de usuarios que acceden caminando hacia los servicios de transporte público.

Las figuras siguientes dan cuenta de esto en el eje Providencia entorno a estaciones actuales y futuras de Metro y paradas de buses, donde se aprecia la estrechez de las veredas existentes.

FIGURA Nº 4.10-6: VEREDAS ESTRECHAS ENTORNO A ACCESO AL TRANSPORTE PÚBLICO



Futura Ubicación Estación Metro L7

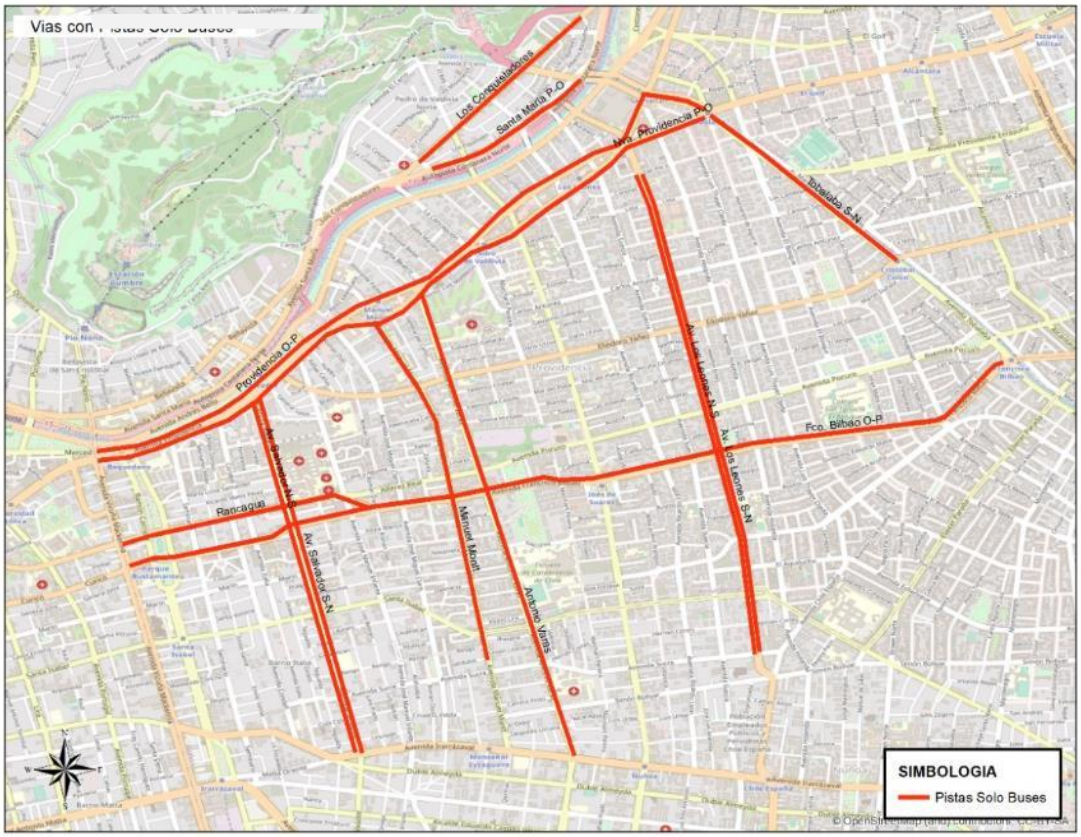


Paradas Buses Eje Providencia

Fuente: Catastro ECV y MU 2022

En la actualidad existen pistas exclusivas de algunas vías para la circulación de buses de transporte público, la cuales se muestran en la tabla y figura siguiente, alcanzando un **total de 32,9 km.**

FIGURA Nº 4.10-7: VIAS CON PISTAS EXCLUSIVAS DE BUSES COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Catastro ECV y MU 2022

Llama la atención que la Municipalidad, entre los diferentes planes que cuenta, no incorpore un plan para el transporte público en términos de nuevas vías o ejes con pistas exclusivas para buses, lo cual aparece como una necesidad para reforzar el uso de este modo sustentable y desconcentrar el uso de los ejes Providencia y Nueva Providencia, saturados en la actualidad de vehículos y peatones. Se atribuye lo anterior, que la

municipalidad no cuenta con las atribuciones para proponer estas mejoras, porque esto es tuición de DTPM y por la jerarquía de algunas posibles vías según PRMS.

CUADRO Nº4.10-1: VIAS CON PISTAS SOLO BUS COMUNA DE PROVIDENCIA

Eje	Longitud(mts)
Santa María P-O	950
Fco. Bilbao O-P	4762
Nueva Providencia P-O	3852
Providencia O-P	3998
Rancagua	1313
Manuel Montt	2157
Antonio Varas	2929
Av. Los Leones N-S	2999
Av. Los Leones S-N	2988
Tobalaba S-N	1304
Av. Salvador S-N	2232
Av. Salvador N-S	2196
Los Conquistadores	1216
Total	**32896**

Fuente: Elaboración Propia.

Los escenarios (planes) 1 y 2 de oferta no cuentan por lo tanto, con proyectos que puedan mejorar esta infraestructura. En el escenario 3 a analizar como parte de la Etapa 5 del estudio, el consultor propondrá como ejercicio de análisis nuevas pistas exclusivas y trazados de servicios de transporte público, de manera de desconcentrar la situación actual del eje Providencia, teniendo en cuenta que existen estas restricciones normativas.

La gran cantidad de líneas de Metro circulando entorno al eje Providencia, también propicia rediseñar trazados de los servicios de buses de RED, que compiten en la actualidad en forma paralela al trazado de la línea 1 y competirán en el futuro con la línea 7, hacia vías paralelas ubicadas al sur del eje Providencia como Carlos Antúnez, Eleodoro Yañez, Pocuro, Bilbao, Sta. Isabel, etc.

4.10.3 Facilidades para Peatones

En general, la mayoría de las vías presentan buenas condiciones de arborización; es decir, sombra y cobijo para la caminata; sin embargo, no todas presentan condiciones de veredas amplias en ancho y con aceras suficientes para separar al peatón de la calzada vehicular y evitar problemas de fricción o seguridad peatonal.

Se cita a continuación algunas conclusiones al respecto del diagnóstico comunal realizado en el estudio PIMEP 2021 "En *muchas de las calles de la comuna las veredas son de 2 m, cumpliendo con las dimensiones que norma la OGUC y con la orientación de la Ley de Accesibilidad Universal, la cual exige una ruta accesible de al menos 1,20 m de ancho y 2,10 m de alto libre de cualquier obstáculo (mobiliario, cenefas, toldos, ramas, postes, etc.). Sin embargo, estas dimensiones se hacen insuficientes para la población flotante que hoy recibe el territorio comunal. En algunas zonas residenciales la vereda de 2 m también se hace insuficiente por la mayor densidad poblacional que hoy tiene la comuna*."

Respecto a los rebajes de soleras para mejorar la accesibilidad en intersecciones, existen barrios de la comuna con una buena cantidad y otros con nula cantidad de estas facilidades. Existe además una variedad de diseños viales de intersecciones, con algunos que se encuentra en la actualidad desactualizados. Existen veredas continuas en ejes estructurantes y con transporte público, como Bilbao, Pedro de Valdivia, Seminario y Miguel

Claro; como complemento de las ciclovias de Ricardo Lyon y Antonio Varas; y como límite de zonas de calmado de tráfico. Sin embargo, todavía estas veradas continuas son insuficientes para mejorar el uso del modo caminata.

Existen también problemas con los estacionamientos no permitidos que tienden a minimizar aún más el espacio para los peatones, tal como se observa en las fotografías siguientes de calles de la comuna cercanas al eje Providencia.

FIGURA Nº 4.10-8: VIAS CON ESTACIONAMIENTOS NO PERMITIDOS Y VEREDAS ESTRECHAS



Estacionamientos no permitidos



Estrechez de veredas y fricción

Fuente: Catastro ECV y MU 2022

Existe una vía en particular que se analiza con mayor detalle en este diagnóstico de infraestructura y corresponde **al eje Pedro de Valdivia**, donde el Plan 2 Conservador de oferta propone un proyecto de mediana central. Si bien este proyecto propicia una mejor operación vial, evitando giros de vehículos a la izquierda en zonas no permitidas, pareciera no ser la mejor solución para aumentar las facilidades del modo caminata.

La Avenida Pedro de Valdivia presenta todavía algunos sectores comerciales, de Universidades y colegios con veredas muy estrechas, que perfectamente podrían aumentar su ancho, dejando la arborización tal cual, solo cambiando soleras y dejando solo 1 pista por lado con sectores de adelantamiento en intersecciones para los vehículos. Esto podría hacerse entre Irarrázaval y Providencia que es un tramo muy caminable.

La figura siguiente muestra la estrechez de algunos tramos actuales de Pedro de Valdivia, que se acrecienta en sectores de colegios, donde se podrían hacer soluciones tipo andenes de estacionamientos temporales al ensanchar las veredas, permitiendo a su vez un tráfico más fluido en las pistas resultantes.

FIGURA Nº 4.10-9: VEREDAS ACTUALES DE ALGUNOS TRAMOS DE AVDA PEDRO DE VALDIVIA



P. de Valdivia de N-S tramo cercano a E. Yañez



P. de Valdivia tramo de colegios cercano a Providencia

Fuente: Catastro ECV y MU 2022.

4.10.4 Infraestructura de Veredas

En general Providencia se ha caracterizado por tener buenas veredas para la circulación peatonal; sin embargo, en la actualidad en algunos sectores, especialmente en los lugares con mayor flujo peatonal, se percibe un deterioro de ellas. Últimamente se han implementado una serie de medidas conducentes a devolver la preferencia peatonal como son las calles y pasajes peatonales y las calles vivas, cuyo objetivo es mejorar las condiciones de las rutas de las personas que se desplazan a pie y restringir el espacio destinado al automóvil, nivelando la calzada a la altura de la acera.

Actualmente existen calles vivas en las calles: Orrego Luco Norte, Luis Thayer Ojeda y Constitución (tramo entre Antonia López de Bello y Cerrito). En la calle Carlos Silva Vildósola, al costado oriente de la Plaza Las Lilas, existe también una zona de calmado de tráfico. Las fotografías siguientes presentan las calles vivas de Orrego Luco y Luis Thayer Ojeda.

FIGURA Nº 4.10-10: CALLES VIVAS EXISTENTES EN PROVIDENCIA



Orrego Luco



Luis Thayer Ojeda

Fuente: Catastro ECV y MU 2022.

Existen otros tramos de vías de la comuna que presenta muy buenas condiciones para la operación de calles vivas y con esto facilitar las caminatas en la comuna y propiciar un descenso de la carga y descarga de autos en el eje Providencia. Estas calles se presentan en las figuras siguientes y son: Marchant Pereira entre Fidel Oteiza y Providencia, que está muy cercana a la próxima estación de la Línea 7 de Metro en Monseñor Sótero Sanz; y el otro tramo de vía propicio es Guardia Vieja, entre Diego Velásquez y Providencia. En este sector existen algunos tramos de Diego Velásquez que operan de esta forma, por lo cual se podría configurar un circuito de calles vivas en el sector.

FIGURA Nº 4.10-11: CALLES VIVAS PROPUESTAS EN PROVIDENCIA



Marchant Pereira



Guardia Vieja

Fuente: Catastro ECV y MU 2022.

El cuadro siguiente presenta la longitud y anchos de veredas que se presentan en la comuna, tanto para la situación actual como para los escenarios de oferta o planes 1 y 2 de proyectos.

Para la situación actual se toma como referencia de la red vial de calibración del estudio, asociando la longitud de vereda a la longitud de los arcos de la red. Esta red vehicular no incluye todas las calles de la comuna, pero si las más relevantes en términos de movilidad.

Para los escenarios de oferta, se considera la suma de las longitudes de los proyectos que conforman el Plan caminabilidad y gestión integral en los ejes de la red vial que forman parte de los Planes 1 y 2, definidos la Tarea 17 anterior (Pto. 4.3.4) del informe. Estos proyectos reemplazan a las vías actuales correspondientes para efectos de comparación de cada situación.

CUADRO Nº4.10-2: SUPERFICIE DE VEREDAS ACTUALES Y PREVISTAS PARA LA COMUNA

ESCENARIO OFERTA (Planes)	Veredas (km)		Plan de Caminabilidad		Plan Mejoramiento Integral		TOTAL		Crecimiento de Superficie
	Longitud	Superficie	Longitud	Superficie	Longitud	Superficie	Longitud	Superficie	
	(km) [1]	(m2) [2]	(km) [4]	(m2) [3]	(km) [4]	(m2) [3]	(km) [5]	(m2)	(%)
Situación Actual	255,319	510638	0	0	0	0	255,319	510638	-
Plan 1 Conservador	252,632	505264	2,687	6718	0	0	255,319	511982	0,26
Plan 2 Optimista	222,842	445684	8,877	22193	23,6	59000	255,319	526877	3,18

1: Longitud total de veredas obtenida a partir de la longitud de las vías de la red vial de modelación
2: Se asume un ancho promedio de vereda de 2 mt para la situación actual
3: Se asume un ancho de vereda de 2.5 mt para los proyectos del Plan de Caminabilidad y Mejoramiento Integral
4: Corresponde a la suma de las longitudes de los proyectos que conforman el Plan Caminabilidad y Gestión Integral de los Planes 1 y 2
5: Se asume que la longitud total de veredas de la red no cambia

Fuente: Elaboración Propia

Dados los supuestos realizados, se aprecia del cuadro que el Plan 1 conservador aumenta en forma muy baja (0,26%) el porcentaje de la superficie de las veredas de la comuna respecto a la situación actual.

El plan 2 optimista, el aumento en superficie de las veredas es mayor con un 3,18%, lo cual todavía se considera bajo e insuficiente, si se espera de él un aumento importante en el uso del modo caminata.

4.10.5 Diseño de Intersecciones y Señalética

En la actualidad, en general el diseño de las intersecciones viales de todo el país privilegian al automóvil por sobre el peatón. Providencia no es la excepción, sin embargo es más notorio por la gran cantidad de peatones que existen entorno a las estaciones de Metro y algunos de sectores más céntricos de comercio y servicios de la comuna como Pedro de Valdivia y Ricardo Lyon con Providencia y Nueva Providencia y varias de las intersecciones entorno al Costanera Center.

Los radios de giro de las esquinas, normalmente están diseñados para permitir una mayor velocidad de viraje del automóvil, quitándole espacio a las veredas, con el consecuente peligro que significan las altas velocidades en intersecciones de mucha demanda peatonal.

Existen también falta de atraviesos peatonales en cuadras largas o tramos de calles sin semáforos ni pasos protegidos, lo que provoca que las personas crucen informalmente y sin la debida seguridad.

Respecto a la señalética, en general existe una señalética suficiente pero acondicionada preferentemente para el automóvil. Se requiere acondicionar los tiempos de verde peatonal en intersecciones semaforizadas para el cruce seguro de los peatones más vulnerables, por lo cual muchos de los proyectos propuestos en los planes municipales de caminabilidad y gestión vial van en esa línea.

Providencia destaca por algunos cruces tipo japonés o Tokio, donde la operación del semáforo contiene un tiempo todo verde donde el peatón puede cruzar en diagonal acortando sus recorridos. Este tipo de cruces existen en las intersecciones de Providencia y Nueva Providencia con Manuel Montt y Ricardo Lyon, con buenos resultados.

Existe cierto desconocimiento todavía de los peatones por estos cruces, lo cual es posible mejorarlo con mayores señales luminosas que comuniquen el atravieso en forma diagonal de los peatones sin peligro. Las fotografías siguientes presentan los cruces tipo Tokio de Providencia con Ricardo Lyon y Manuel Montt.

FIGURA Nº 4.10-12: CRUCE TIPO TOKIO EXISTENTES EN PROVIDENCIA



Ricardo Lyon con Providencia



Manuel Montt con Providencia

Fuente: Catastro ECV y MU 2022

El cuadro siguiente presenta la cantidad y densidad de semáforos de la comuna, tanto para la situación actual como para los escenarios de oferta o planes 1 y 2 de proyectos previstos.

CUADRO Nº4.10-3: CANTIDAD DE SEMAFOROS SEGÚN ESCENARIOS

ESCENARIO OFERTA (Planes)	Semáforos Existentes	Semáforos nuevos	Total de Semáforos (sem)	Longitud de la Red(km) [1]	Densidad de Semáforos (sem/km)	Crecimiento (%)
Situación Actual	250	0	250	144,25	1,73	0,0
Plan 1 Conservador	250	20	270	143,61	1,88	8,5
Plan 2 Optimista	250	20	270	143,61	1,88	8,5

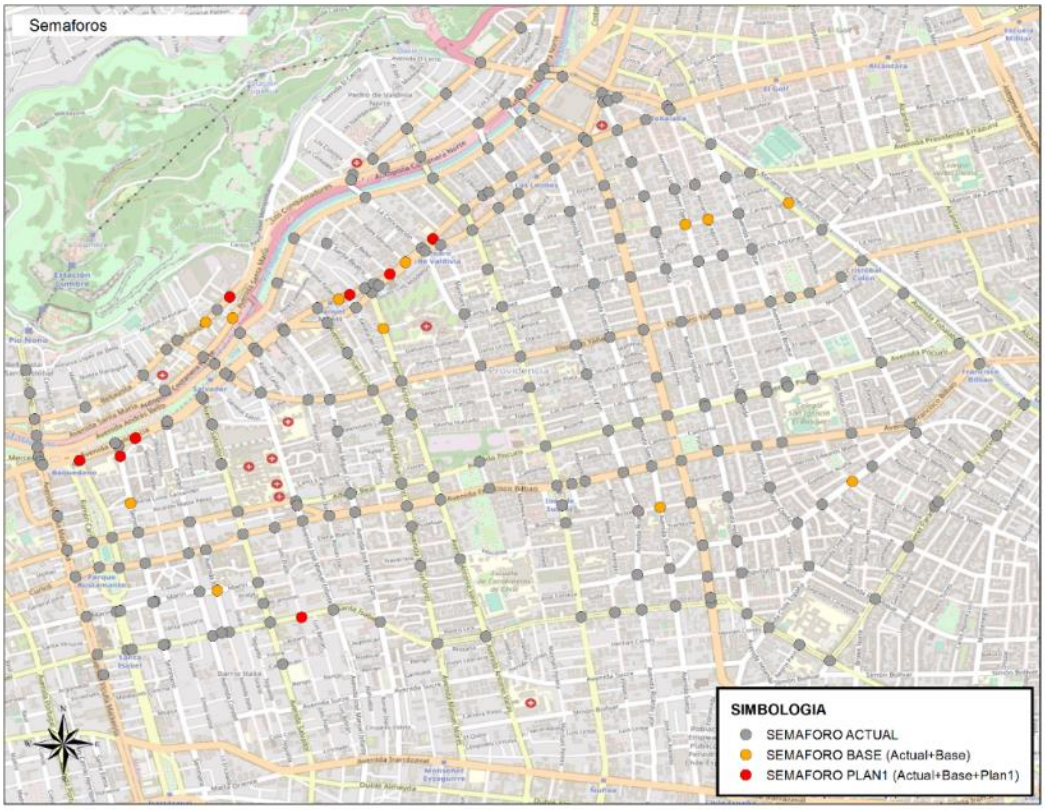
1: Tomada de la red vial táctica Punta Mediodía calibrada

Fuente: Elaboración Propia

Para la situación actual, la cantidad de semáforos existente en la comuna alcanza a 250 regulaciones. Para el Plan 1 de oferta, se agregan 20 semáforos nuevos producto de los proyectos de Gestión Vial, y Caminabilidad que conforman cada plan, lo cual constituye un 8.5% de la densidad de semáforos de la red respecto a la situación actual. Nótese que el Plan 2 no aporta con nuevos semáforos respecto al Plan 1.

La figura siguiente presenta la ubicación de los semáforos actuales y previstos para la comuna.

FIGURA Nº 4.10-13: SEMAFOROS ACTUALES Y PREVISTOS COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración Propia.

4.10.6 Facilidades a Ciclistas

Existen ciclovias muy transitadas en la comuna como Andrés Bello (Mapocho 42K), Pocuro y Ricardo Lyon. En menor grado pero creciendo se encuentran la ciclovía de Eleodoro Yañez, Miguel Claro, Antonio Varas, Marín- y Puyehue.

En el caso de Eliodoro Yáñez se estableció un nuevo estándar, al ser una ciclovía unidireccional en el sentido del flujo vehicular y con un ancho de pista que permite adelantamientos y la circulación de bicicletas de logística u otros ciclos de mayor envergadura, con un alto nivel de seguridad.

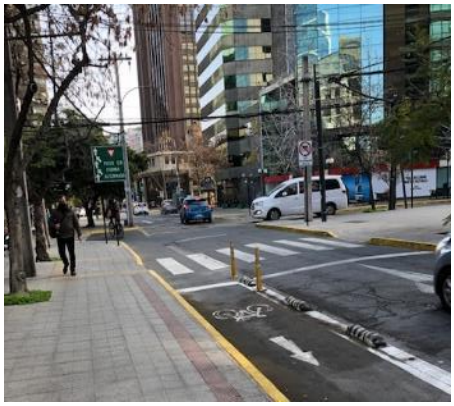
Asimismo, se impulsó la reapertura de la ciclovía Mapocho Pedaleable y las Ciclorecreovias, que consisten en la habilitación de calles para el transito exclusivo de peatones y ciclos los domingos por la mañana. En Providencia la Ciclorecreovia funciona en Andrés Bello (entre Tobalaba. y Pio Nono), Ricardo Lyon (entre Andres Bello y Pocuro), y Pocuro (entre A. Varas y Tobalaba), y Pedro de Valdivia Norte.

Es importante destacar que parte de la infraestructura ciclista de Providencia corresponde a un estándar de ciclopaseo, como Pocuro, que fue planificada en otro contexto de movilidad, en que la bicicleta tenía un menor uso como medio de transporte en la ciudad. Hoy en día, estas ciclovias presentan un alto flujo de ciclos, se encuentran muy saturadas en horas punta, y presentan conflictos especialmente en las intersecciones, ya que en su mayoría cuentan con áreas compartidas entre ciclos y peatones.

Si bien se ha avanzado en mejorar estos conflictos, como se hizo con el mejoramiento de las intersecciones de la ciclovía de Pocuro entre Los Leones y Pedro de Valdivia, es fundamental continuar con el mejoramiento permanente del estándar de la infraestructura ciclovial de la comuna.

Los remates de las ciclovías actuales, al no existir una red integrada para los ciclistas, resultan dificultosos, tal como puede apreciarse en la entrada de la ciclovía de Marchant Pereira y salida de la ciclovia de Ricardo Lyon a Nueva Providencia.

FIGURA Nº 4.10-14: REMATES DE CICLOVIAS



Entrada Ciclo vía Marchant Pereira

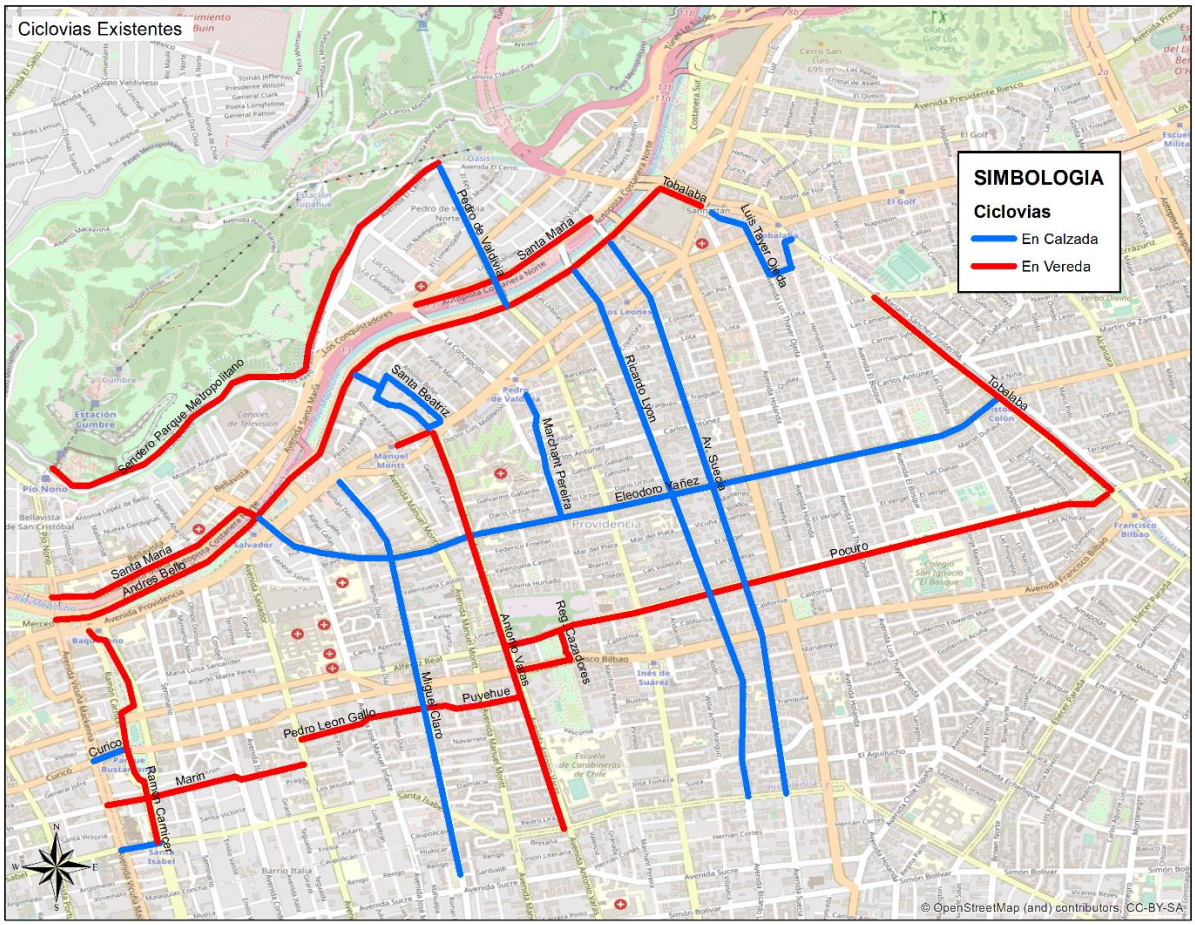


Salida Ciclovía Ricardo Lyon

Fuente: Catastro ECV y MU 2022

En cuanto a la conformación de **una red de ciclovías**, tal como se aprecia en la figura siguiente, se presentan todavía deficiencias en su conectividad, tanto al interior de la misma comuna como con las comunas vecinas. Un claro ejemplo es la falta de continuidad de Pocuro - Rancagua desde Antonio Varas hacia el poniente, siendo esta una de las ciclovias más usadas, considerando que se implementó su conexión hacia el oriente con la ciclovía de Isabel La Católica.

FIGURA Nº 4.10-15: CICLOVIAS ACTUALES COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración Propia

El cuadro siguiente presenta la longitud de ciclovías que se presentan en la comuna, tanto para la situación actual como para los escenarios de oferta o planes 1 y 2 de proyectos.

Para la situación actual se toma como referencia la figura anterior alcanzando a **29,51 km de ciclovías**. Para los escenarios de oferta, se consideran las longitudes de los proyectos del Plan municipal de Cicloinclusión que contiene proyectos de ciclovias, ciclorecreovías y de Mejoramiento Integral que forman parte de los Planes 1 y 2, definidos la Tarea 17 anterior (Pto. 4.3.4) del informe.

CUADRO Nº4.10-4: LONGITUD DE CICLOVIAS ACTUALES Y PREVISTAS PARA LA COMUNA

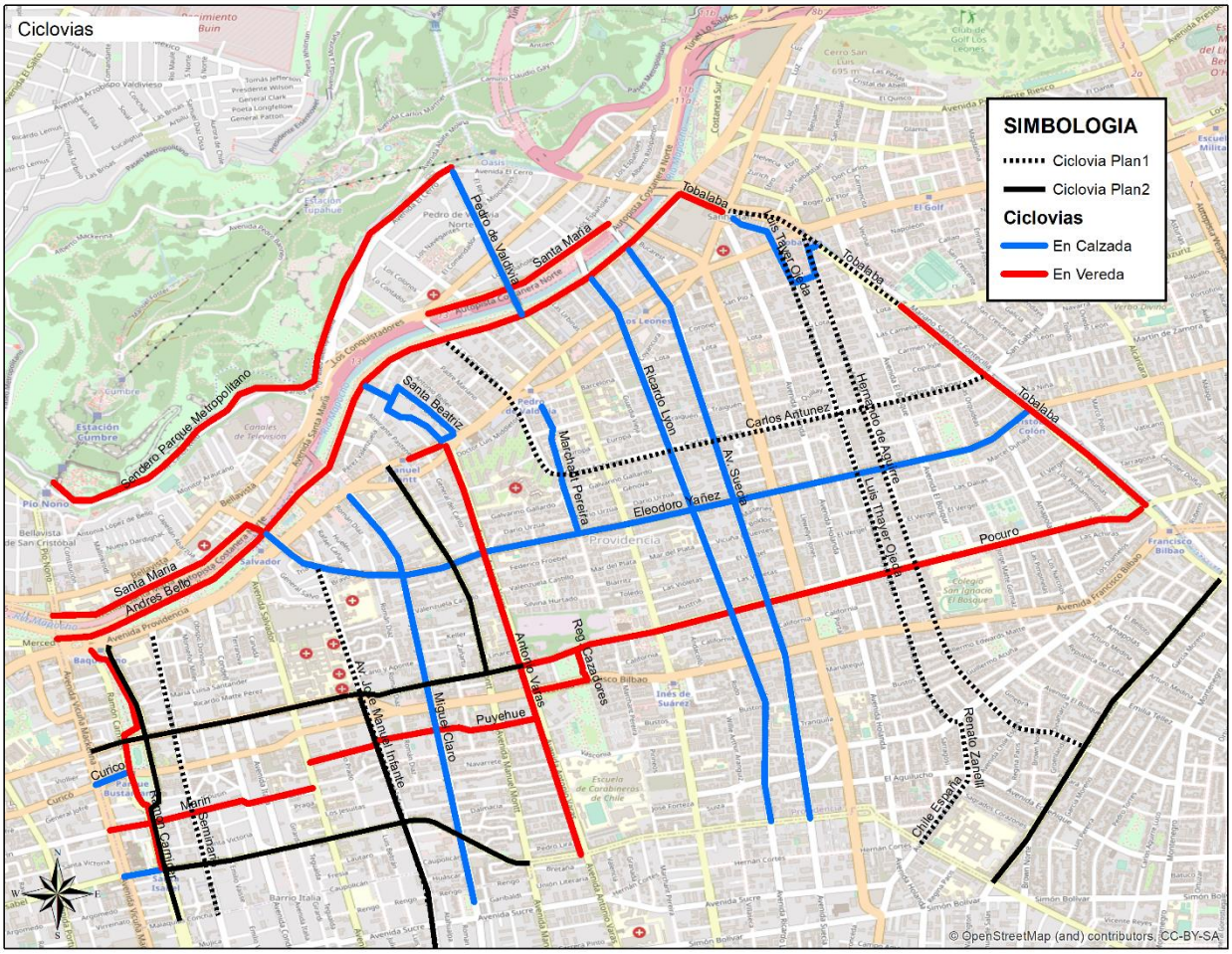
ESCENARIO OFERTA (Planes	Ciclovias Actuales (km)	Proyectos de Ciclovias (km)	Proyectos de Mejoramiento Integral (km)	TOTAL (km)	Crecimiento (%)
Situación Actual	29,51	0	0	29,51	0,0
Plan 1 Conservador	29,51	12,29	0	41,80	41,7
Plan 2 Optimista	29,51	12,29	23,6	65,40	121,6

Fuente: Elaboración Propia

Del cuadro anterior, se aprecia que tanto el Plan 1 como el Plan 2 aumentan la cantidad de kilómetros de ciclovía de la comuna, siendo en el Plan 2 optimista muy considerable este aumento (121,6%), provocado por los proyectos de mejoramiento integral que incluyen ciclovías también como parte de ellos.

La figura siguiente presenta la ubicación de los proyectos de ciclovías de cada plan de oferta previsto, de la cual se observa un aspecto más similar a una red integrada de ciclovías, respondiendo a los objetivos de una mayor presencia de modos sustentables de la comuna.

FIGURA Nº 4.10-16: CICLOVIAS PROYECTADAS COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración Propia.

4.11 Tarea 25. Diagnóstico de Modos No Motorizados

En esta tarea se realiza un diagnóstico de los modos no motorizados (peatones y ciclos) que circulan en la comuna incorporando una mirada futura a través de los escenarios 1 y 2, definidos para la comuna del punto de vista de la oferta de infraestructura y operación vial. Se debe destacar que los usuarios de ciclos y peatones bajo análisis no son necesariamente vecinos o trabajadores de Providencia, sino que incluyen tanto a los residentes de la comuna como a la población flotante que va a Providencia a realizar alguna actividad en particular, o bien es un flujo de paso.

El análisis se realiza a partir del tipo de indicadores de análisis de variables definidos en la Tarea 4 de la etapa 2, los resultados de las mediciones de tránsito (Tarea 3) y los catastros e información existente recopilada como parte de este estudio.

4.11.1 Demanda de Ciclos

4.11.1.1 Caracterización General

La principal fuente de información para el análisis de los ciclos proviene de las mediciones y encuestas desarrolladas en la Tarea 3 del presente estudio. En particular, se midió el flujo de ciclos en distintos lugares de la comuna, y se realizó una encuesta origen-destino (EOD) a partir de la cual se construyeron matrices de viajes por periodo.

Dado que los resultados de este análisis fueron ya presentados en la Tarea 12, a continuación se realiza un resumen con los principales resultados obtenidos.

- La gran mayoría de los usuarios de ciclo usan bicicletas (93%), siendo minoritarios otro tipo de ciclos. Más aun, las bicicletas usadas en la comuna son principalmente propias, con un bajo porcentaje bicicletas públicas; los scooters son más utilizados que las bicicletas públicas y que las bicicletas con motor.
- Los propósitos de viaje que más comunes son al/desde el trabajo (45%), por trabajo (20%) y por deporte o paseo (17%). Estos tres propósitos representan el 82% del total de viajes. El propósito estudio es minoritario (4%) así como los viajes por salud (2%).
- Los ciclistas fueron consultados sobre cuál es el modo alternativo a los ciclos. El principal sustituto es el transporte público (54%) y luego la caminata (15%). El vehículo particular es considerado como una alternativa a la bicicleta por el 14% de los ciclistas.
- Más de la mitad de los usuarios de las ciclovías de Providencia no residen en la comuna, y provienen de las comunas aledañas: Ñuñoa, Las Condes y Vitacura, principalmente. En consecuencia, los viajes en ciclos son prioritariamente de corta distancia, como se resume a continuación.

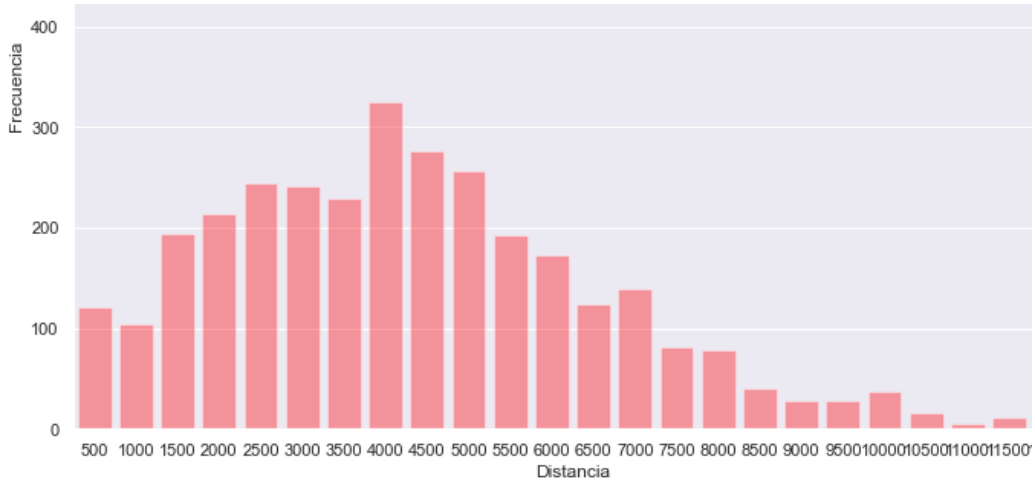
CUADRO Nº4.11-1: DISTANCIA PROMEDIO DE VIAJES EN PROVIDENCIA POR PERIODO (KM)

PMA	PMD	PTA
11,4	7,4	12,5

Fuente: Elaboración Propia

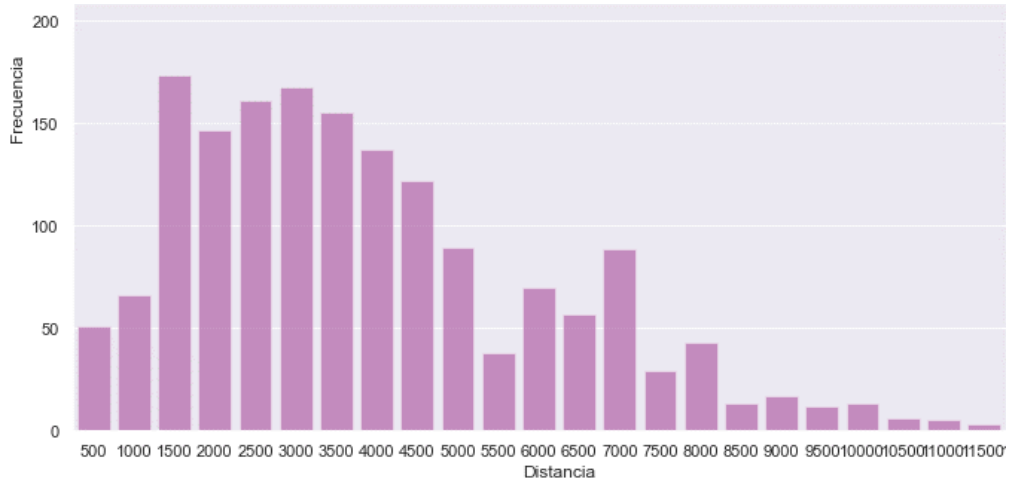
Sin embargo, como se observa en las siguientes figuras, existe un amplio rango de distancias de viaje.

FIGURA Nº 4.11-1: DISTRIBUCIÓN DE DISTANCIA DE VIAJES EN PROVIDENCIA, PUNTA MAÑANA (DISTANCIA EN KM)



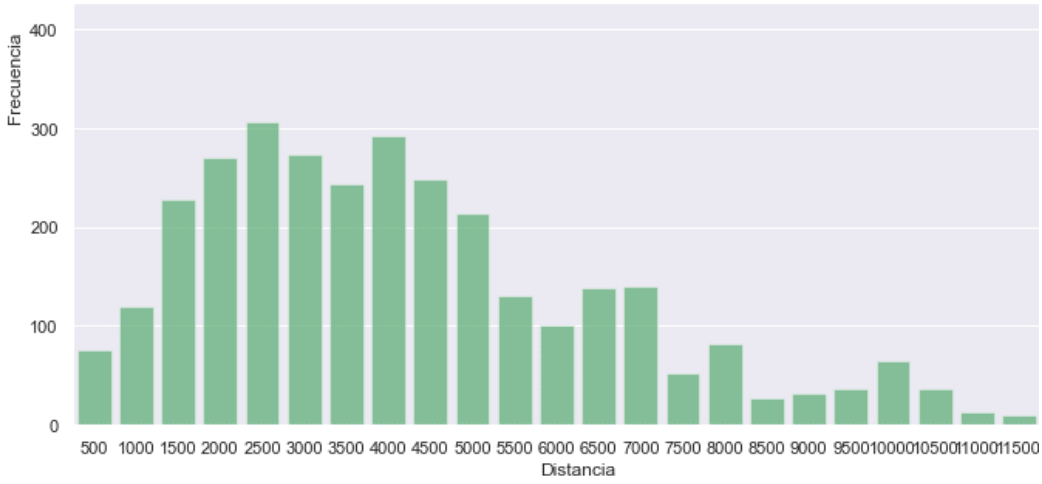
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.11-2: DISTRIBUCIÓN DE DISTANCIA DE VIAJES EN PROVIDENCIA, PUNTA MEDIO DÍA (DISTANCIA EN KM)



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.11-3: DISTRIBUCIÓN DE DISTANCIA DE VIAJES EN PROVIDENCIA, PUNTA TARDE (DISTANCIA EN KM)



Fuente: Elaboración Propia

- En términos del sentido de los viajes, en PMA y PMD los viajes desde Poniente a Oriente son mayores que los de Oriente a Poniente, y los de Sur a Norte son mayores que los de Norte a Sur. En PTA los viajes se invierten comparado con PMA, es decir, los viajes desde Oriente a Poniente son mayores que los de Poniente a Oriente, y los de Norte a Sur son mayores que los de Sur a Norte.

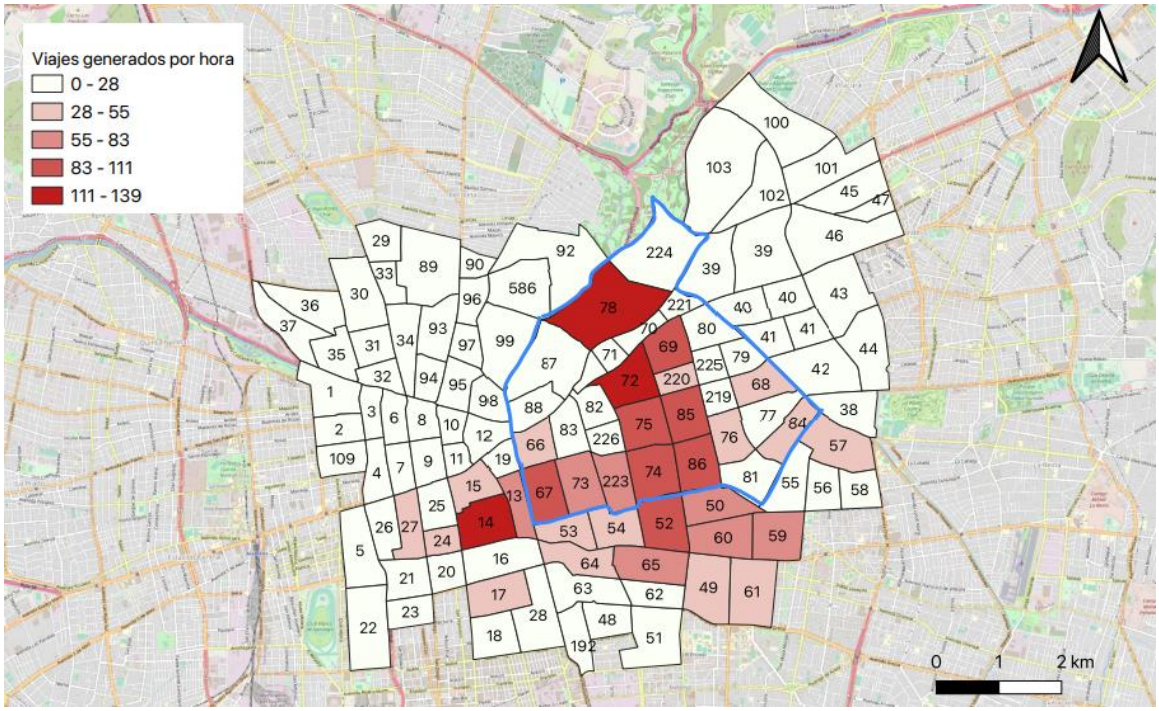
  En los tres periodos se encuentra una estructura similar con respecto a la generación de viajes. Se compone de un eje vertical (N-S y S-N) con altos flujos entre Ricardo Lyon y Pedro de Valdivia, y un eje horizontal (O-P y P-O) con menores flujos, pero igualmente considerables en torno a Av. Providencia.

  Respecto a la atracción de viajes, todos los periodos poseen dos centros de alta importancia atractiva que son el cerro San Cristóbal, donde muchos ciclistas viajan por recreación y/o deporte, y también el Costanera Center.

4.11.1.2 Resultados Específicos por Periodos

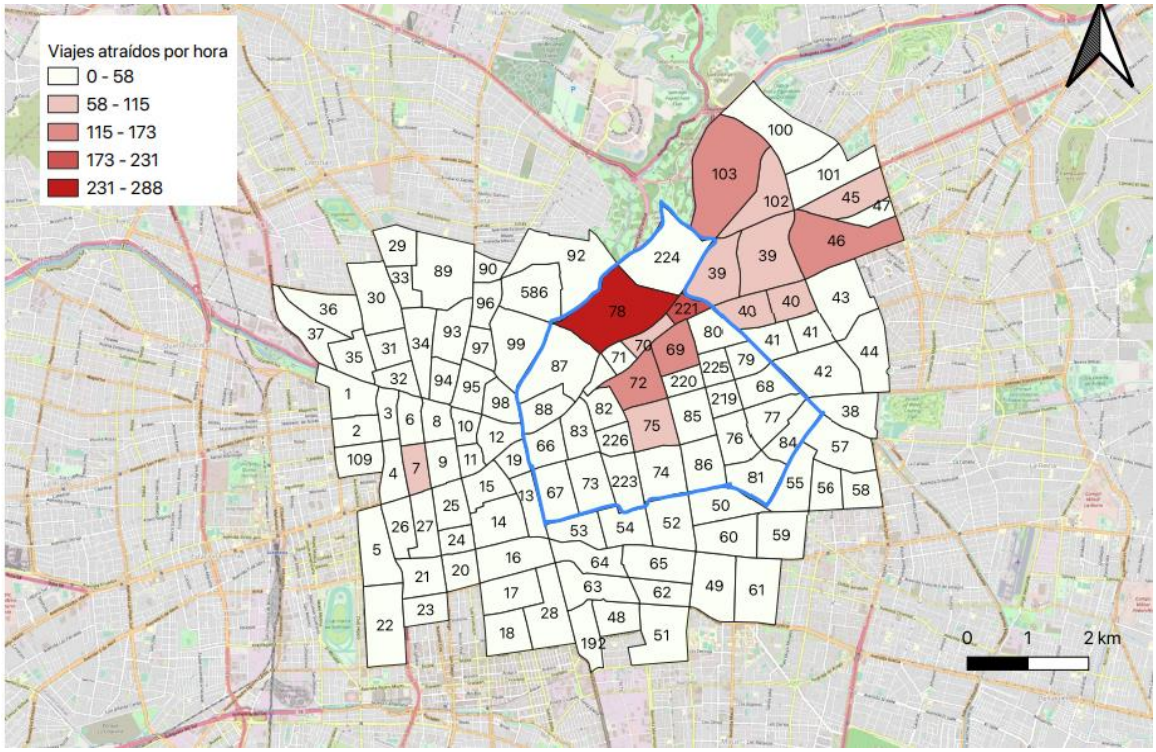
- **Punta mañana (PMA)**
  - En el periodo PMA se aprecia el alto nivel de viajes generados en las comunas de Providencia, Ñuñoa y Santiago (Oriente y Centro) y la alta atractividad de Providencia, Las Condes y Vitacura (Oriente).
  - Providencia está dentro de las tres comunas que más generan y atraen viajes en PMA.
  - Se observa que la mayoría de los viajes son generados desde zonas residenciales, y principalmente desde Santiago, Ñuñoa y Providencia y los principales centros atractores están localizados en Vitacura y Las Condes, pero también en zonas concurridas de Providencia, como el cerro San Cristóbal, Costanera Center, Pedro de valdivia, Parque Titanium, Parque Bicentenario, entre otros.
- **Punta Medio Día - PMD**
  - En el PMD día también se observa el alto nivel de viajes generados en las comunas de Providencia, Ñuñoa y Santiago (Oriente y Centro) y la alta atractividad de Providencia, Las Condes y Ñuñoa (Oriente).
  - Se observa que los viajes generados son desde zonas residenciales y comerciales, y los centros atractores de viajes se encuentran dentro de Providencia y en algunas zonas de Las Condes. Además, siguen siendo los mayores atractores el Cerro San Cristóbal, Costanera Center, Pedro de Valdivia y el Parque Bicentenario.
- **Punta Tarde - PTA**
  - En el periodo PTA se aprecia el alto nivel de viajes generados en las comunas de Providencia, Ñuñoa y Santiago (Oriente y Centro) y la alta atractividad de Providencia, Ñuñoa y Las Condes (Oriente).
  - A diferencia de PMA y PMD, se observa que los viajes generados ahora son en su mayoría desde zonas comerciales y dentro de las zonas atractoras aparecen zonas con alta presencia de actividades recreativas (restaurantes, bares, etc.) tales como, Barrio Italia, Tobalaba, Nueva Providencia, entre otras. Además, siguen siendo los mayores atractores el Cerro San Cristóbal, Costanera Center, Pedro de Valdivia y el Parque Bicentenario.

FIGURA Nº 4.11-4: ZONAS DE ORIGEN DE VIAJES EN CICLOS - PMA



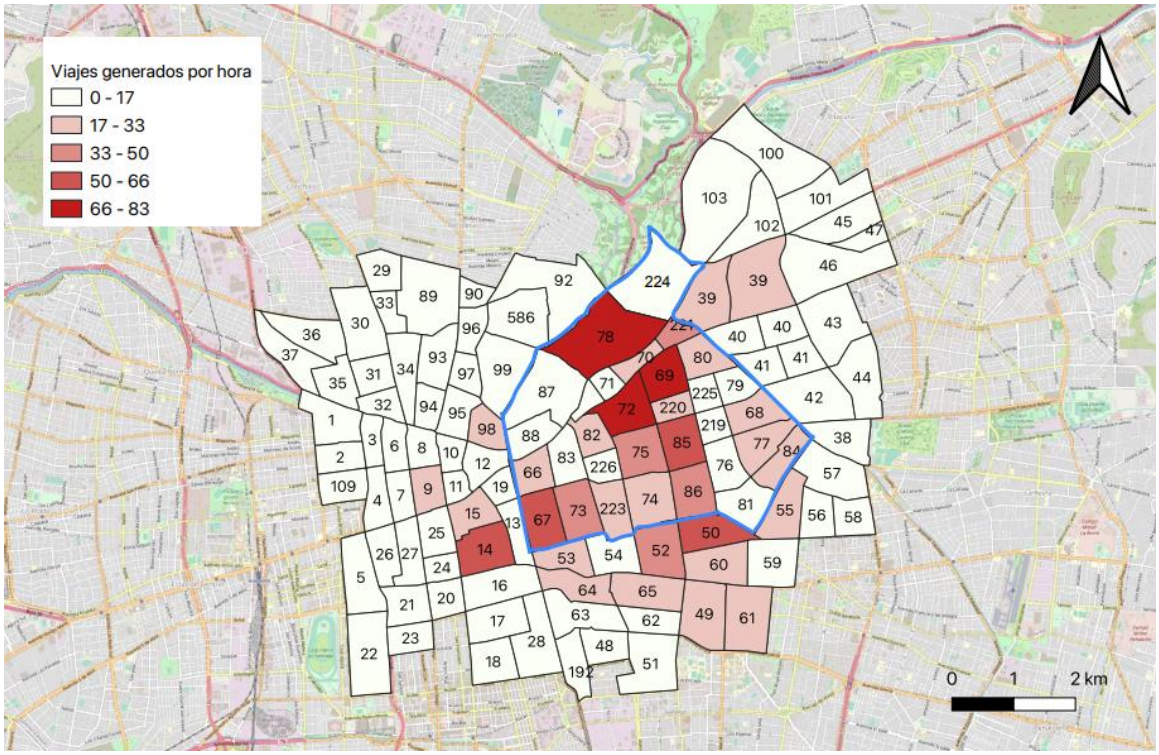
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.11-5: ZONAS DE DESTINO DE VIAJES EN CICLOS - PMA



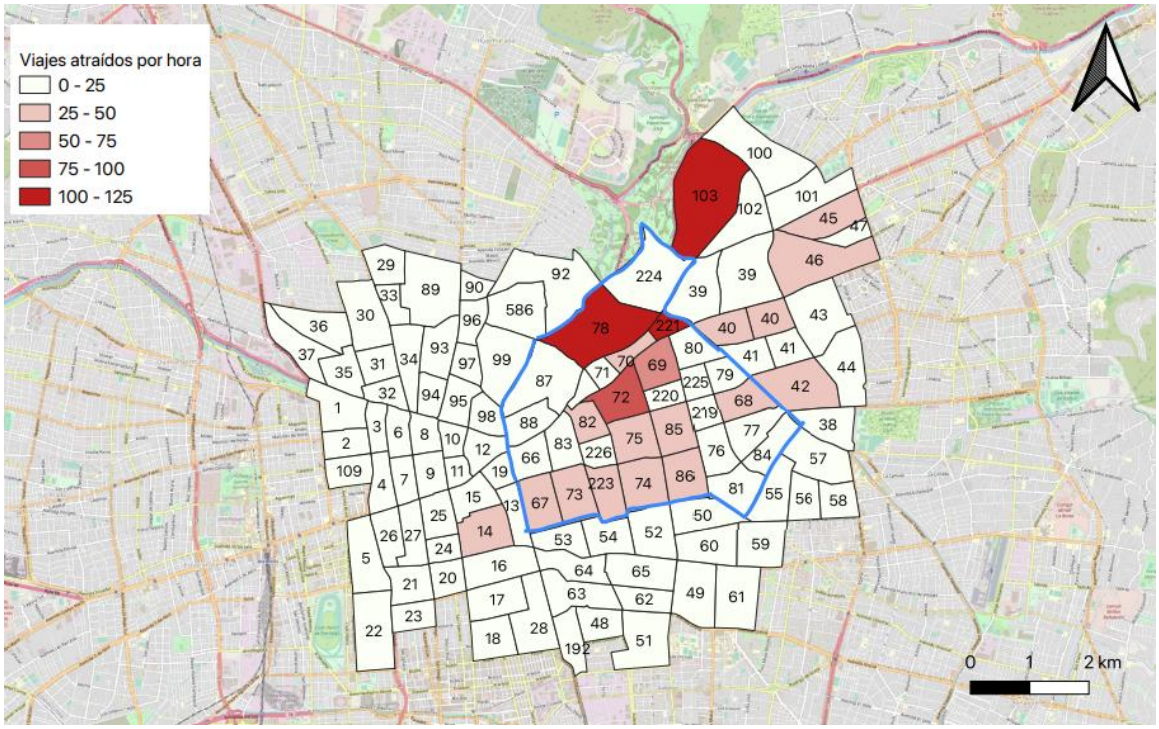
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.11-6: ZONAS DE ORIGEN DE VIAJES EN CICLOS - PMD



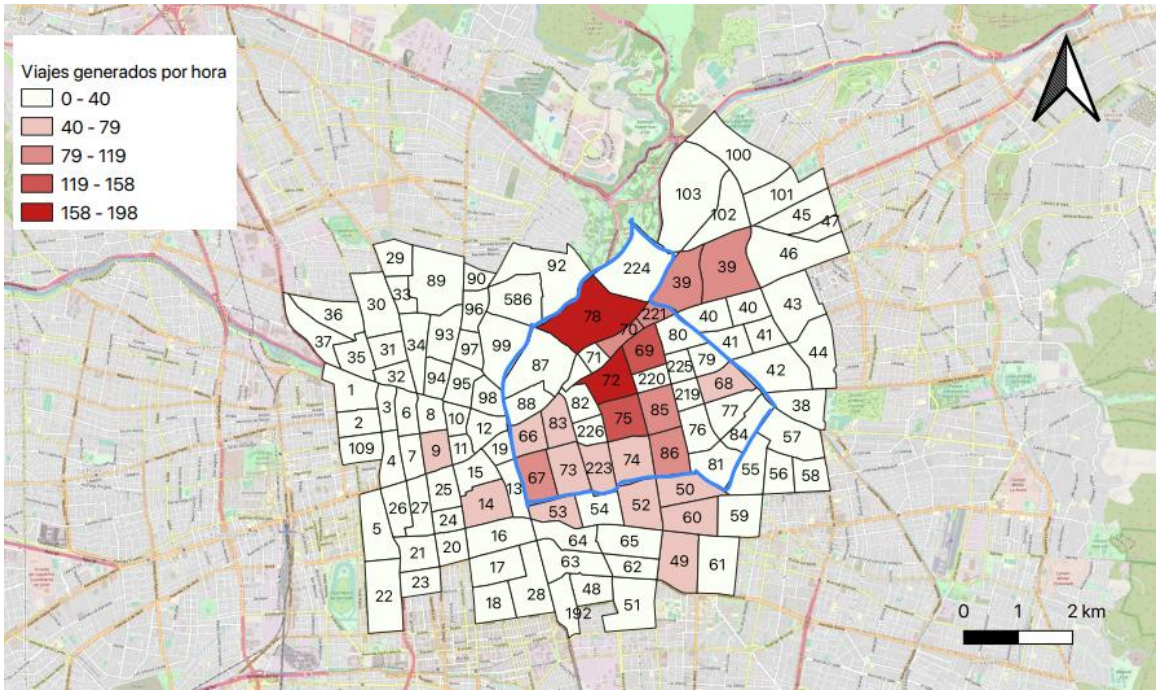
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.11-7: ZONAS DE DESTINO DE VIAJES EN CICLOS - PMD



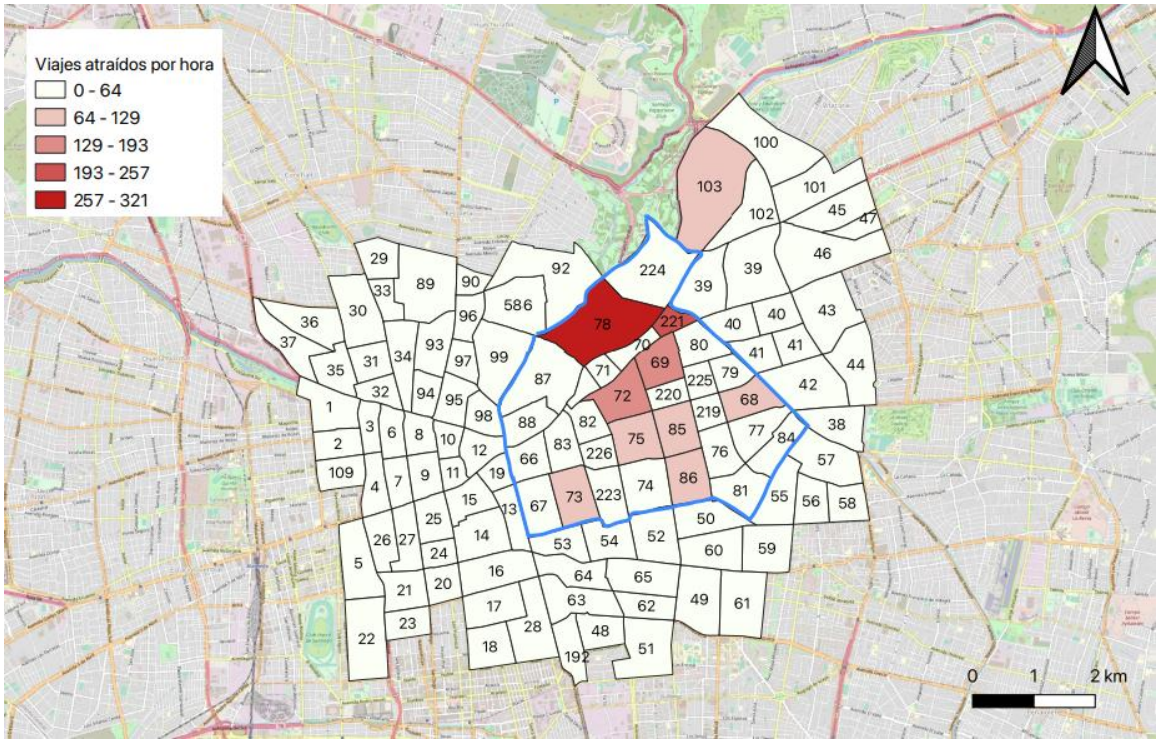
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.11-8: ZONAS DE ORIGEN DE VIAJES EN CICLOS - PTA



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.11-9: ZONAS DE DESTINO DE VIAJES EN CICLOS - PTA



Fuente: Elaboración Propia

4.11.1.3 Potencialidades para la Movilidad en Ciclos

En vista de los resultados anteriores, las conclusiones del análisis, en términos de incorporar nuevos proyectos de infraestructura a la comuna, son los siguientes.

- **Existe un alto potencial para combinar los modos bicicleta y metro (intermodalidad)**

  Mediante la EOD a ciclistas se determinó que el principal sustituto de los vehículos ciclo es el transporte público. Este resultado sugiere que los ciclistas tienen ya un buen conocimiento del sistema de transporte público de la ciudad y, por lo tanto, generar instancias de intermodalidad sería un proceso con pocas barreras.

  Así, es importante trabajar en la correcta y completa integración de estos dos modos de transporte (ciclo con transporte público), lo que se puede lograr incorporando una mayor cantidad de bici estacionamientos en las estaciones de metro, aumentando la oferta de bicicletas públicas cercanas al metro, entre muchas otras. Esto estaría potenciando el uso de bicicleta y también del transporte público, ambos modos sustentables.

  Para lo anterior hay que evaluar la actual demanda de ciclos en las zonas cercanas a estaciones de metro y determinar a qué porcentaje de ellos les sería útil estos nuevos estacionamientos (recordar que las EOD se realizaron en ciclovías de la comuna, y no en las cercanías a estaciones). Además, hay que considerar a los nuevos usuarios de ciclos que se generarían al ofrecer este nuevo servicio, producto de un cambio modal o un cambio de ruta.

- **Falta potenciar el uso de ciclos en los estudiantes**

  De acuerdo a los resultados obtenidos, tan solo un 4% de los viajes en ciclo tienen como propósito estudio. Considerando que la mayoría de los estudiantes no poseen ingresos propios, la bicicleta surge como una opción atractiva desde el punto de vista económico. Si a esto se suma que los estudiantes son usualmente jóvenes y, por lo tanto, no tienen problemas de salud que les impida usar modos activos, la bicicleta surge como una excelente alternativa de transporte.

  En este contexto, se debe enfatizar que los ciclos tienen un costo relativamente bajo y se pueden considerarse una inversión a mediano largo plazo, pues luego de comprarla los costos que genera son mínimos, el mantenimiento es económico y los repuestos fáciles de conseguir. Esto lo convierte en un medio de transporte ideal para los estudiantes, sobre todo para aquellos que viven cerca de establecimientos educacionales (colegios, liceos, universidades).

- **Implementar mayores ciclovías del tipo “recreovía”**

  Un gran factor del uso de bicicleta dentro de la comuna es el deporte (el 17% de los viajes en ciclo lo tienen como propósito de viaje). Luego, hace sentido pensar en más ciclovías del tipo “recreovía”, pues existe una potencial demanda por este tipo de infraestructura.

  Además, se podrían implementar zonas de descanso para ciclistas (asientos y agua) y zonas de reparación de bicicletas para potenciar el uso de bicicleta con este propósito de viaje.

- **Los usuarios de las ciclovías son mayoritariamente personas que no viven en la comuna**

  Se determinó que un 73% de los usuarios de ciclo no residen en Providencia. Luego, se consideran relevantes dos acciones: 1) mejorar las condiciones para los usuarios que vienen desde otras comunas, e 2) incentivar el uso de ciclos a los residentes de la comuna. En ambos casos, lo que se apunta es a hacer la bicicleta o scooter un modo más atractivo y, por lo tanto, disminuir los viajes en otros modos menos sostenibles.

  Ambas acciones se pueden lograr con medidas similares, por ejemplo:

- Aumentar la oferta de estacionamientos de bicicletas
- Crear programas de educación de bicicletas: informar a las personas sobre el buen uso de la bicicleta y como se puede adaptar para ser usada en la cotidianeidad (incorporar cestas, bolsos, etc.)
- Facilitar la compra de bicicletas, dado que se determinó que, a pesar de haber bicicletas públicas disponibles en Providencia, la gente prefiere usar bicicletas propias.
- Mejorar la seguridad para los ciclistas (incorporar mayores señaléticas, demarcaciones, infraestructura, etc.)

A su vez, surge la necesidad de coordinar las inversiones en infraestructura ciclista con las comunas aledañas, en particular con Ñuñoa, Las Condes y Santiago.

- **Importancia de incorporar en el diseño de ciclovías medidas de seguridad más enfocadas en los scooters**

  Si bien se determinó que los scooters son más utilizados que las bicicletas públicas y con motor, y a pesar que representan solo un 5% de los ciclos que transitan en la comuna, es importante pensar en su potencial crecimiento en un futuro como medio de transporte.

  Dado que los scooters alcanzan velocidades mayores que las bicicletas, el grado de accidentabilidad aumenta tanto para los conductores de este ciclo y también para los peatones con los que interactúan. Luego, surge la necesidad de implementar medidas de seguridad en el diseño de la infraestructura ciclista, que ayudaría tanto a los usuarios de scooters como a ciclistas y peatones.

  A su vez, se puede reforzar la asegurar de este modo mediante programas educacionales.

- **Existen sectores con alto flujo de ciclos que no cuentan ciclovías**

  De acuerdo a las mediciones desarrolladas, se identificaron varias vías de Providencia donde circula un número considerable de ciclos, pero que no cuentan con infraestructura especializada para tales efectos. En el siguiente cuadro se listan las vías.

CUADRO Nº4.11-2: IDENTIFICACIÓN DE VÍAS CON ALTOS FLUJOS DE CICLOS PERO SIN INFRAESTRUCTURA ESPECIALIZADA

Vía	Ciclos/hora	Periodo mayor flujo
Los Conquistadores	307	PTA
Av. Francisco Bilbao	229	PTA
Av. Providencia	183	PTA
Dr. Lautaro Ferrer	154	PMA
Rancagua	136	PTA
Alferez Real	90	PTA
Av. El Bosque	85	PTA

Fuente: Elaboración Propia.

En base a lo anterior, se sugiere evaluar la posible implementación de ciclovías en estas vías, analizando qué tipo de infraestructura es necesaria (ciclovía demarcada, ciclovía segregada en calzada, ciclovía segregada en pista propia, etc.) y cuál es la disponibilidad de espacio para el diseño de la misma.

4.11.1.4 Efectos de los Escenarios 1 y 2

Dado que los escenarios bajo análisis potencian la movilidad sustentable y, en particular, mejoran la infraestructura ciclista, se espera que los proyectos considerados en cada escenario generen un aumento de la demanda y una disminución de la accidentabilidad.

En el caso del escenario 1, que incorpora las ciclovías de Carlos Antúnez, J.M. Infante y Tobalaba, se consolida la infraestructura para una demanda ya existente. Esto dado que, de acuerdo a las matrices de viajes en ciclos estimadas, los ciclistas circulan por las zonas donde se emplazan dichas ciclovías.

En el escenario 2, que incorpora nueva infraestructura ciclista en el barrio El Aguilucho, los efectos serán distintos ya que las ciclovías contempladas se ubican en un sector donde, de acuerdo a los datos recopilados, no hay una alta concentración de viajes en ciclo. En otras palabras, estas ciclovías apuntan a la captura de una demanda de viajes latente, que en la actualidad no está consolidada. Más aun, dado que el barrio El Aguilucho se localiza en el límite comunal, se espera que estas ciclovías sean usadas no solo por los habitantes del barrio, sino que también por los ciclistas de Ñuñoa y el sur de Santiago.

4.11.2 Peatones

El análisis de peatones realizado acá es más limitado que el realizado para los ciclos, ya que no se recabó información al mismo nivel de detalle. En particular, se realizaron mediciones de peatones en las cercanías de estaciones de metro (Tarea 3) y se analizó la afluencia de pasajeros hacia/desde paraderos de Red en toda la comuna. También se cuenta con datos del "Estudio de capacidad vial y peatonal de la Modificación Nº5 del Plan Regulador Comunal de Providencia 2007", solicitado por la Secretaría Regional Metropolitana del Ministerio de Vivienda y Urbanismo a la Municipalidad de Providencia, se realizaron el año 2018 mediciones de peatones en la comuna.

En cuanto a los principales hallazgos encontrados se tiene:

- La mayor concentración de flujos peatonales en las cercanías de estaciones de metro se da en el periodo punta tarde. En particular, en los alrededores de los accesos a Metro Santa Isabel de la Línea 5, a Metro Bilbao y Colón de la Línea 4.
- De las mediciones referenciales del 2018 destacan Av. Holanda en el acceso a Hospital, Hernando de Aguirre entre Providencia y Nueva Providencia, y Almirante Pastene, en el acceso a Clínicas del sector (ver detalles en Tarea 13). Así, es posible ver con claridad que los flujos peatonales se concentran alrededor de grandes centros de atracción, como centros de salud y comerciales (Costanera Center).
- Siguiendo lo anterior, en la Tarea 3 se realizaron mediciones en centros de equipamiento (colegios, clínicas, supermercados) para contar con una estimación de los viajes en caminata atraídos y generados por dichas instalaciones. Se identificaron como los lugares más relevantes el Hospital del Trabajador, la Clínica Avansalud y el Cerro San Cristóbal (acceso por Pedro de Valdivia, medido un día sábado en la mañana).

Como fue ya reportado en detalle en la Tarea 13, el acceso al transporte público (metro o buses) se realiza siempre caminando y, por lo tanto, medidas para facilitar la intermodalidad son necesarias para poder mejorar las condiciones de circulación de los peatones. De la misma manera, si se quisiera disminuir el flujo peatonal de ciertas veredas en específico, una opción sería modificar los trazados de buses y la ubicación de los paraderos, de tal manera de evitar concentraciones de pasajeros en ciertos puntos

conflictivos de la comuna. En otras palabras, la readecuación de los servicios de transporte público puede tener un efecto importante en la circulación peatonal.

4.12 Tarea 26. Diagnóstico de Transporte Público

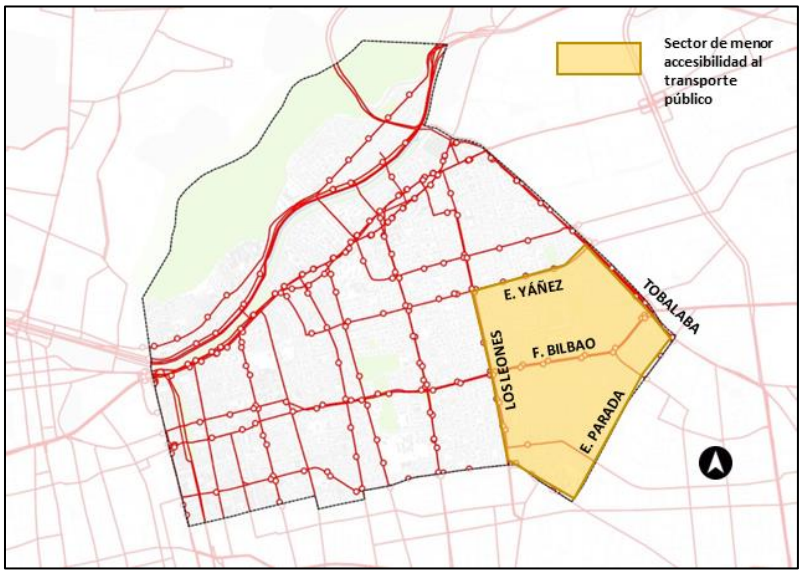
4.12.1 Servicios de Transporte Público

Como se dijo anteriormente Providencia es una comuna privilegiada en cuanto a la oferta de transporte público.

- Circulan en la comuna 60 servicios de buses Red. Esto convierte a Providencia en la sexta comuna con más servicios de buses de la ciudad, después de Santiago, Maipú, La Florida, Estación Central y Puente Alto.
- Los buses tienen una frecuencia media de 8,5 buses/hora en periodo punta mañana (PMA), 7,6 buses/hora en punta tarde (PTA) y 6,9 buses/hora en fuera de punta (FPU). Con esto, Providencia es la segunda comuna con mayor frecuencia de servicios, después de la comuna de Santiago.
- La comuna, al año 2021, se contabiliza un promedio de 17 paradas de buses por km2, posicionando a Providencia como en el ranking n° 16 con respecto al resto de las comunas de Santiago.
- En cuanto a los taxicolectivos, se identificaron 10 servicios de los cuales solo 8 están operativos en la actualidad. En promedio, estos servicios tienen salidas cada 5 minutos en horarios punta, y conectan la comuna con las comunas del suroriente de la ciudad (La Florida, La Reina, Macul, Ñuñoa, Puente Alto)
- Actualmente la comuna cuenta con la presencia de cuatro líneas de Metro: L1, L4, L5 y L6. Existen 11 estaciones, de las cuales 3 son de combinación: Baquedano (L1-L5), Los Leones (L1-L6) y Tobalaba (L1-L4).

Sin embargo, al oriente de Los Leones y al sur de Eliodoro Yáñez, se identifica un sector de, relativamente, baja accesibilidad al transporte público. Si bien en dichos sectores hay vías con alta frecuencia de buses (Los Leones, Bilbao y Tobalaba) y estaciones de metro de la L4 (Bilbao y Cristóbal Colón), la distancia de caminata hacia paraderos o estaciones es mucho mayor que en el resto de la comuna.

FIGURA Nº 4.12-1: SERVICIOS DE BUSES DE TRANSPORTE PÚBLICO Y PARADEROS EN COMUNA DE PROVIDENCIA Y SECTOR DE MENOR ACCESIBILIDAD AL TRANSPORTE PÚBLICO



Fuente: Elaboración propia en base a datos Municipalidad de Providencia y Ministerio de Transporte.

Por ejemplo, desde el Colegio San Ignacio del Bosque (Pocuro con Hernando de Aguirre) para llegar a Pedro de Valdivia con Providencia se debe caminar alrededor de 850 metros al paradero en Tobalaba, con lo que el viaje duraría aproximadamente media hora. El mismo viaje en auto toma la mitad del tiempo en auto, y no requiere caminar ni esperar.

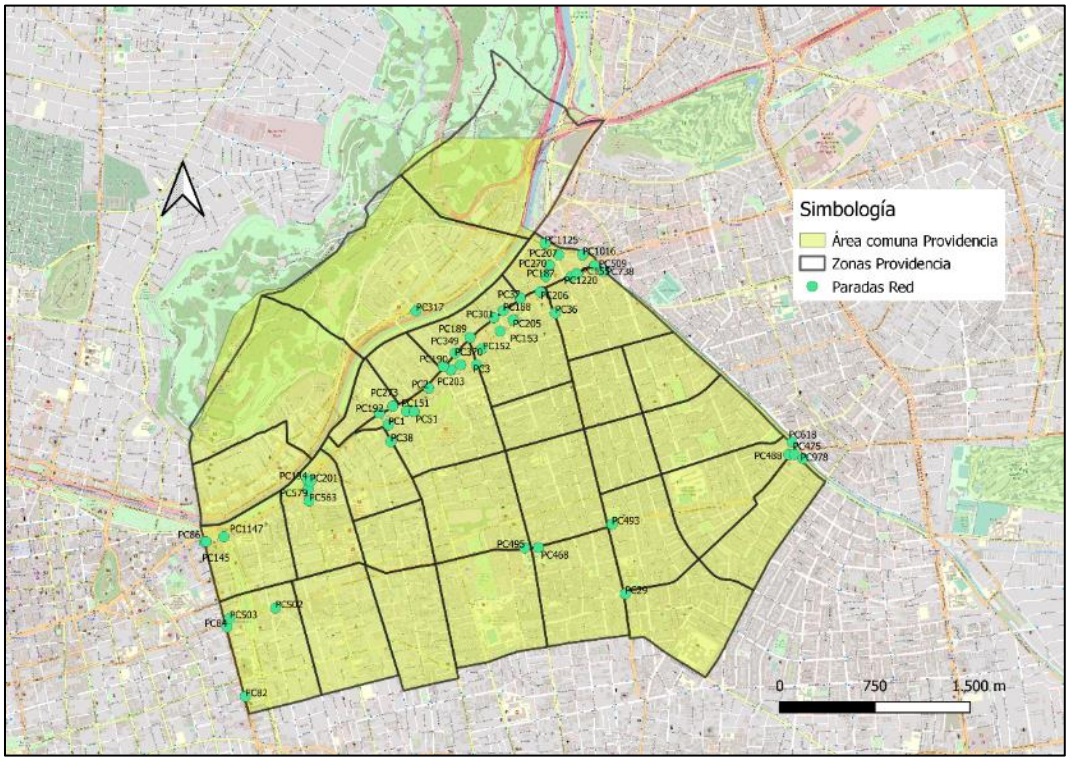
Similarmente, desde el barrio El Aguilucho (Echeñique con Renato Zanelli) el viaje a Pedro de Valdivia con Providencia demora más de 30 minutos en transporte público, y la ruta más rápida requiere dos transbordos.

4.12.2 Demanda de Transporte Público

Con respecto a la demanda de transporte público, considerando subidas y bajadas de buses en paraderos, Providencia se posiciona en el lugar n°5 a nivel metropolitano, después de Santiago, Maipú, Las Condes y Puente Alto.

Además de las estaciones de metro, donde se concentra un alto número de viajes, se han identificado los paraderos de mayor demanda, presentados en la comuna. Como era esperable, los paraderos de mayor demanda se concentran en Av. Providencia, Nueva Providencia y Vicuña Mackenna; todas estas vías tienen infraestructura especializada para el transporte público. También se observa una alta demanda en paraderos cercanos a estaciones de Metro (Francisco Bilbao de L4, Inés de Suárez de L6 y Parque Bustamante de L5).

FIGURA Nº 4.12-2: 50 PARADEROS RED DE MAYOR DEMANDA EN COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia con datos del DTPM.

Dos paraderos relevantes a nivel comunal, que no están asociados a estaciones de metro ni corredores, son el PC493 (Los Leones – Bilbao) y PC29 (Los Leones – Diego de Almagro). La demanda del primero se puede explicar por la necesidad de transbordo entre dos avenidas relevantes de Providencia, y a la

concentración de nuevo equipamiento en dicho sector. El segundo paradero es más interesante, porque parece obedecer al déficit de oferta de transporte público al oriente de Los Leones, como fue discutido en la subsección anterior.

4.12.3 Demanda de Nuevas líneas de Metro

Como ya ha sido anunciado oficialmente por Metro S.A., en los próximos años la comuna de Providencia verá dos nuevas líneas de metro: L7 y L8, sumado a esto la extensión de la L6 desde Los Leones hasta Isidora Goyenechea, para conectar con la L7.

Para efectos de entender cómo esta nueva infraestructura de transporte impactará la comuna, a continuación se presenta la demanda, a nivel de estación, que tendrá cada estación en cada periodo (punta mañana Am y fuera de punta FP).

CUADRO Nº4.12-1: DEMANDA DE NUEVAS ESTACIONES DE METRO EN PROVIDENCIA, AÑO 2030 (PASAJEROS/HORA)

Estacion	Am30		FP30	
	Suben	Bajan	Suben	Bajan
Línea 7				
Baquedano	12.658	8.735	841	1.196
Pedro de Valdivia	5.547	10.748	2.183	767
Línea 8				
Los Leones	4.310	17.839	2.350	325
Eliodoro Yáñez	838	1.503	868	119
Diagonal Oriente	1.255	1.120	627	223

Fuente: Elaboración propia a partir de ESTRAUS.

De acuerdo a las estimaciones anteriores, Baquedano, Pedro de Valdivia y Los Leones tendrán un aumento importante en su demanda. A modo de referencia, ESTRAUS estima que al año 2030 la estación Tobalaba tendrá alrededor de 14.000 pasajeros/hora y Manuel Montt 1.000 pasajeros/hora.

4.12.4 Conclusiones del Análisis

Si bien la planificación y operación del sistema de transporte público comunal no es de tuición directa de la Municipalidad, sí es importante entender las deficiencias y diagnóstico de este. Como se discutió en secciones anteriores, la accesibilidad comunal es muy buena y, consistentemente, la demanda es alta.

Pese a lo anterior, se identifica un sector de la comuna, en el sur-oriente de esta, cuya accesibilidad podría mejorarse para potenciar el uso de un modo sostenible, como es el transporte público. Se espera que la nueva estación de metro L8 Diagonal Oriente, ubicada en Los Leones con Diagonal Oriente, sirva para potenciar los viajes en transporte público.

Las nuevas estaciones de metro generarán una aún mejor conectividad para Providencia, pero también presentan desafíos en cuanto a la intermodalidad y el uso del espacio público. Específicamente, las nuevas estaciones tendrán un flujo importante de pasajeros que deberán acceder, usualmente caminando, a las escotillas de metro. Otro porcentaje de los viajes se realizarán con interconexiones con buses, autos y bicicletas. Luego, surge la necesidad de preparar la infraestructura comunal para que sea capaz de recibir esta nueva demanda de viajes, siendo de vital importancia la ampliación y mantención de las veredas en las zonas aledañas a las futuras estaciones.

De acuerdo a lo anterior, en el cuadro siguiente se listan los principales puntos de intermodalidad de la comuna, todos asociados a estaciones de metro.

CUADRO Nº4.12-2: PUNTOS DE INTERMODALIDAD DE TRANSPORTE PÚBLICO EN LA COMUNA

Estación	Justificación
Baquedano	Actual punto de combinación de L1 y L5, ubicado en un sector de alta concentración de actividades. Combinará en el futuro con la L7. En su entorno, se ubican paraderos de Red de alta demanda de pasajeros de buses.
Pedro de Valdivia	Futura estación de combinación de L1 y L7, ubicada en un sector de alta concentración de actividades. En su entorno, se ubican paraderos de Red de alta demanda de pasajeros de buses.
Los Leones	Actual punto de combinación de L1 y L6, ubicado en un sector de alta concentración de actividades. Combinará en el futuro con la L8. En su entorno, se ubican paraderos de Red de alta demanda de pasajeros de buses.
Tobalaba	Estación de combinación de L1 y L4, ubicada en un sector de alta concentración de actividades. En su entorno, se ubican paraderos de Red de alta demanda de pasajeros de buses.
Inés de Suárez	Estación de L6. En su entorno, se ubican paraderos de Red de alta demanda de pasajeros de buses.
Francisco Bilbao	Estación de L4. En su entorno, se ubican paraderos de Red de alta demanda de pasajeros de buses.

Fuente: Elaboración propia.

4.13 Tarea 27. Diagnóstico de Transporte de Carga

El objetivo del diagnóstico del transporte de carga es determinar medidas de mejoras para este modo de viaje en la comuna de Providencia. Es evidente que existen grandes diferencias en las necesidades de un transportador de productos de vestuario y muebles; comparado, por ejemplo, con un transportador de productos alimenticios. Es por esto que el presente diagnóstico se centra en un tipo de transporte de carga en particular, que ha sido identificado por la Municipalidad como el más complejo de entender y por lo tanto mitigar. Este es el transporte de la última milla, que incluye el delivery (entrega de alimentos al hogar) y el despacho de otros productos que requieren entrega en el domicilio de los compradores.

Se destaca que los camiones de más de dos ejes o de dos ejes se rigen por las ordenanzas municipales, por lo que existen horarios y vías definidas para su circulación. En cambio, los vehículos de carga menores no presentan tales restricciones y su operación podría caracterizarse como “desordenada”.

4.13.1 Antecedentes

El gran aumento de comercio electrónico producto de la pandemia, al que se suma el enorme éxito que tiene la entrega de comida e insumos básicos a domicilio, han hecho más visibles los efectos que este sistema logístico tiene sobre la ciudad.

En una encuesta realizada por el Automóvil Club el 2021,[41] donde encuestaron a 480 trabajadores de delivery en el Gran Santiago, se encontró que el uso de la motocicleta (54%) prevalece en esta industria por sobre el vehículo liviano (24%) o la bicicleta (22%). La mayoría de los trabajadores son hombres (82%) el 38% declaró no contar con licencia de conducir. Al ser consultados sobre los conflictos con otros viajeros, la gran mayoría dijo vivir conflictos con los conductores del transporte público (74%), automovilistas (68%), peatones (45%) y ciclistas (12%). Por último, el estudio indica que, dada la premura de cumplir con los tiempos comprometidos para las entregas, el 74% de los encuestados adopta conductas temerarias en sus viajes, y el 47% transita a exceso de velocidad.

En la decimosexta versión del libro “Propuestas para Chile”, Hurtubia et al. (2021),[42] de la Pontificia Universidad Católica de Chile, hay un capítulo que aborda los impactos urbanos del delivery, donde identifican como los principales problemas las emisiones contaminantes, el ruido, los accidentes y el mal uso del espacio público.[43]

En línea con el estudio del Automóvil Club, en el estudio de Hurtubia et al. (2021) se realizaron entrevistas en profundidad a repartidores de comida del Gran Santiago, encontrando que su principal preocupación es el riesgo de accidentes, particularmente con buses. Asimismo, se encontró un escaso conocimiento de las leyes del tránsito, la legalidad de tipos de vehículos y la necesidad de tener licencia de conducir. En cuanto al uso del espacio público, destaca la falta de acceso a baños y la disponibilidad de estacionamientos, teniendo conciencia de que generan problemas a los transeúntes en cuanto a compartir

[41] Obtenida de: https://www.latercera.com/mtonline/noticia/el-74-de-los-repartidores-de-delivery-dice-adoptar-conductas-temerarias-en-sus-traslados/2LLYTCL3QBE7DPWAY4IQNBAOFQ/

[42] La industria del delivery y sus impactos urbanos: desafíos y oportunidades. Hurtubia, R., Muñoz, J.C., Tironi, M., Tiznado-Aitken, I., Yacsik, M. (2021).

[43] El delivery de productos y comida a través de aplicaciones móviles tiene otros problemas asociados a la precariedad laboral de sus trabajadores, que no se abordan en este estudio que se enfoca en la movilidad. Más información al respecto se puede encontrar, entre otras fuentes, en “Ordering food on an app will be tough today: Delivery workers in Latin America striking” (González, 2020).

el espacio público, aun cuando no hay preocupación por la contaminación y ruido que generan (en las encuestas realizadas, el 13% de los repartidores declaró haber removido el silenciador del tubo de escape).

Mediante encuestas a repartidores de comida, este último estudio también encontró que los repartidores dan un mal uso a la infraestructura de transporte, por ejemplo, circulando bicicletas con motor ("mosquitos") o motos en ciclovías (75% de encuestados), o bicicletas convencionales en veredas (48%).

En este contexto, en el presente estudio el análisis se enfocó en dos aspectos:

- Caracterizar a los repartidores de productos en cuanto al tipo de vehículo y tipo de carga trasladada
- Cuantificar el impacto que tienen los repartidores sobre la circulación de otros modos (autos, bicicletas y caminatas)

Para esto, se seleccionaron lugares específicos en la comuna (barrios Providencia, Barrio Italia, Bellavista), donde se ha observado una alta concentración de restaurantes y negocios, y se desarrolló una metodología de medición que permitiera recabar la información anterior. Los detalles de las mediciones se presentaron en la Tarea 3 y sus resultados en la Tarea 7.

Los principales resultados obtenidos de estas mediciones son:

- En los tres barrios analizados se midió en un total de 20 puntos, registrando 2.457 vehículos de reparto. La mayor concentración de vehículos se da en el barrio Providencia, donde en varios lugares se detienen más de 200 vehículos diariamente (destaca Bucarest entre Providencia y Andrés Bello, con 331 vehículos diarios).
- En cuanto al horario de entregas, se observa que este no tiene fluctuaciones horarias, al menos en el periodo medido (9.00 a 19.00 horas).
- En los barrios analizados, la mayoría de las entregas usan furgones (40%) y motos o scooters (36%). Las bicicletas son minoritarias, representando solo el 8% del total de vehículos analizados.
- La entrega o recolección de comida es mayoritaria, representando el 62% del total. En segundo y tercer lugar están las encomiendas y los productos perecibles, con un 12% y 11% del total, respectivamente.
- El promedio de tiempo que los vehículos de reparto están detenidos es 18 minutos y, de acuerdo a las mediciones realizadas, varía entre 10 minutos (promedio diario en Condell, entre Santa Isabel y Caupolicán) y 57 minutos (promedio diario en Coyancura, entre Ricardo Lyon y Las Bellotas). Con esto, el tiempo total que los vehículos contabilizados están detenidos asciende a 550 horas diarias.
- En cuanto a la congestión ocasionada por los vehículos, solo el 13% de ellos no genera problemas de circulación. En efecto, el 45% de los vehículos se detiene en la calzada y el 49% en veredas o aceras, lo que tiene un impacto en la circulación de los otros viajeros.
- De acuerdo a las mediciones, los más afectados por las detenciones de vehículos de reparto son los peatones (67%), seguidos por los ciclistas (26%) y finalmente los automovilistas (6%).

4.13.2 Diagnóstico y Medidas para Reducir los Impactos del Transporte de Carga

En base a las mediciones realizadas, se ha demostrado que, al menos en los tres barrios analizados, el despacho de productos tiene un efecto perjudicial en la circulación de los viajeros. En particular, los principales afectados son los peatones, quienes ven interrumpidas sus rutas peatonales producto de las detenciones de los vehículos de reparto.

Para reducir las externalidades del transporte de última milla, se recomiendan las siguientes acciones:

- Tal como se hace con los vehículos livianos, se pueden delimitar zonas de no-estacionar o no-detener, junto con generar zonas de estacionamiento para los despachadores. Estas zonas pueden tener algunas otras instalaciones, como baños y comedores (como los terminales de buses urbanos) para evitar el mal uso del espacio público.

  Entendiendo que estas instalaciones tienen un costo que no podría sustentarse solamente con el pago de los repartidores, se podrían generar alianzas con las empresas de aplicaciones móviles u otras empresas de reparto para generar un modelo de negocio apropiado a las necesidades de la comuna.

- Fomentar la educación a los repartidores de la comuna sobre las leyes de tránsito y el uso de la infraestructura de transporte. A modo de ejemplo, la Mutual de Seguridad generó una "Guía de Delivery Seguro", orientada a identificar buenas Prácticas para el proceso de retiro y distribución de encargo, y la CONASET lanzó un plan de seguridad para los repartidores.[44]

- Fiscalizar el mal uso de las ciclovías o veredas comunales. Asimismo, fiscalizar a aquellos vehículos que están fuera de norma, por ejemplo, sin patente o ciclos con motores "mosquito", requisando dichos vehículos.

Por último, en consideración de los Escenarios 1 y 2 bajo consideración en el presente estudio, las nuevas ciclovías y veredas a implementar son una oportunidad para dar un buen uso a las mismas. En otras palabras, se podrían coordinar campañas de información y fiscalización en torno a la nueva infraestructura para que su nivel de servicio no se vea degradado producto de las detenciones y el mal uso de los vehículos de reparto. Esto cobra vital importancia en el barrio El Aguilucho, donde ya existen restaurants y otros centros de abastecimiento que verán ampliada su demanda cuando se implementen las modificaciones del Plan Regulador Comunal.

[44] https://www.conaset.cl/mtt-lanzan-plan-de-seguridad-vial-con-trabajadores-de-delivery-que-realizan-sus-funciones-en-bicicleta/

4.14 Tarea 28. Diagnóstico Resumen de Transporte

Para efectos de realizar este diagnóstico resumen de transporte se utilizan varios de los análisis realizados en forma separada según modo u oferta de infraestructura presentados en las tareas anteriores.

Es importante recordar (ver punto 4.3.5 anterior), que como parte de este informe Etapa 4, se realizaron simulaciones del Escenario 1 base y Escenario 2 conservador, del punto de vista de la demanda; y de la red base y el Plan 1, del punto de vista de los escenarios de oferta, respectivamente. El Escenario 3 de demanda denominado Optimista se simulará con el Plan 2 Optimista de oferta y otros proyectos que propondrá el consultor, como parte de la Etapa 5 del estudio, según el Plan de Trabajo (Carta Gantt) vigente.

A continuación se analizan un conjunto de cruces de variables de transporte consideradas relevantes a nivel de toda la red y a nivel de zonas específicas.

4.14.1 Congestión Vehicular versus Longitud de Ciclovias

El cuadro siguiente presenta como varía la congestión vehicular por periodo, medida como la saturación media a nivel de la red vial de toda la comuna, versus el crecimiento de la longitud de ciclovías en la red, entre la situación actual y los escenarios simulados.

CUADRO Nº4.14-1: VARIACION DE CONGESTION POR PERIODO VERSUS CRECIMIENTO DE CICLOVIAS

ESCENARIO OFERTA (Planes)	Saturación Media de la Red Vial por Periodo (%)			Variación Máxima de Saturación (1) (%)	Kilómetros de Ciclovias (km)	Crecimiento de Ciclovias (%)
	Punta Mañana	Punta Mediodía	Punta Tarde			
Situación Actual 2021	48,86	50,87	51,13	0,0	29,51	0,0
Plan 1 Conservador 2030	58,32	65,17	64,73	28,1	41,80	41,7

(1) Se considera el periodo Punta Mediodía por tener la máxima variación por periodo

Fuente: Elaboración Propia

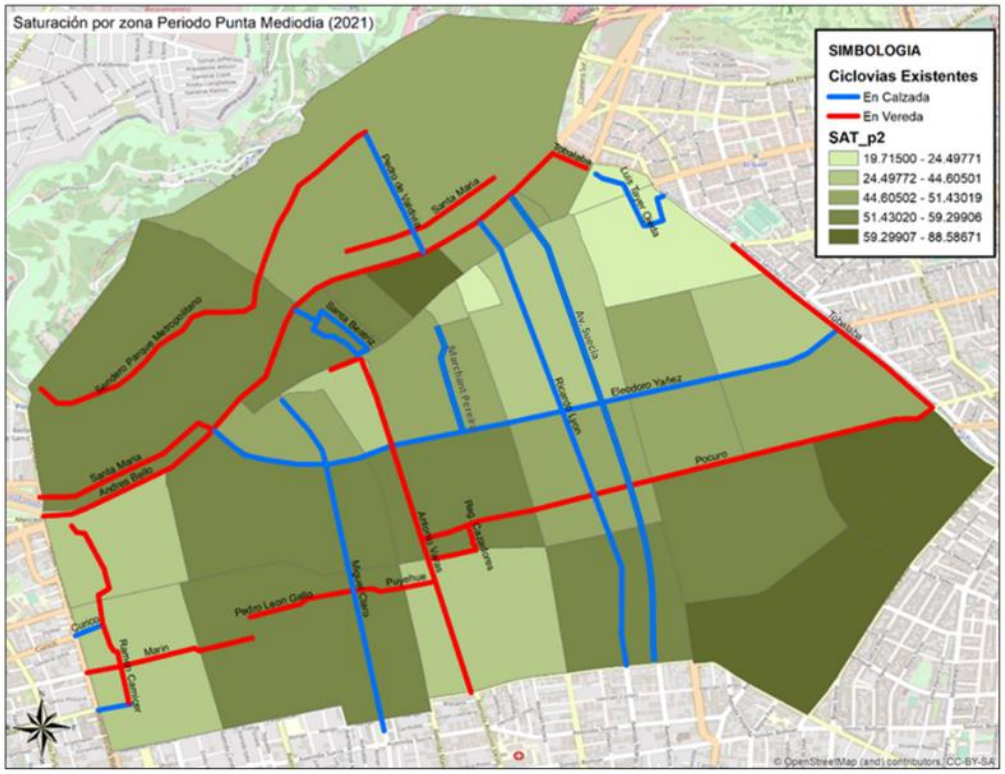
En el anexo digital 19.1 se presentan las planillas con los cálculos detallados que permiten construir los cuadros del diagnóstico resumen de transporte que se presenta en esta tarea.

Del cuadro anterior, se aprecia que al aumentar los kilómetros de ciclovías en un 41,7% en la red, la saturación de la red vial también aumenta en un 28,1%. Se debe recordar además que por efectos de la presencia de estas ciclovías, se hizo descender la partición modal del auto al año 2030 en aproximadamente un 5% a nivel de la matriz de demanda de viajes en auto. Aun así, la saturación de la red aumentó en un 28,1%, lo cual representa un problema que de alguna manera indica que la sola presencia de ciclovías es insuficiente para paliar este aumento importante de la saturación vehicular de la red.

Para efectos de determinar las zonas de la comuna que presentan las variaciones más importantes de saturación y compararlas con las zonas con mayor presencia de ciclovías, en los años estudiados, las figuras siguientes presentan para el periodo punta mediodía más crítico, los índices de saturación y las ciclovías por zona actuales para el año 2021 y previstas para el Plan1 del año 2030.

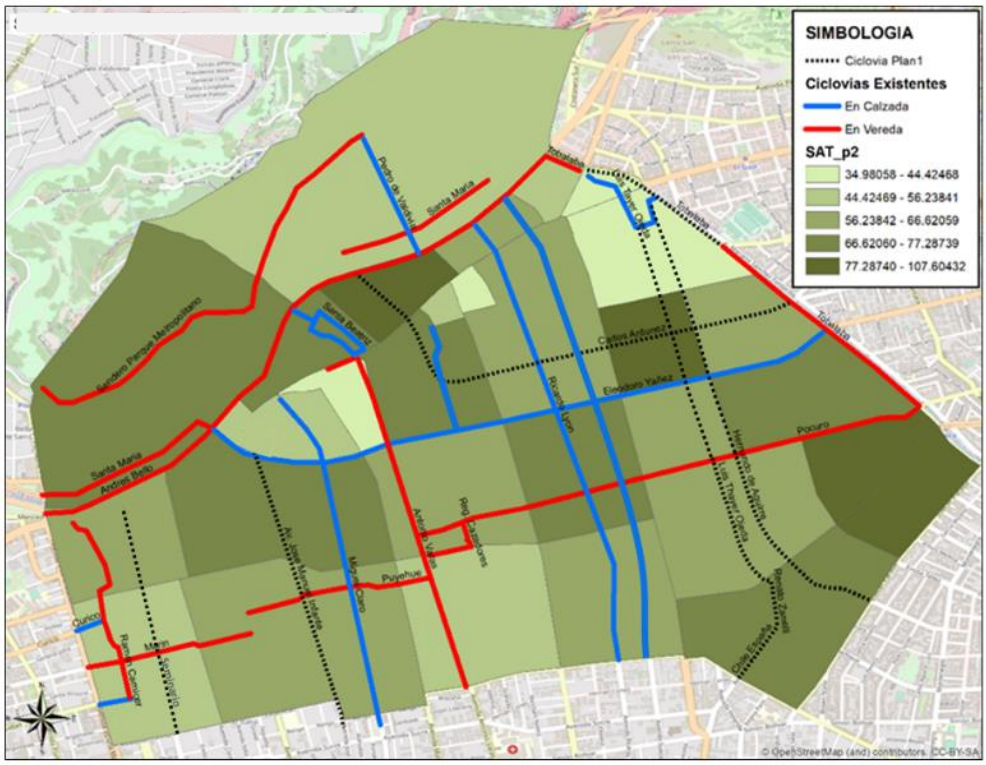
Se aprecia de las figuras siguientes que en algunas zonas al aumentar la presencia de ciclovías en el Plan 1 existe también un aumento importante en la saturación de la red vial, lo cual reitera que la sola presencia de nuevas ciclovías no ayuda a paliar la congestión vehicular.

FIGURA Nº 4.14-1: SATURACION VERSUS CICLOVIAS SITUACION ACTUAL AÑO 2021



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.14-2: SATURACION VERSUS CICLOVIAS PLAN 1 AÑO 2030



Fuente: Elaboración Propia

4.14.2 Consumo de Tiempo versus Densidad de Semáforos

El cuadro siguiente presenta como varia el consumo de tiempo de la red (tiempo de viaje del arco ponderado por el flujo vehicular del arco) por periodo de toda la red, versus el aumento de la densidad de semáforos, entre la situación actual y los escenarios simulados. Se debe recordar que el aumento de semáforos en los planes definidos, se debe fundamentalmente a privilegiar el modo peatonal dado que forman parte de los Planes de Caminabilidad y Gestión Vial definidos por el municipio y por lo tanto debiera tender a aumentar los tiempos de viajes de circulación de los vehículos motorizados.

CUADRO Nº4.14-2: VARIACION DE CONSUMO DE TIEMPO DE LA RED POR PERIODO VERSUS CRECIMIENTO DE SEMAFOROS

ESCENARIO OFERTA (Planes)	Consumo de Tiempo por Periodo (veq-hr/hr)			Variación Máxima de Consumo (1) (%)	Densidad de Semáforos (sem/km)	Crecimiento Semáforos (%)
	Punta Mañana	Punta Mediodía	Punta Tarde			
Situación Actual 2021	324151	317658	351989	0	1,73	0,0
Plan 1 Conservador 2030	380165	392081	439025	24,7	1,88	8,5

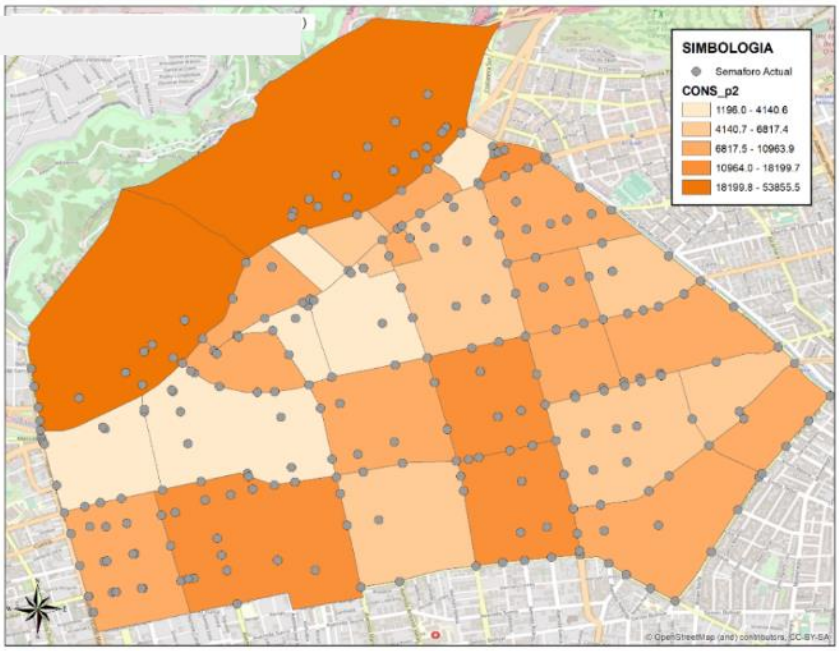
(1) Se considera el periodo Punta Tarde por tener la máxima variación por periodo

Fuente: Elaboración Propia

Del cuadro anterior, se aprecia que al aumentar la densidad de semáforos en un 8,5% en la red, el consumo de tiempos de viaje de la red sube un 24,7% en la punta tarde. Esto es consistente dado que la presencia de semáforos en intersecciones para facilitar las caminatas más seguras de los peatones y la accesibilidad universal, aumenta los consumos de tiempo de los vehículos motorizados por un tiempo más prolongado de las detenciones.

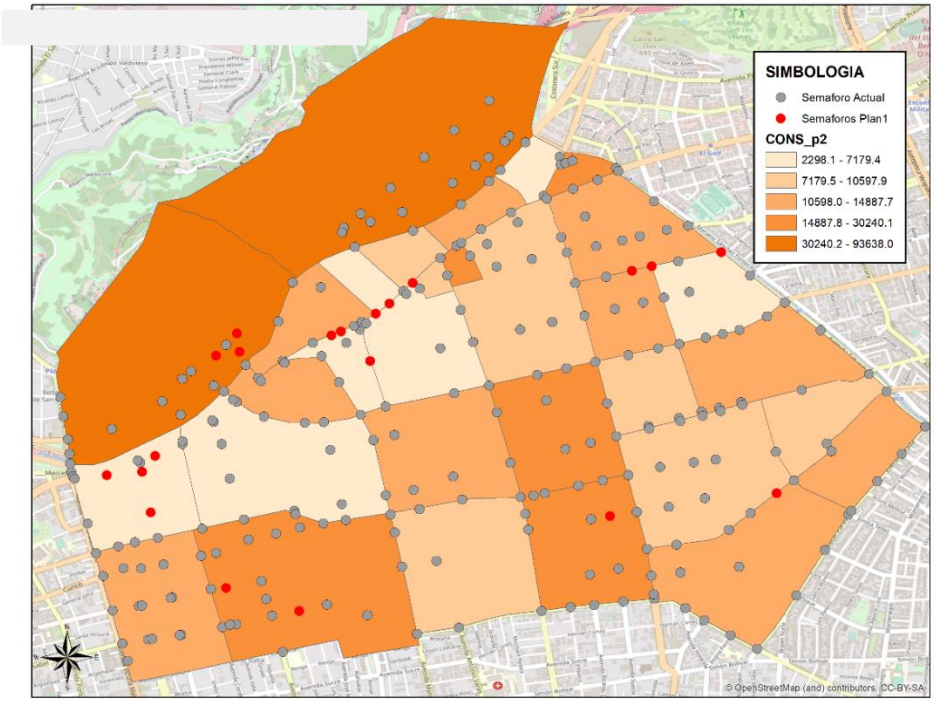
Para efectos de determinar las zonas de la comuna que presentan las variaciones más importantes del consumo de tiempo y compararlas con las zonas con mayor presencia de semáforos, las figuras siguientes presentan para el periodo punta mañana los consumos de tiempo y los semáforos actuales por zona, para el año 2021 y los previstos para el Plan 1 del año 2030.

FIGURA Nº 4.14-3: CONSUMO DE TIEMPO VERSUS SEMAFOROS SITUACION ACTUAL AÑO 2021



Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA Nº 4.14-4: CONSUMO DE TIEMPO VERSUS SEMAFOROS PLAN 1 AÑO 2030



Fuente: Elaboración Propia

Se observa que en algunas zonas, sin aumento del número de semáforos, igual los consumos de tiempo suben considerablemente entre el año 2021 y 2030, lo cual es atribuible principalmente al aumento de viajes en auto en la red. Dado lo anterior la presencia de nuevos semáforos ayuda a los modos sustentables y no incide negativamente en la saturación vial.

4.14.3 Flujo de Automóvil versus Pistas solo Bus

El cuadro siguiente presenta como varia el flujo medio de automóviles a nivel de la red de toda la comuna, versus la cantidad de pistas solo bus, entre la situación actual y los escenarios simulados. Se debe recordar que el Plan 1 definido no incorpora mejoras en la cantidad de pistas solo bus en la red vial de Providencia, respecto a la Situación actual.

CUADRO Nº4.14-3: VARIACION DE FLUJO MEDIO EN AUTO POR PERIODO VERSUS CANTIDAD DE PISTAS SOLO BUS

ESCENARIO OFERTA (Planes)	Flujo Medio Auto de la Red por Periodo (km/hr)			Variación Máxima de Flujo (1) (%)	Pistas Solo Bus (km)	Crecimiento Pistas Solo Bus (%)
	Punta Mañana	Punta Mediodía	Punta Tarde			
Situación Actual 2021	1067	928	1166	0,0	32,9	0,0
Plan 1 Conservador 2030	1362	1461	1633	57,5	32,9	0,0

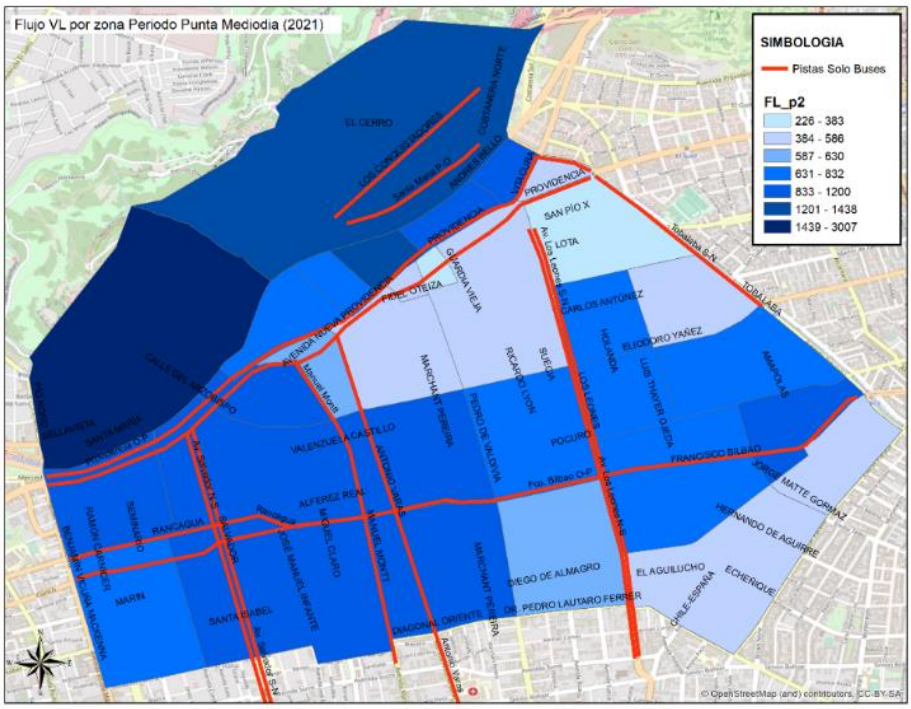
(2) Se considera el periodo Punta Mediodía por tener la máxima variación por periodo

Fuente: Elaboración Propia

Del cuadro anterior, se aprecia que el flujo medio en automóvil en la red crece al año 2030 considerablemente en todos los periodos respecto a la situación actual. Lo anterior se agudiza aún más si no se incorporan proyectos que mejoren las condiciones de operación de los buses como serian nuevas vías con pistas solo bus. Existen solo 32.9 km de pistas solo bus al año 2030 en el Plan 1 que provienen del año 2021, para una red vial modelada que alcanza a 144 km de longitud total en la comuna.

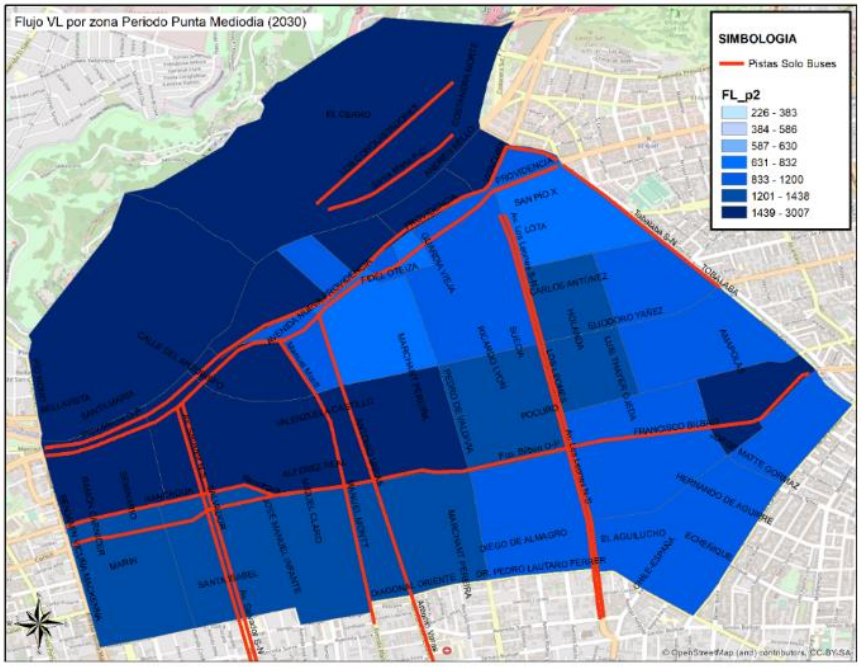
Para efectos de determinar las zonas de la comuna que presentan las variaciones más importantes de flujo y compararlas con las zonas con mayor presencia de pistas solo bus, las figuras siguientes presentan para el periodo punta mañana los flujos medios por zona y las pistas solo bus actuales para el año 2021 y 2030.

FIGURA Nº 4.14-5: FLUJO MEDIO EN AUTO POR PERIODO VERSUS CANTIDAD DE PISTAS SOLO BUS 2021



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 4.14-6: FLUJO MEDIO EN AUTO POR PERIODO VERSUS CANTIDAD DE PISTAS SOLO BUS 2030



Fuente: Elaboración Propia

Al tener la misma escala para los flujos vehiculares, de los cuadros anteriores se aprecia que la comuna se va tiñendo de azul en términos de cubrir todas las zonas con altos flujos de autos. Esto debiera tener aparejado un aumento de facilidades para los buses y de esta manera contar con otras opciones de modos sustentables para evitar este crecimiento tan pronunciado de los autos, lo cual no se aprecia de las figuras, al estar constante la oferta de buses.

Lo anterior reitera lo indicado en los análisis pro modo de las tareas anteriores que es importante contar con diseño de pistas exclusivas de buses o corredores de transporte público que cubran el sector centro oriente y sur oriente de la comuna.

4.15 Tarea 29. Diagnóstico Urbano-Ambiental

Esta tarea se centra en lograr una síntesis de las variables asociadas al espacio físico y cómo esas condiciones de proporción, amplitud, materialidad, etc., impactan en la calidad ambiental y confort de dichos espacios y cuán preparados están o no para afrontar escenarios más dramáticos de cambio climático y riesgo.

4.15.1 Diagnostico Urbano

Este acápite busca caracterizar los cambios urbanos más relevantes, que son descritos mediante la comparación de ciertas variables urbanas entre la situación de base y los escenarios 1 y 2 propuestos. En ese sentido los entornos de movilidad urbana se verán afectados por los grados de consolidación del stock construido, el acceso a bienes y servicios urbanos (en lo central el acceso al espacio público cuya oferta es altamente inelástica), y la oferta de movilidad, especialmente en lo que se refiere a oferta no motorizada.

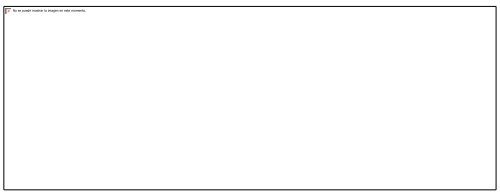
4.15.1.1 Acceso a Bienes y Servicios Urbanos Escenarios 1 y 2

Partiendo por el acceso a bienes y servicios urbanos, vemos que lo central de ser analizado es el acceso al espacio público, en especial la accesibilidad a parques y plazas. Como recordaremos, esta accesibilidad quedó ampliamente caracterizada en tareas anteriores, al igual que la accesibilidad a Comercio, Educación, Salud, Deporte y Cultura. A diferencia del acceso a espacio público/área verde, los demás bienes y servicios se auto regulan en su oferta en las modalidades privadas (salud y educación), el comercio funciona en función a la demanda y también es provisto por el privado y en el caso de salud y educación pública el municipio tiene estándares comunales de los más altos de Chile. Por lo tanto, aún cuando la oferta permanezca estable y los escenarios 1 y 2 planteados generen presión sobre aquellos no estamos ante situaciones que ameriten acciones compensatorias.

Por otra parte, y ya centrados en el tema espacio público (plazas y parques), dado el carácter de comuna central, mediterránea y con alto grado de consolidación, la oferta de AV tiende a mantenerse constante en el tiempo e igualmente la accesibilidad a ella (trama muy consolidada). Sin embargo, aquí cabe poner el énfasis en la comparación del estándar territorial de la variable AV y no en su accesibilidad (ya analizada). Los Escenarios 1 y 2 para el año 2030 presentan aumentos significativos en la cantidad de hogares y con ello una mayor “presión” por plazas y parques. Esa “presión” se muestra en cómo se estresan los m2 área verde / habitante; aún cuando la accesibilidad física no ha cambiado.

En el cuadro que se presenta a continuación (detalle se puede encontrar en el anexo Digital 20), vemos una disminución del estándar de área verde por persona desde más de 15 m2/hab. a solo 10,04 m2/hab y 10 m2 hab para cada escenario (1 y 2 respectivamente).

CUADRO Nº4.15-1: ÁREA VERDE POR HABITANTE EN ESCENARIOS 1 Y 2 COMPARADOS CON LA BASE 2021 Y 2017



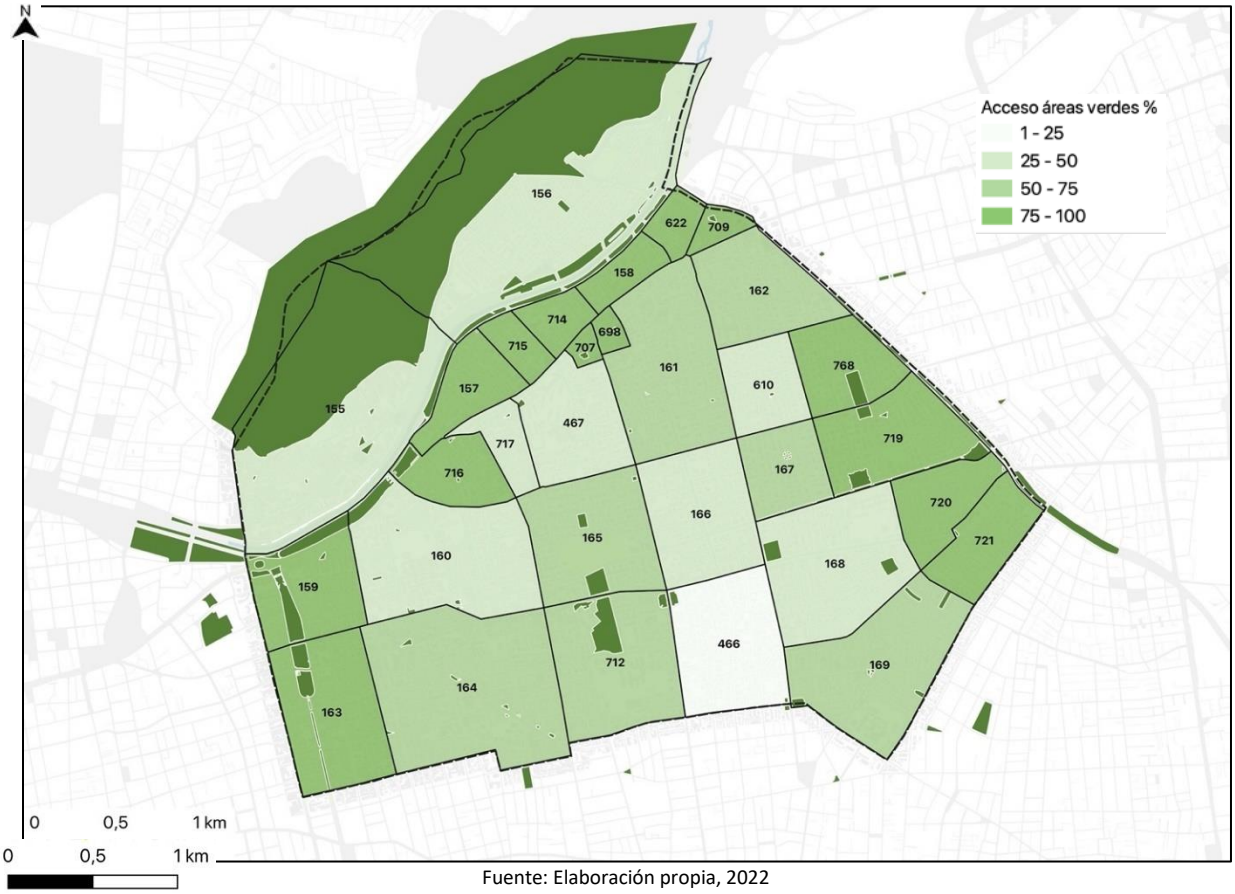
Fuente: Elaboración propia, 2022

La disminución del período 2017 a 2021 es del orden del 13% en 4 años, o sea de un 3,25% por año. Luego, tomando como base el 2021, la disminución es del 27% en un período de 9 años, o sea de un 3% por año.

En resumen, la comuna habrá disminuido su estándar de m2 de área verde por habitante para el período 2017-2030 a razón de un 3,1% anual en promedio.

Aún cuando estamos frente a estándares por sobre/igual a los fijados por el SIEDU (CNDU) se haría recomendable y/o necesario plantear un conjunto de proyectos de transformación de espacios que hoy tienen otros destinos (infraestructura, por ejemplo), a la par de la re-destinación de "espacios calle" (que son espacio público) para que se conviertan en lugares de paseo y esparcimiento por sobre ser espacios de mera circulación (especialmente de vehículos). La concepción de la calle como un espacio que pertenece al entorno de la movilidad y no del transporte, es central para poder atacar efectivamente este desafío.

FIGURA Nº 4.15-1: ACCESIBILIDAD A AV POR ZONAS ESTRAUS PARA ESCENARIOS 1 Y 2



Fuente: Elaboración propia, 2022

4.15.1.2 Oferta de Movilidad Modos no Motorizados

A nivel de red de movilidad en Escenarios 1 y 2:

En cuanto a la oferta de movilidad planteada por los escenarios 1 y 2 vemos que hay bastantes proyectos municipales que tienen su foco en la caminabilidad, la gestión de tránsito, la semaforización segura para peatones, etc. Por otra parte, la accesibilidad a la red de Metro se mantendrá constante ya que las nuevas estaciones de la línea 7 están fuera de la comuna o se montan sobre estaciones existentes, y por otro lado la línea 8 no estará operativa aún a la fecha de evaluación de los escenarios.

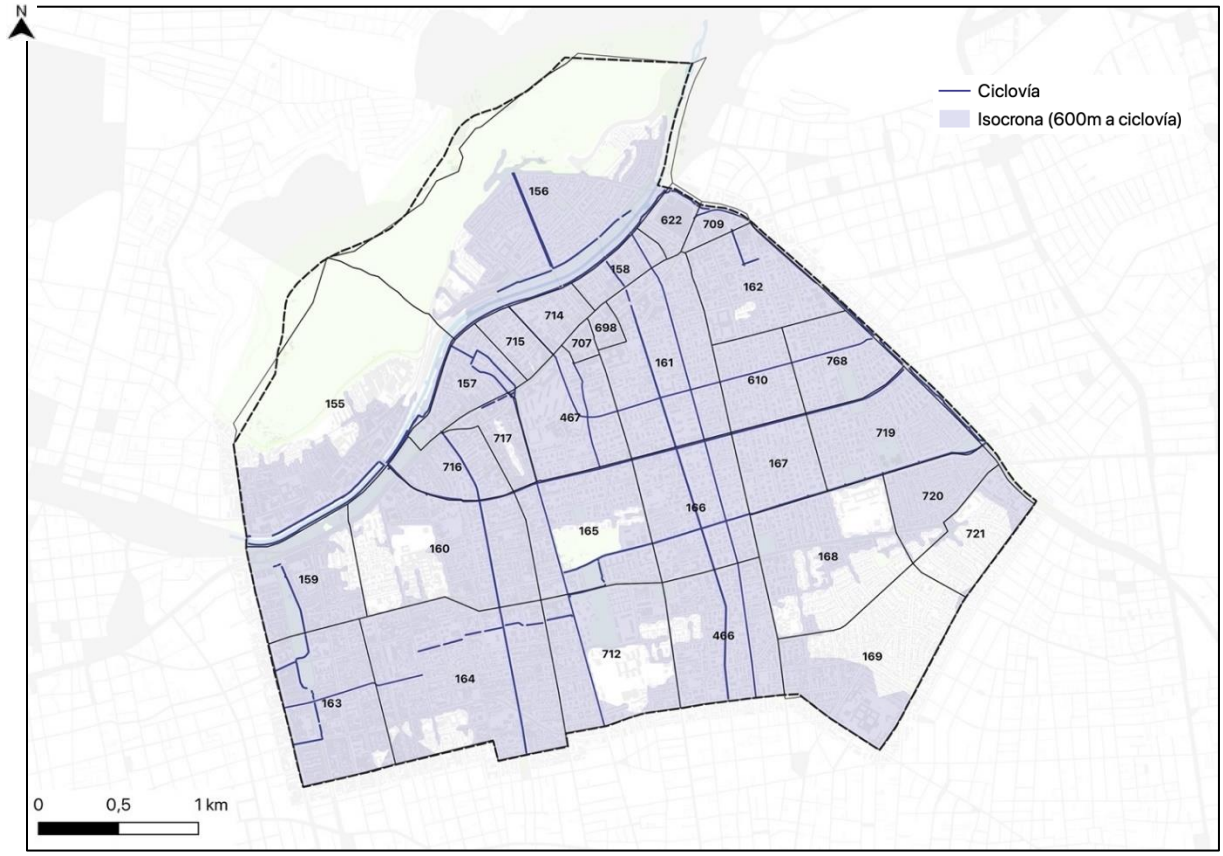
Nos centraremos en aquellos proyectos de la oferta que identificamos como centrales para la estrategia de entornos de la movilidad asociados a modos no motorizados, ya que son estos proyectos los que

posibilitarían eventuales capturas de viajes con cambio de modo y así contrarrestar la creciente demanda de viajes en automóvil que están proyectando ambos escenarios, 1 y 2.

Así las cosas, vemos que para el Escenario 1, la oferta de movilidad amplía la red de ciclovías incorporando 6 proyectos nuevos, y en el caso del Escenario 2, incorpora 2 proyectos nuevos.

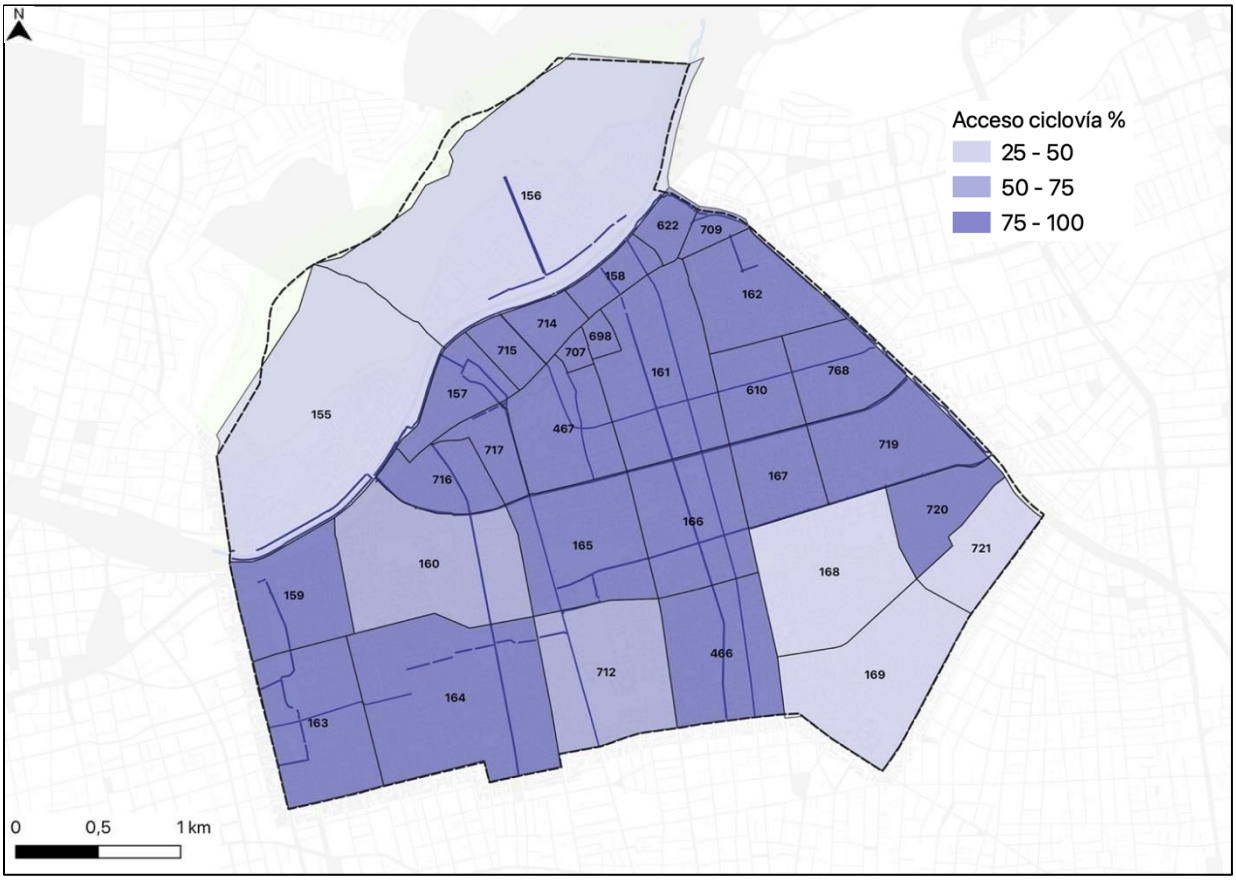
A continuación se grafican las isócronas y los índices de accesibilidad a la red de Ciclovías para ambos escenarios, agregados por zona ESTRAUS, los que se comparan con los índices de la base.

FIGURA Nº 4.15-2: ISÓCRONAS ACCESIBILIDAD RED CICLOVÍAS AGREGADA POR ZONA ESTRAUS ESCENARIO 1 2030



Fuente: Elaboración propia, 2022

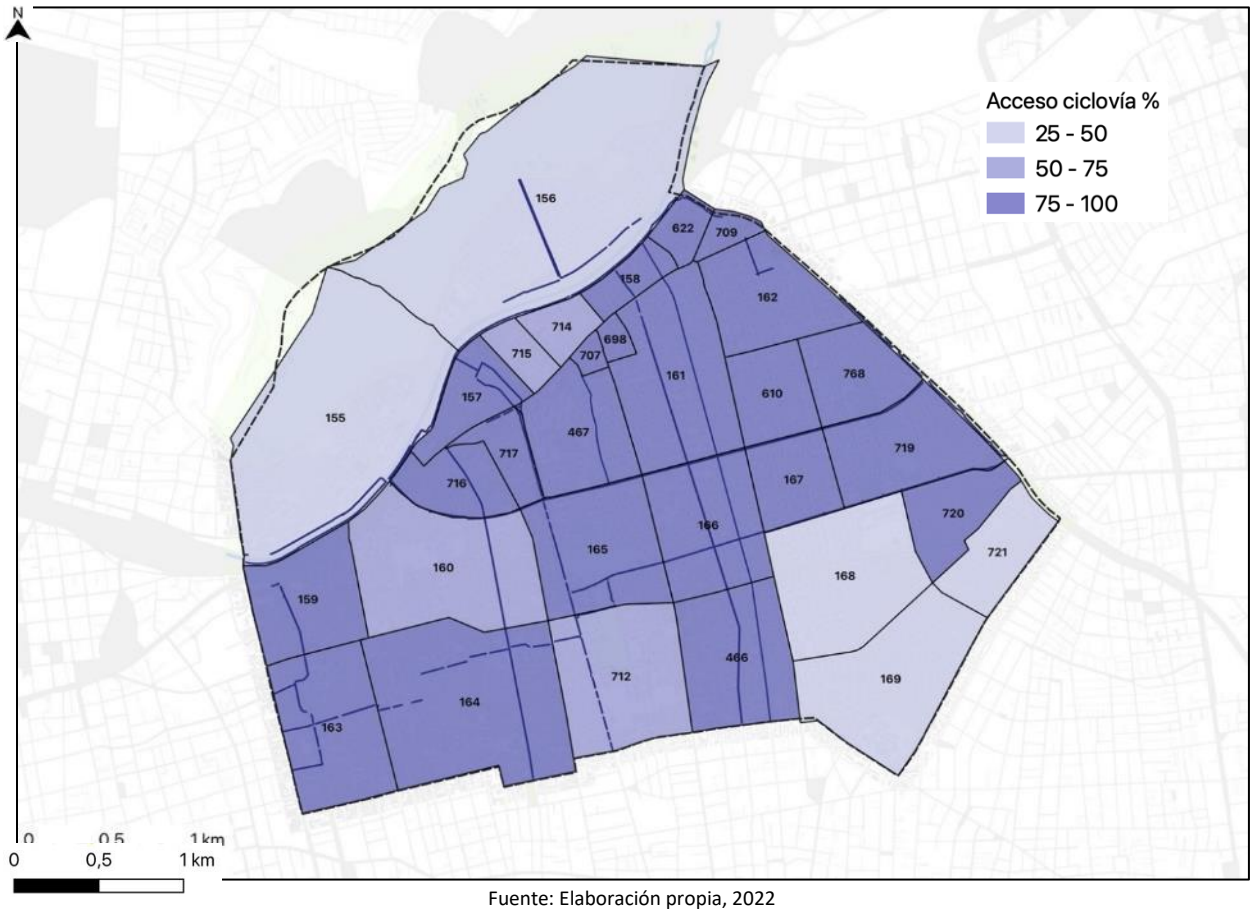
FIGURA Nº 4.15-3: ÍNDICE DE ACCESIBILIDAD RED CICLOVÍAS AGREGADA POR ZONA ESTRAUS ESCENARIO 1 2030



Fuente: Elaboración propia, 2022

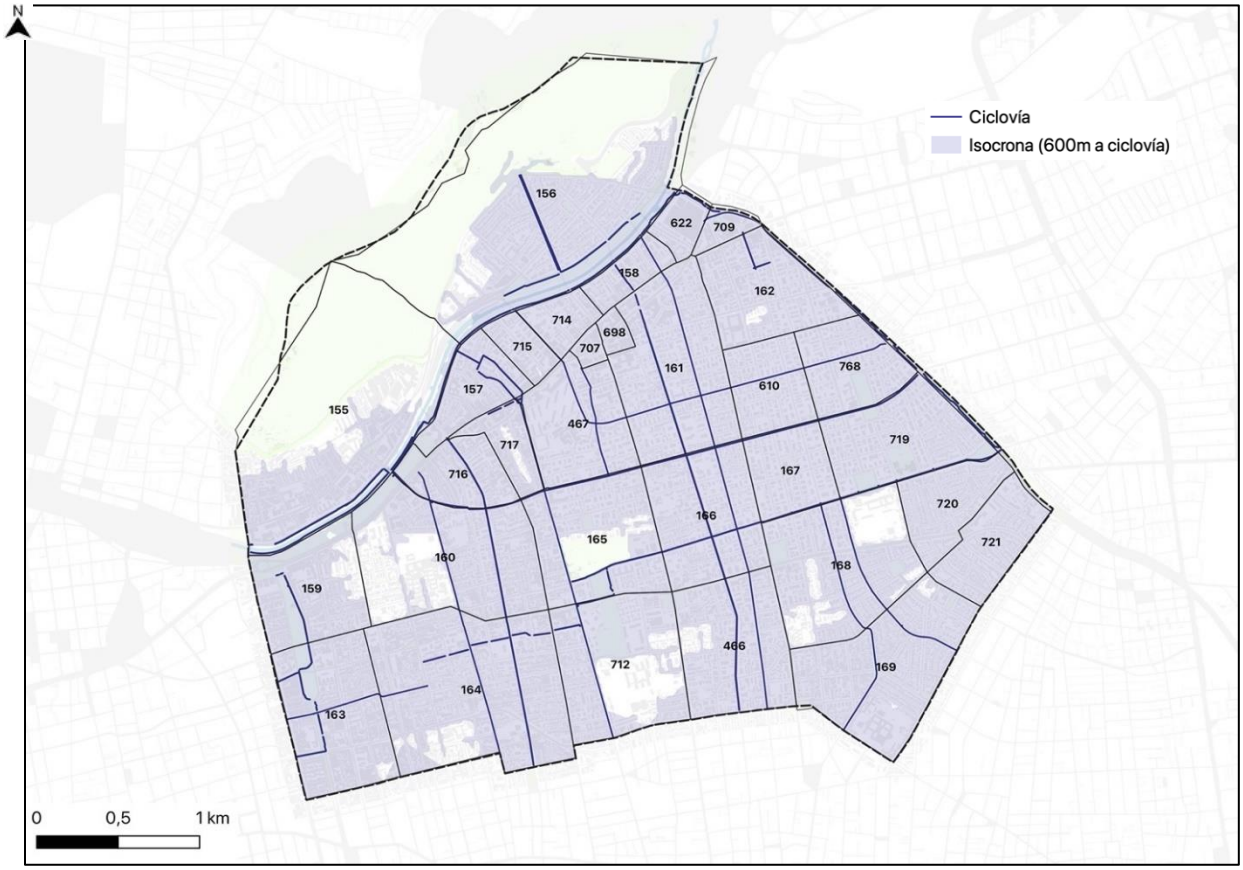
Como podemos apreciar en la figura todas las zonas del sector nor-oriente de la comuna (dentro del polígono línea azul) llegan a índices de accesibilidad de sobre 75% (todas sobre 90%). Recordemos que en esos sectores teníamos índices de 83-84% y superiores (ver figura, quedando ahora todo en el rango más alto de 75% o más). Todo el resto de las zonas ESTRAUS queda con índice de accesibilidad a la red de ciclovías iguales a la situación Base.

FIGURA Nº 4.15-4: ACCESIBILIDAD RED CICLOVÍAS EN SITUACIÓN BASE 2021



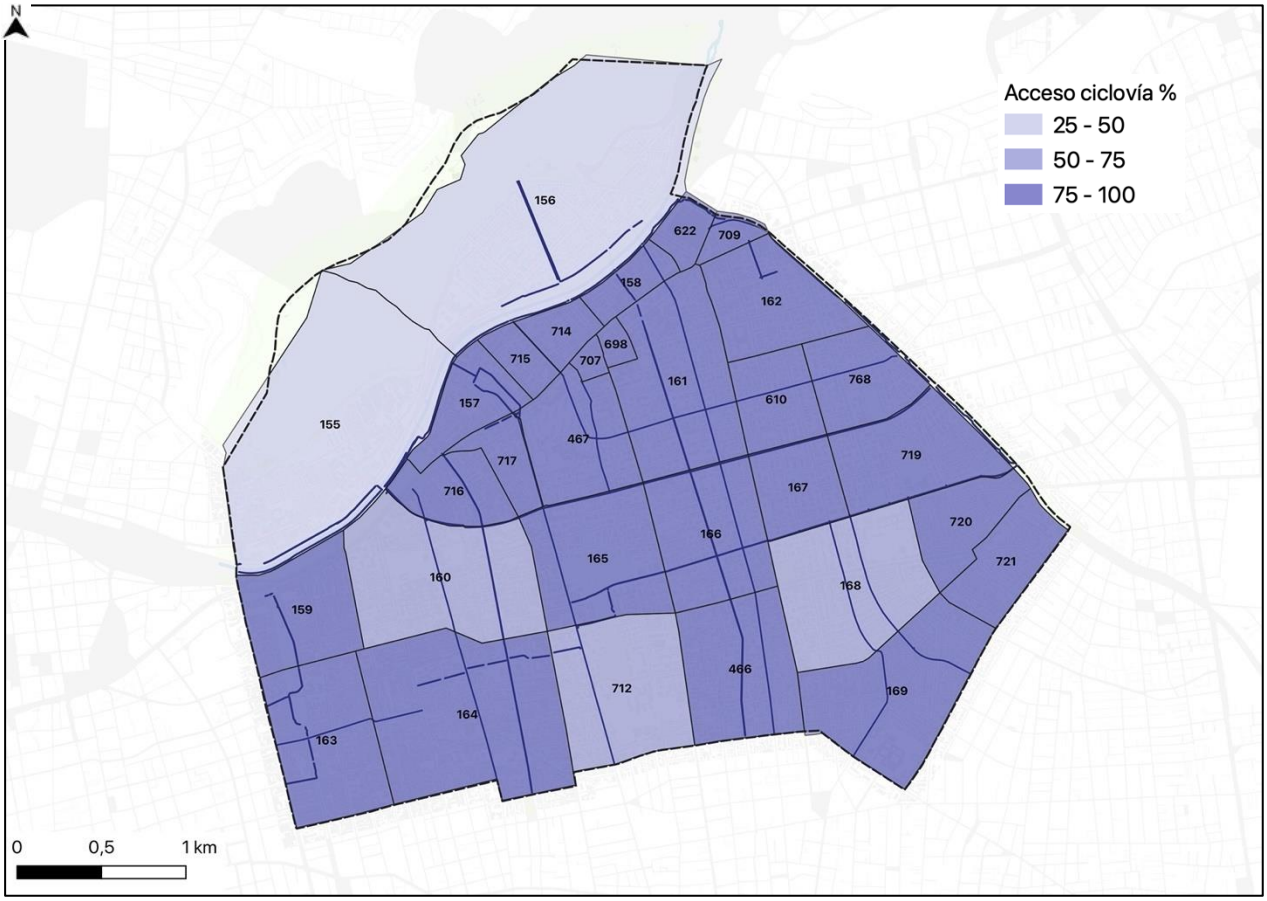
Fuente: Elaboración propia, 2022

FIGURA Nº 4.15-5: ISÓCRONAS ACCESIBILIDAD RED CICLOVÍAS AGREGADA POR ZONA ESTRAUS ESCENARIO 2 2030



Fuente: Elaboración propia, 2022

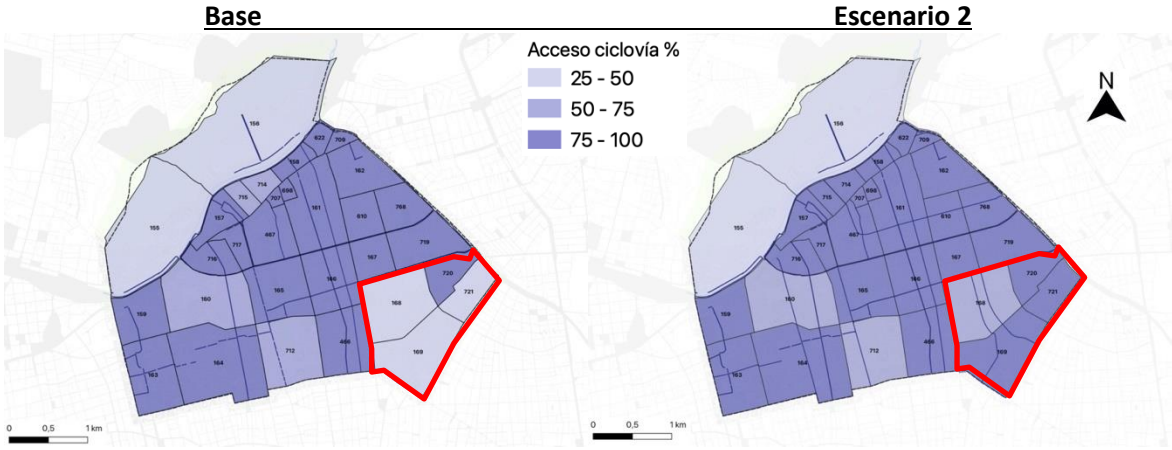
FIGURA Nº 4.15-6: ÍNDICE DE ACCESIBILIDAD RED CICLOVÍAS AGREGADA POR ZONA ESTRAUS, ESCENARIO 2 2030



Fuente: Elaboración propia, 2022

Para el Escenario 2 vemos que la cobertura de red de ciclovía mejora en forma sustancial en el sector sur-oriente de la comuna. Este sector era un sector postergado en el acceso a este tipo de movilidad y con la incorporación de la nueva oferta del Escenario 2, los índices de accesibilidad a la red de ciclovías se disparan a niveles de 75% y superior en la mayoría de la zona, donde previamente existía una concentración de accesibilidad más baja de la comuna (rango 25-50%).

FIGURA Nº 4.15-7: COMPARACIÓN ÍNDICE DE ACCESIBILIDAD RED CICLOVÍAS AGREGADA POR ZONA ESTRAUS



Fuente: Elaboración propia, 2022

A nivel de proyecto específico en Escenario 2:

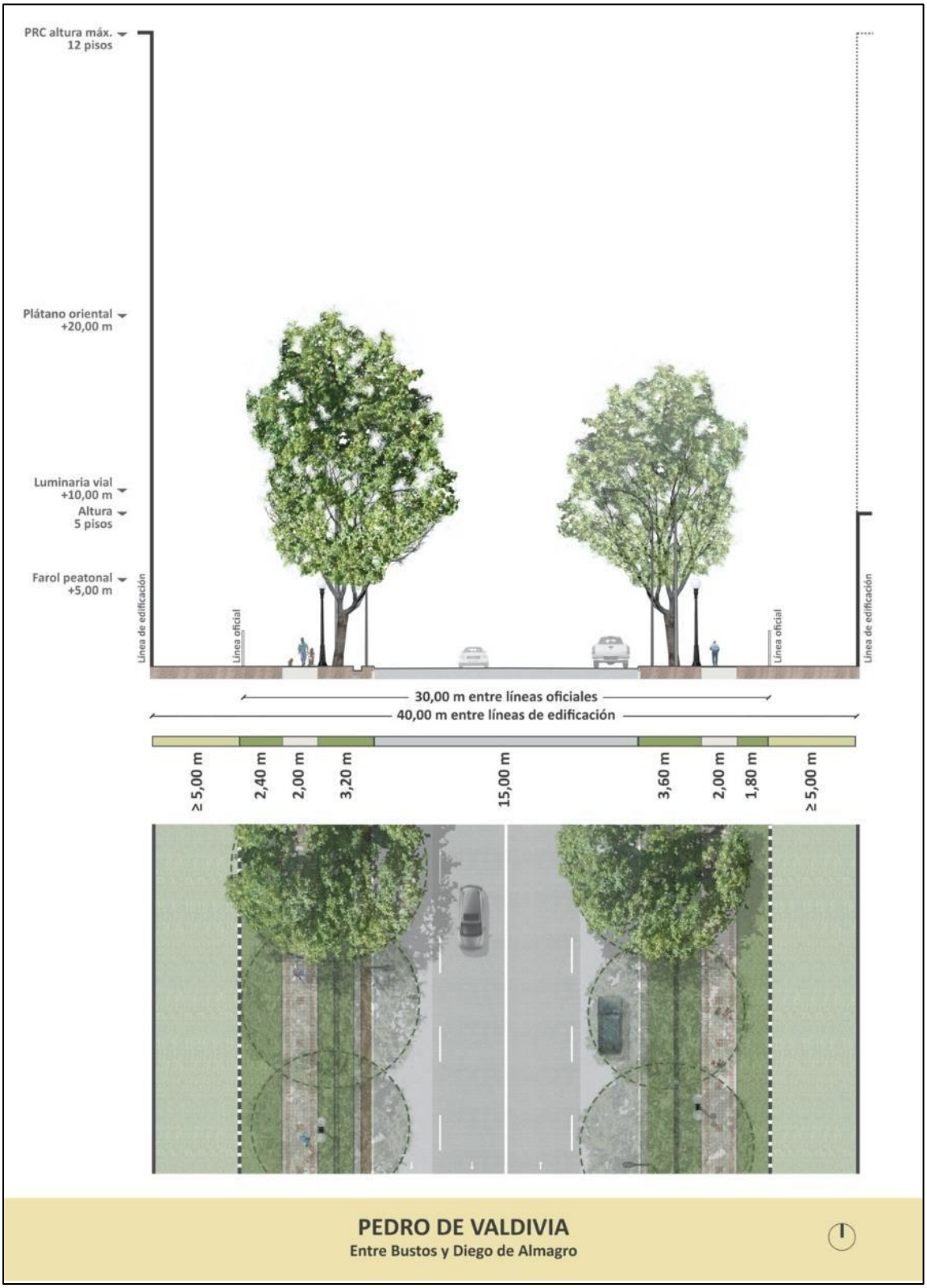
Adicional al análisis de accesibilidad a la red de ciclovías, parece del todo relevante analizar el proyecto de espacio público planteado en el Escenario 2 de Oferta, que dice relación con la incorporación de un Bandejón Central en Pedro de Valdivia y realineamiento de pistas.

Para efectos de ponderar y generar un diagnóstico sobre el mismo, es fundamental analizar la construcción del perfil de dicha avenida y comparar su comportamiento desde la perspectiva del peatón, donde hemos definido el Índice de Fricción Lateral como medida adecuada para estimar el confort peatonal de dichos espacios.

El bandejón central tendrá sin duda dos efectos directos sobre la seguridad del peatón: agregar un refugio intermedio para el cruce de las calzadas y segundo una disminución de la velocidad de circulación vehicular producto de la aparición de este elemento nuevo en la vía que ajusta el espacio vial.

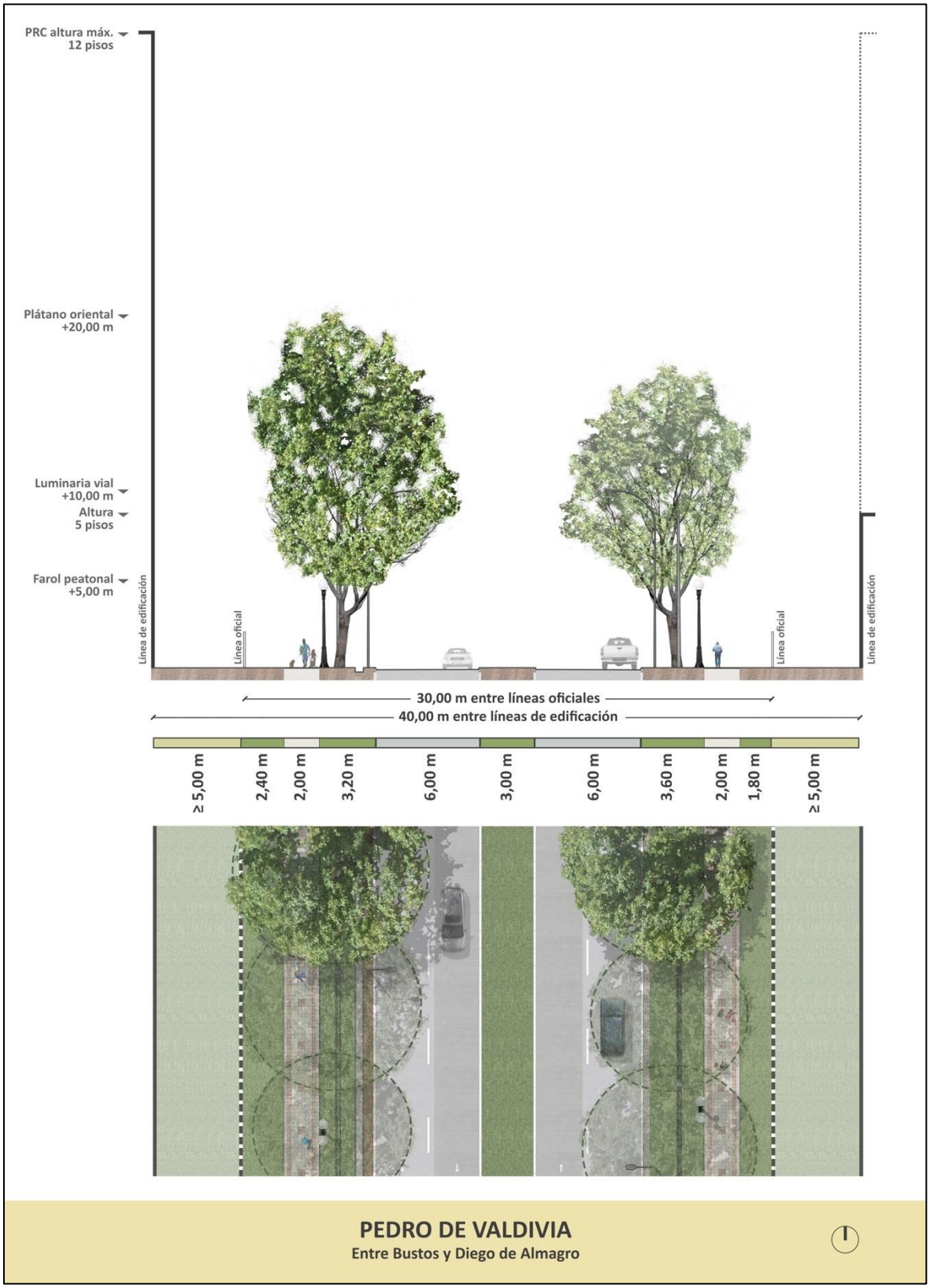
Sin embargo, la intervención del bandejón no mejora en lo absoluto la condición de confort del peatón que utiliza las veredas. Como lo muestran las figuras y las tablas siguientes, las condiciones de fricción lateral se mantienen y no comparecen elementos de mayor distancia entre peatones y autos que son centrales en este sentido. El detalle de esta información puede encontrarse en el anexo digital 20.

FIGURA Nº 4.15-8: AV. PEDRO DE VALDIVIA / PERFIL EXISTENTE BASE



Fuente: Elaboración propia, 2022

FIGURA Nº 4.15-9: AV. PEDRO DE VALDIVIA / PERFIL MODIFICADO SEGÚN PROYECTO MUNICIPAL PARA ESCENARIO 2



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Como podrán ver en las tablas que siguen, comparamos la situación de base en términos de Índice de Fricción Lateral (IFL) para Pedro de Valdivia con escenarios hipotéticos mejorando la distancia entre vereda y auto haciendo un juego de re-asignar 2 de los 3 metros de bandejón central (Proyecto municipal Escenario 2) a un ensanchamiento de acera, manteniendo una mediana de 1,2m como refugio de peatones (Tabla 4.15.1-3 y 4.15.1-4). Los resultados son claros en demostrar que la intervención que más aporta al confort del peatón es asignar espacio adicional en los bordes y no en el eje de la calzada, permitiendo una disminución del IFL promedio de 27,95 a 21,87. Esto es, un IFL menor en un 22%.

CUADRO Nº4.15-2: IFL BASE PARA AVENIDA PEDRO DE VALDIVIA

Indice Fricción Lateral														
	Calle	Tramo seleccionado	Horario	Índice de Fricción Lateral (IFL)					Índice de atenuación de fricción lateral			Indicador		
				Vereda	P (Peatones/h)	Q (Vehículos/h)	W (Ancho vereda)	IFL	Distancia vereda vehículos	Factor atenuación	Índice de atenuación	IFL atenuado	% atenuación	Mediana IFL atenuado
BASE 2021	Pedro de Valdivia	Entre Bustos y Diego de Almagro	PMA	Poniente	6000	1233 m	2 m	**45,61**	3,2 m	0,125	0,40	**27,37**	**40%**	**26,22**
				Oriente	6000	1233 m	2 m	**45,61**	3,6 m	0,125	0,45	**25,08**	**45%**	
			PTA	Poniente	6000	1287 m	2 m	**49,69**	3,2 m	0,125	0,40	**29,81**	**40%**	**28,57**
				Oriente	6000	1287 m	2 m	**49,69**	3,6 m	0,125	0,45	**27,33**	**45%**	
			FPU	Poniente	6000	1298 m	2 m	**50,54**	3,2 m	0,125	0,40	**30,33**	**40%**	**29,06**
				Oriente	6000	1298 m	2 m	**50,54**	3,6 m	0,125	0,45	**27,80**	**45%**	

Fuente: Elaboración propia, 2022

CUADRO Nº4.15-3: IFL BASE MEJORADA 1 PARA AVENIDA PEDRO DE VALDIVIA

IFL (agrega 0,5 metros distancia vereda-vehículos)														
	Calle	Tramo seleccionado	Horario	Índice de Fricción Lateral (IFL)					Índice de atenuación de fricción lateral			Indicador		
				Vereda	P (Peatones/h)	Q (Vehículos/h)	W (Ancho vereda)	IFL	Distancia vereda vehículos	Factor atenuación	Índice de atenuación	IFL atenuado	% atenuación	Mediana IFL atenuado
BASE MEJORADA 1	Pedro de Valdivia	Entre Bustos y Diego de Almagro	PMA	Poniente	6000	1233 m	2 m	**45,61**	3,7 m	0,125	0,46	**24,51**	**46,25%**	**23,37**
				Oriente	6000	1233 m	2 m	**45,61**	4,1 m	0,125	0,51	**22,23**	**51,25%**	
			PTA	Poniente	6000	1287 m	2 m	**49,69**	3,7 m	0,125	0,46	**26,71**	**46,25%**	**25,47**
				Oriente	6000	1287 m	2 m	**49,69**	4,1 m	0,125	0,51	**24,22**	**51,25%**	
			FPU	Poniente	6000	1298 m	2 m	**50,54**	3,7 m	0,125	0,46	**27,17**	**46,25%**	**25,90**
				Oriente	6000	1298 m	2 m	**50,54**	4,1 m	0,125	0,51	**24,64**	**51,25%**	

Fuente: Elaboración propia, 2022

CUADRO Nº4.15-4: IFL BASE MEJORADA 2 PARA AVENIDA PEDRO DE VALDIVIA

IFL (agrega 1 metro distancia vereda-vehículos)														
	Calle	Tramo seleccionado	Horario	Índice de Fricción Lateral (IFL)					Índice de atenuación de fricción lateral			Indicador		
				Vereda	P (Peatones/h)	Q (Vehículos/h)	W (Ancho vereda)	IFL	Distancia vereda vehículos	Factor atenuación	Índice de atenuación	IFL atenuado	% atenuación	Mediana IFL atenuado
BASE MEJORADA 2	Pedro de Valdivia	Entre Bustos y Diego de Almagro	PMA	Poniente	6000	1233 m	2 m	**45,61**	4,2 m	0,125	0,53	**21,66**	**52,5%**	**20,52**
				Oriente	6000	1233 m	2 m	**45,61**	4,6 m	0,125	0,58	**19,38**	**57,5%**	
			PTA	Poniente	6000	1287 m	2 m	**49,69**	4,2 m	0,125	0,53	**23,60**	**52,5%**	**22,36**
				Oriente	6000	1287 m	2 m	**49,69**	4,6 m	0,125	0,58	**21,12**	**57,5%**	
			FPU	Poniente	6000	1298 m	2 m	**50,54**	4,2 m	0,125	0,53	**24,01**	**52,5%**	**22,74**
				Oriente	6000	1298 m	2 m	**50,54**	4,6 m	0,125	0,58	**21,48**	**57,5%**	

Fuente: Elaboración propia, 2022

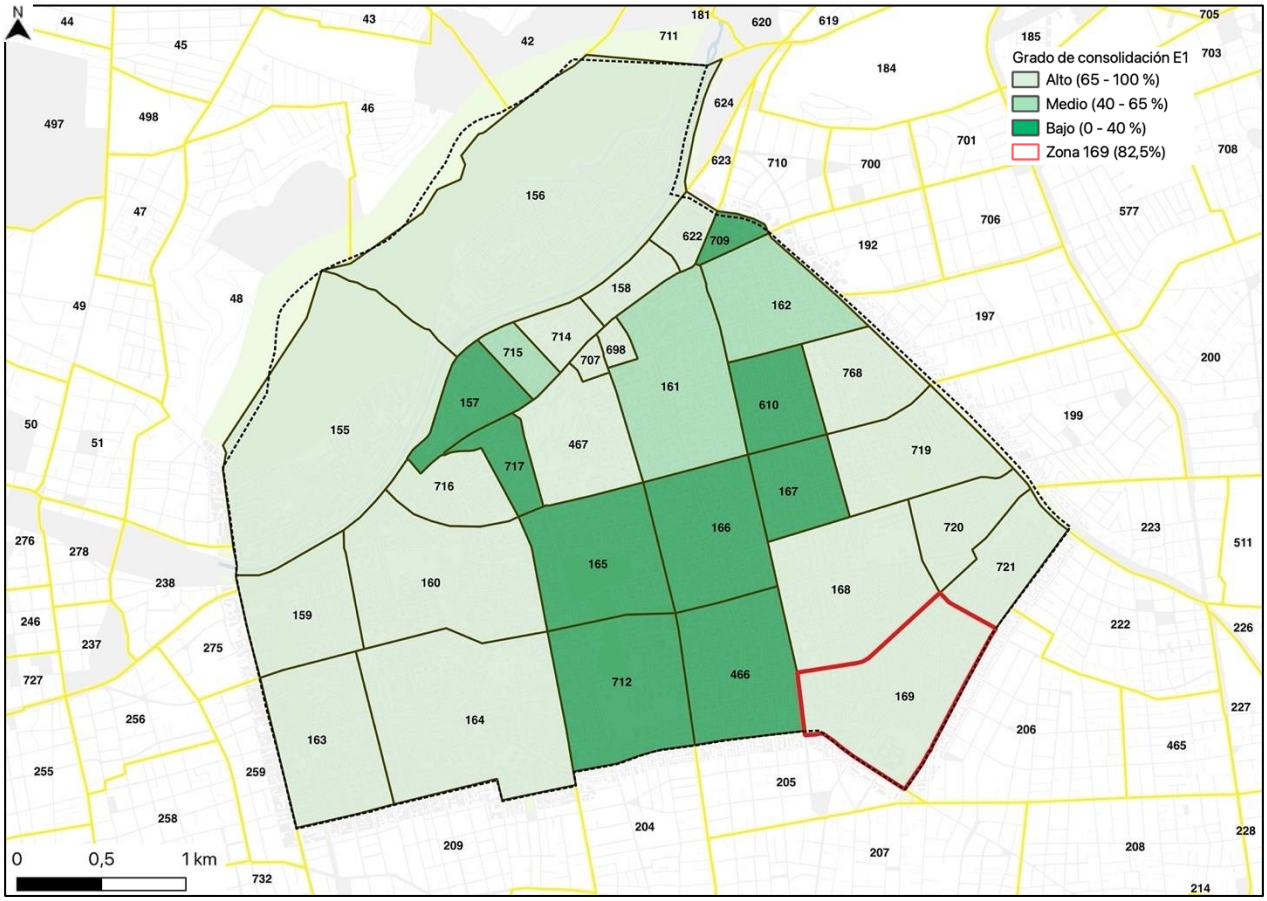
4.15.1.3 Grado de Consolidación de la Comuna

Respecto del grado de consolidación de la comuna, esto es la relación que existe entre el desarrollo que permite el PRC y lo actualmente desarrollado, se verá cómo evoluciona el grado de consolidación por zona ESTRAUS. Recordemos que las proyecciones de desarrollo por zona las entrega el Modelo ESTRAUS, las que en este caso fueron ajustadas en la situación base utilizando la base de datos de los permisos de edificación 2015-2020.

Es muy importante comprender que esta medida de consolidación es una medida relativa y no absoluta, en cuanto está condicionada a umbral fijado por el PRC.

La figura y tablas siguientes muestran cómo han variado los grados de consolidación a nivel de zona ESTRAUS. Tenemos 11 zonas que pasan de consolidación MEDIA a ALTA, manteniéndose el patrón de un centro comunal menos consolidado y mayores consolidaciones a los bordes. Es decir, de las 31 zonas ESTRAUS, 20 presentan alta consolidación (por sobre el 65% de umbral de desarrollo permitido).

FIGURA Nº 4.15-10: GRADOS DE CONSOLIDACIÓN POR ZONA ESTRAUS / ESCENARIO 1



Fuente: Elaboración propia, 2022

CUADRO Nº4.15-5: GRADOS DE CONSOLIDACIÓN (DESARROLLO VERSUS PRC) SEGÚN ZONAS ESTRAUS PARA E.1 Y E.2

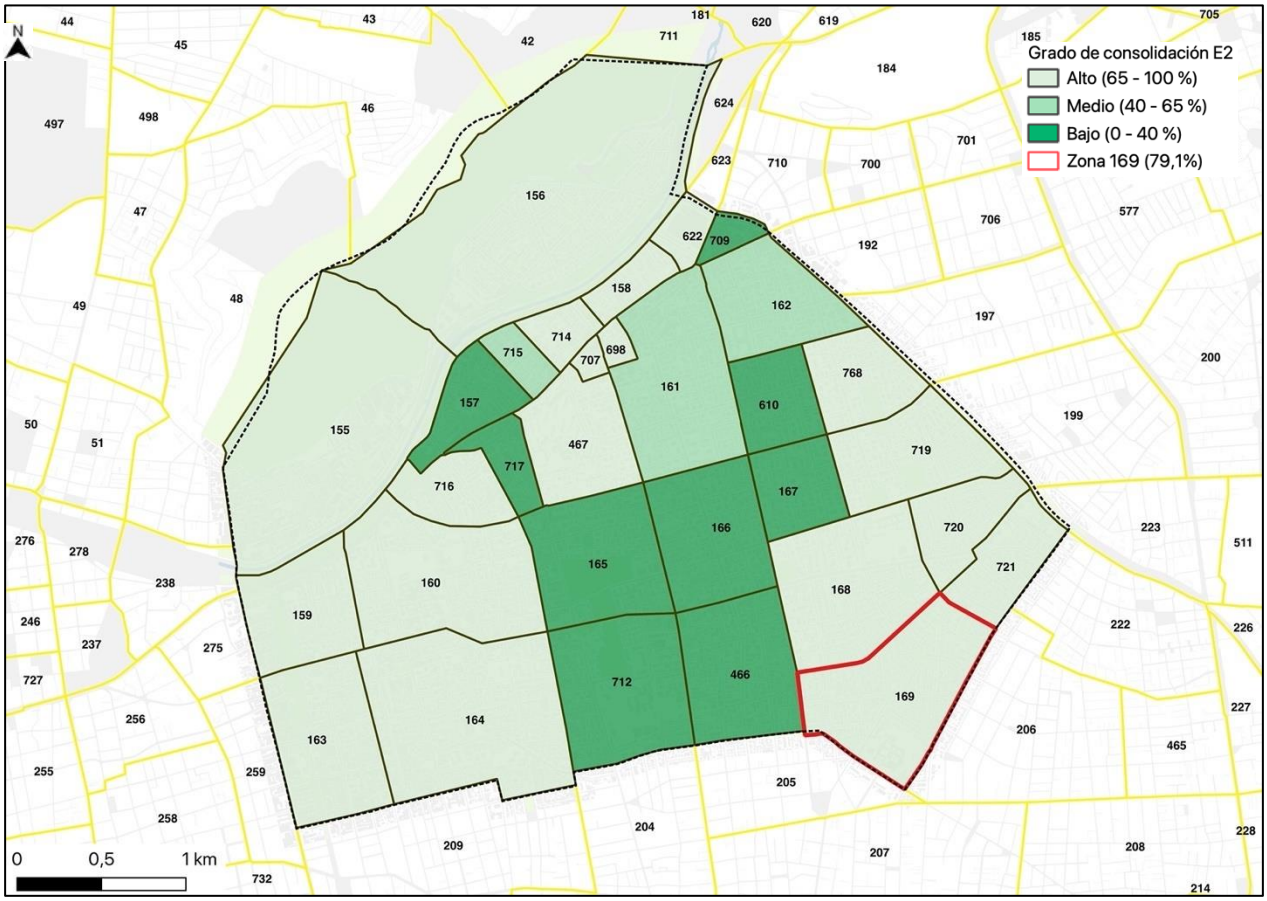
GRADO DE CONSOLIDACION					
ZONA	base		e.1	e.2	
155	61,1%	MEDIA	81,7%	81,7%	ALTA
156	90,9%	ALTA	157,4%	157,4%	ALTA
157	0,0%	BAJA	39,0%	39,0%	BAJA
158	100,0%	ALTA	181,9%	181,9%	ALTA
159	70,8%	ALTA	90,5%	90,5%	ALTA
160	53,7%	MEDIA	71,5%	71,5%	ALTA
161	38,8%	BAJA	50,9%	50,9%	MEDIA
162	40,5%	MEDIA	59,0%	59,0%	MEDIA
163	85,1%	ALTA	108,9%	108,9%	ALTA
164	64,6%	MEDIA	76,6%	76,6%	ALTA
165	31,9%	BAJA	39,3%	39,3%	BAJA
166	32,3%	BAJA	41,0%	41,0%	BAJA
167	36,3%	BAJA	41,4%	41,4%	BAJA
168	46,6%	MEDIA	73,5%	73,5%	ALTA
169	54,0%	MEDIA	82,5%	79,1%	ALTA
466	20,9%	BAJA	25,3%	25,3%	BAJA
467	63,9%	MEDIA	83,8%	83,8%	ALTA
610	30,2%	BAJA	41,4%	41,4%	BAJA
622	67,6%	ALTA	111,0%	111,0%	ALTA
698	87,5%	ALTA	118,7%	118,7%	ALTA
707	97,0%	ALTA	136,4%	136,4%	ALTA
709	24,8%	BAJA	27,1%	27,1%	BAJA
712	30,7%	BAJA	38,8%	38,8%	BAJA
714	50,0%	MEDIA	109,5%	109,5%	ALTA
715	51,5%	MEDIA	64,9%	64,9%	MEDIA
716	56,9%	MEDIA	74,2%	74,2%	ALTA
717	16,6%	BAJA	24,5%	24,5%	BAJA
719	75,5%	ALTA	91,2%	91,2%	ALTA
720	85,4%	ALTA	119,6%	119,6%	ALTA
721	61,3%	MEDIA	82,9%	82,9%	ALTA
768	61,9%	MEDIA	77,1%	77,1%	ALTA

Fuente: Elaboración propia, 2022

De las 20 zonas con consolidación alta, hay 8 zonas que presentan porcentajes mayores al 100%. Esto significa, que sectores dentro de esas zonas que fueron catalogados en la situación Base con alta consolidación por tener alturas de construcción iguales y superiores a la mitad de la altura máxima permitida (pero inferiores a máxima permitida), están siendo re-desarrollados con proyectos de mayor densidad y altura.

Como dato final podemos mencionar que la única zona ESTRAUS que presenta cambios entre el escenario 1 y 2 es la 169, correspondiente al sector barrio El Aguilucho. Recordemos que el Escenario 2 incluye dentro de su proyección la vigencia de la Modificación 7 del PRC. Dicha modificación aumentó el umbral de desarrollo, por lo cual la consolidación bajó levemente (82% a 79%), a pesar que se proyectó un mayor desarrollo en el sector. No cambia de rango; se mantiene en alta consolidación.

FIGURA Nº 4.15-11: GRADOS DE CONSOLIDACIÓN POR ZONA ESTRAUS / ESCENARIO 2



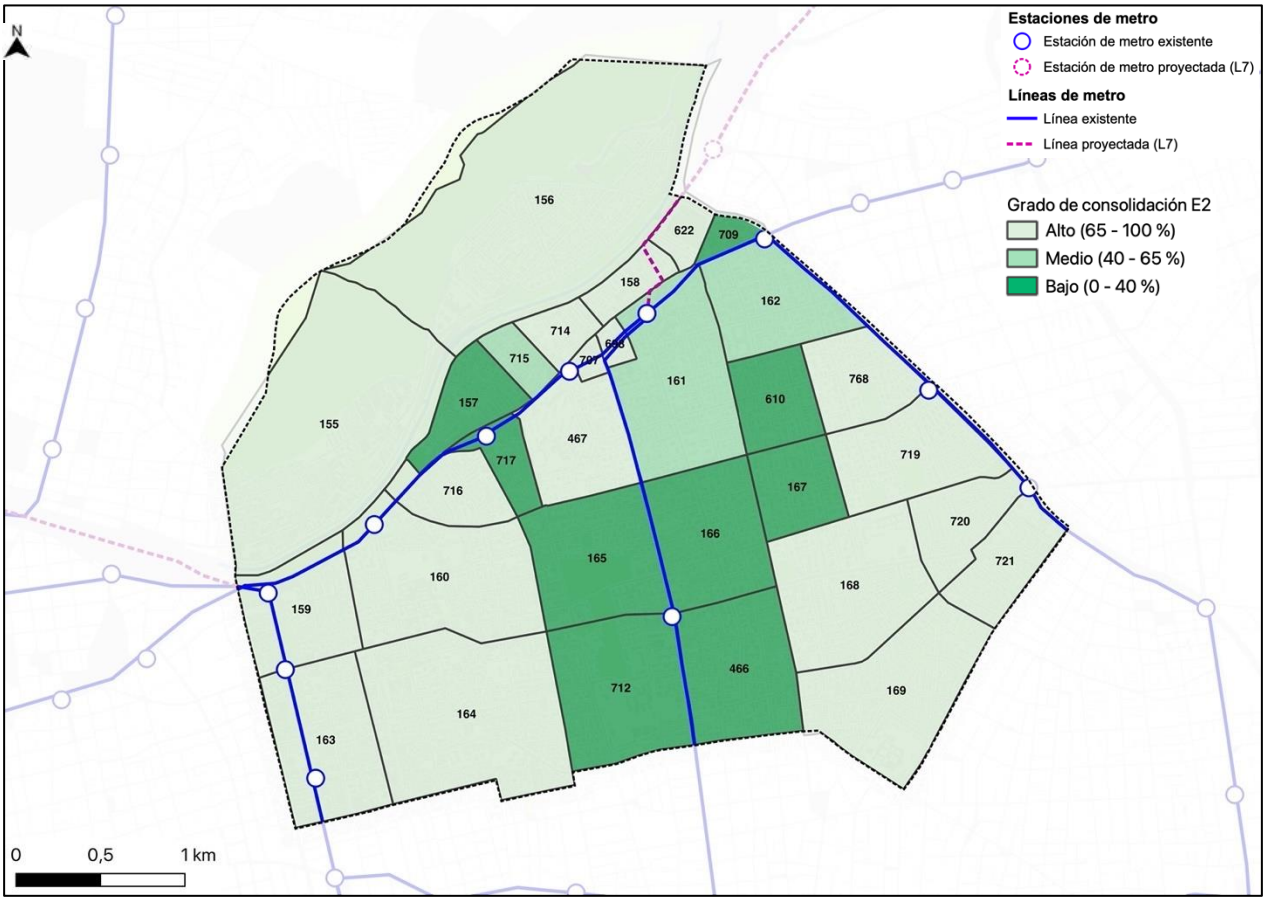
Fuente: Elaboración propia, 2022.

A la situación presentada podemos agregar que se mantienen las conclusiones planteadas en el punto 15.1.3 y 15.1.4 de este informe, referidos a los elementos orientadores del desarrollo.

Sin duda, la disponibilidad de un potencial de desarrollo atractivo (suelo para densificación) y la Accesibilidad a la Red de Metro, siguen siendo los elementos estructurantes de las tendencias de desarrollo observadas para los Escenarios 1 y 2.

Lo anterior es evidente al contrastar los grados de consolidación a nivel de Zona ESTRAUS para el ESC 2 / 2030, con las ubicaciones de las estaciones de la Red de Metro de las líneas 1, 4, 5, 6 y 7. La consolidación del tipo “donut” dice relación directa que la única estación en el sector central es de la relativamente reciente Línea 6 que ha gatillado mayor desarrollo; sin embargo, sigue primando el patrón “donut” (zonas verdes son las con menor consolidación).

FIGURA Nº 4.15-12: GRADOS DE CONSOLIDACIÓN POR ZONA ESTRAUS / ESCENARIO 2 CON RED METRO



Fuente: Elaboración propia, 2022

4.15.2 Diagnóstico Ambiental

En este aparatado se analizan del punto climático los escenarios al 2030 derivados de este estudio; es decir, escenario conservador y tendencial de los usos de suelo, hogares y matriculas. En particular estos escenarios proporcionan información relevante para proyectar variables ambientales, por ejemplo, la contaminación del aire.

Los anexos digitales de este apartado corresponden a 21.1 de clima, 21.2 de contaminación y 21.3 de vulnerabilidad, donde se puede encontrar el detalle de la información que se resume a continuación.

4.15.2.1 Temperatura del Aire

Para obtener el valor de la temperatura promedio máxima en la estación de verano (dic-ene-feb), se obtuvieron dos modelos de regresión lineal con el método hacia atrás en el software *spss*, si bien en el segundo de ellos todas las variables poseen un indicador estadístico *p-value* significativo, esto significa dejar fuera al uso de suelo comercio, que corresponde a un uso importante del eje Providencia / 11 de Septiembre en la comuna y además, es justamente el que presenta cambios entre el modelo ESTRAUS base y los escenarios tendencial y conservador. Como se observa en el cuadro N°4.15-6, al escoger el modelo N°1, el R^2 y el error de la estimación no sufren variaciones significativas respecto del modelo N°2.

CUADRO Nº4.15-6: RESUMEN DEL MODELO DE REGRESIÓN

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	0,692[a]	0,479	0,354	1,327
2	0,691[b]	.,477	,0377	1,303

a. Predictores: (Constante), Servicios (2), Habitación, Industria (1), Comercio, Educación, HOG_total
b. Predictores: (Constante), Servicios (2), Habitación, Industria (1), Educación, HOG_total

Fuente: Elaboración Propia.

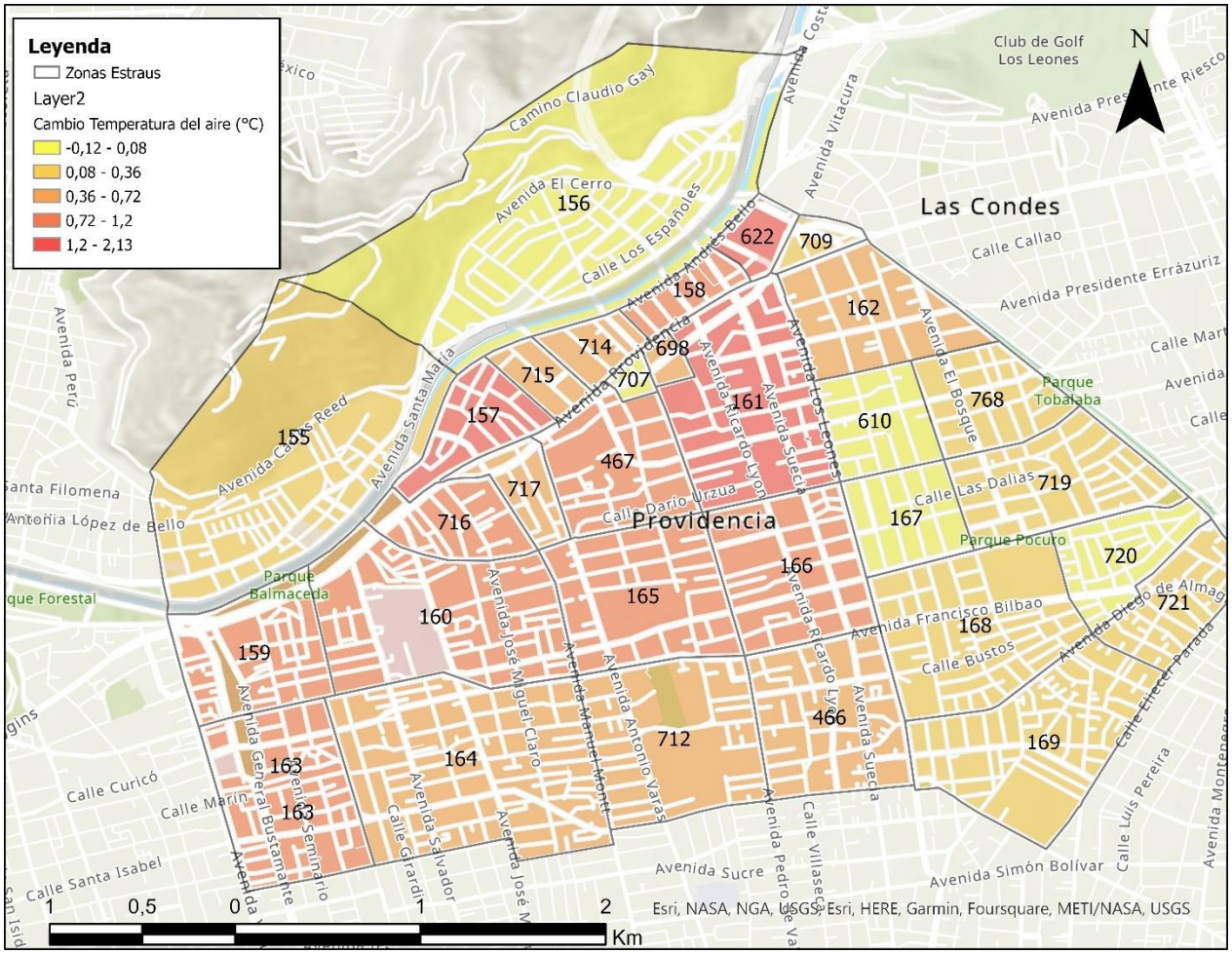
La mayoría de las variables del modelo escogido poseen coeficientes positivos, lo que significa que, si aumenta el valor de la variable, el número de hogares, o el número de metros cuadrados de comercio, industria o servicios, la temperatura del aire también lo hace. Por otra parte, el aumento en el número de metros cuadrados de uso educación o habitación, se asocian a disminuciones de la temperatura, lo que podría explicarse por la mayor cantidad de vegetación que poseen y, por otro lado, los edificios altos presentes en la comuna proyectan sombra que podría disminuir la temperatura diurna del espacio público de la comuna.

CUADRO Nº4.15-7: RESUMEN: COEFICIENTES DEL MODELO DE REGRESIÓN LINEAL DE TEMPERATURA MÁXIMA DEL AIRE

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error	Beta		
1	(Constante)	31,999	0,504		63,435	0,000
	N° hogares	0,002	0,001	1,715	2,429	0,023
	m2 Comercio	1,801E-6	0,000	-0,044	-0,261	0,796
	m2 Educación	-3,993E-5	0,000	-0,442	-2,083	0,048
	m2 Habitación	-1,735E-5	0,000	-1,490	-2,168	0,040
	m2 Industria	0,000	0,000	0,495	2,474	0,020
	m2 Servicios	1,203E-5	0,000	0,411	2,316	0,029
Variable dependiente: temperatura máxima.						

Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA Nº 4.15-13: CAMBIO DE TEMPERATURA DEL AIRE (°C) POR ZONA ESTRAUS, 2017-2030



Fuente: Elaboración Propia.

Por otra parte, se observan leves diferencias entre los escenarios, 8 de 32 zonas muestran cambios entre el escenario ESTRAUS corregido y el escenario tendencial y conservador; no obstante, en ningún caso dicha diferencia es mayor a 0,1°C. La única zona que presenta cambios entre el escenario tendencial y el conservador, corresponde a la zona ID169, barrio Brown Norte.

En la tabla siguiente, se muestran los datos por zona ESTRAUS para el año 2017 y para los tres escenarios evaluados: ESTRAUS, tendencial y conservador.

CUADRO Nº4.15-8: DATOS DE TEMPERATURA MÁXIMA POR ZONA ESTRAUS.

ID ZONA	BARRIO	Año 2017	2030 Estraus	Tendencial	Conservador	Cambios
155	BELLAVISTA	33,627	33,987	33,987	33,987	
156	PEDRO VALDIVIA NORTE II	31,690	31,689	31,689	31,689	
157	SANTA BEATRIZ	34,041	**36,168**	**36,196**	36,196	
158	ANDRES BELLO ORIENTE	33,585	**34,531**	**34,569**	34,569	
159	METRO BAQUEDANO	32,927	33,788	33,788	33,788	
160	METRO SALVADOR	33,614	34,810	34,810	34,810	
161	BARRIO LYON	33,801	**35,930**	**35,945**	35,945	
162	METRO TOBALABA	30,730	31,331	31,331	31,331	
163	METRO SANTA ISABEL	33,866	34,686	34,686	34,686	
164	AVENIDA ITALIA	33,930	34,437	34,437	34,437	
165	METRO INES DE SUAREZ	31,111	31,975	31,975	31,975	
166	LAS VIOLETAS	32,066	33,111	33,111	33,111	
167	METRO CRISTOBAL COLON	31,512	31,485	31,485	31,485	
168	SAN IGNACIO EL BOSQUE	30,330	30,525	30,525	30,525	
169	BROWN NORTE	30,518	30,795	**30,795**	**30,700**	
466	DIEGO DE ALMAGRO	31,625	32,340	32,340	32,340	
467	DARIO URZUA	32,596	**33,757**	**33,801**	33,801	
610	EL BOSQUE	30,659	30,673	30,673	30,673	
622	COSTANERA CENTER	33,079	**35,025**	**35,032**	35,032	
698	BARCELONA	33,308	**33,796**	**33,900**	33,900	
707	METRO PEDRO DE VALDIVIA	32,602	32,678	32,678	32,678	
709	HOSPITAL METROPOLITANO	32,711	32,967	32,967	32,967	
711	CERRO SAN CRISTOBAL	31,999	31,999	31,999	31,999	
712	DIAGONAL ORIENTE	31,883	32,595	32,595	32,595	
714	ANDRES BELLO	32,585	**33,274**	**33,283**	33,283	
715	PADRE MARIANO	33,523	**34,063**	**34,128**	34,128	
716	PLAZUELA ROMAN DIAZ	32,469	33,285	33,285	33,285	
717	METRO MANUEL MONTT	33,106	33,688	33,688	33,688	
719	METRO CRISTOBAL COLON	30,951	31,172	31,172	31,172	
720	SAN IGNACIO EL BOSQUE	31,228	31,101	31,101	31,101	
721	BROWN NORTE	31,621	31,850	31,850	31,850	
768	EL BOSQUE	31,546	31,910	31,910	31,910	

Nota: **en negrita** se resaltan cambios en el valor de temperatura del aire entre los diferentes escenarios considerados.
Fuente: Elaboración Propia.

4.15.2.2 Confort Térmico Ambiental

Para el cálculo del confort térmico ambiental estival futuro de los espacios abiertos de la comuna, se utilizó el índice de calor *Humidex (WSE, 2009*), formulado por el Servicio Meteorológico del Ambiente de Canadá, calculado a partir de la siguiente fórmula:

$$HUMIDEX = T + \frac{5}{9} * (e - 10)$$

Donde,

T: temperatura atmosférica en °C. En este caso, se utilizó la temperatura máxima promedio de verano por zona ESTRAUS, obtenida del modelo de temperatura, descrito anteriormente en este documento.
e : es la presión de vapor (6,112 * 10 (7,5 * T / (T + 237,7) * (H/100).
H: Humedad relativa del aire. En este caso, se consideró la Humedad promedio y máxima a las 16:00 hrs, que coincide con el horario en el que se observa la T° máxima diaria.

Para la clasificación del índice se utilizó la propuesta de Bustos y Piccolo (2011) modificada por García (2019), que considera cuatro categorías, tal como se observa en la tabla N°4.15.2-4.

CUADRO Nº4.15-9: CATEGORÍAS HUMIDEX

Valores Humidex	Categoría
20 - 29	Confortable (C)
20 - 39	Algún disconfort (AD)
40 -45	Gran disconfort (GD)
más de 45	Peligro (P)

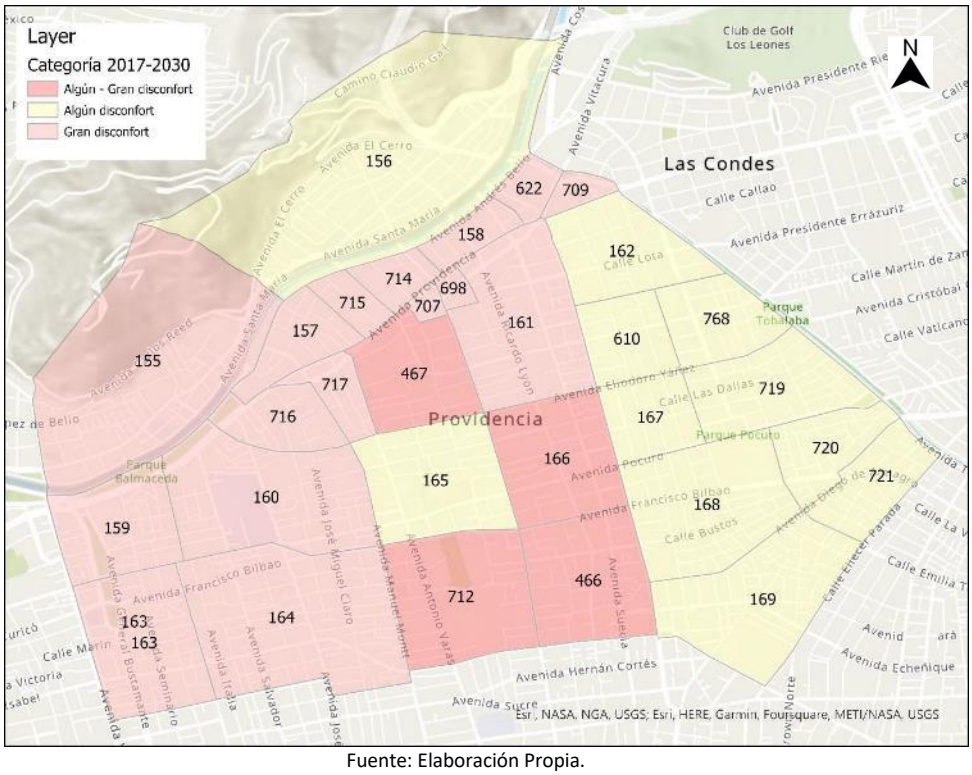
Fuente: Elaboración Propia.

Para el año 2017, el Humidex considerando la humedad relativa del aire promedio, oscila entre 30,3 y 33,9 en las zonas ESTRAUS, valores que se asocian a la categoría algún disconfort. Si se consideran los máximos valores observados para la H%, el valor del índice aumenta, superando en algunas zonas el valor 40, que se asocia a gran disconfort. En todas las zonas ESTRAUS de la comuna, aumenta el disconfort al año 2030.

Si bien la comodidad y bienestar depende del confort térmico percibido que corresponde a una dimensión subjetiva, que depende de la experiencia y expectativas climáticas de cada individuo, entre mayores sean los valores de disconfort, aumenta la probabilidad de que un mayor porcentaje de la población se sienta afectada, disminuyendo sus actividades en el espacio público, evitando aquellas áreas más expuestas al sol y desprovistas de sombra, y prefiriendo alternativas de transporte en reemplazo de la caminata, aun cuando sean distancias cortas.

Los valores oscilan entre 31-36,6 y 37,3 - 44,3, con humedad relativa promedio o máxima respectivamente.

FIGURA Nº 4.15-14: CONFORT TÉRMICO AMBIENTAL 2017 - 2030



Fuente: Elaboración Propia.

Como se observa en la figura anterior, entre 2017 y 2030:

- 12 zonas ESTRAUS mantienen su categoría de algún disconfort (156, 162, 165, 167,168, 169, 610, 711, 719,720,721 y 768), señaladas en amarillo en la cartografía.
- 4 cambian de algún disconfort a gran disconfort (166, 466, 467, 712)
- Las zonas restantes, pese al aumento en el valor del índice, mantienen su condición de gran disconfort.

4.15.2.3 Vegetación

La vegetación se evalúa a través del índice Vegetal de Diferencia Normalizada (NDVI) y para modelar el cambio esperado al año 2030, se construyó un modelo de regresión lineal con los datos promedio del índice para el año 2017, por zona ESTRAUS. El NDVI del año 2017, representa el promedio de la estación de verano (diciembre 2016 - febrero 2017) calculado a partir de las bandas roja e infrarroja cercana del satélite Sentinel, cuya resolución espacial es de 10 m.

El modelo escogido presenta un coeficiente de determinación (R2) de 0,507 e incluye el número total de hogares, los metros cuadrados de comercio y de habitación. El aumento en el número total de hogares y en la superficie de uso comercio significa una disminución en el valor del NDVI y, por el contrario, el aumento en la superficie (metros cuadrados) de uso habitacional, disminuye el índice, lo que podría deberse a que en una parte importante de la comuna corresponde a sectores con mayor presencia de vegetación, en calles, parques y plazas y patios particulares.

CUADRO Nº4.15-10: COEFICIENTES DEL MODELO DE REGRESIÓN LINEAL DE TEMPERATURA MÁXIMA DEL AIRE

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error	Beta		
1	(Constante)	31,999	0,016		17,168	0,000
	N° hogares	-0,00005	0,000	-1,113	-2,064	0,049
	m2 Comercio	-0,000001	0,000	-0,426	-3,253	0,003
	m2 Habitación	0,000001	0,000	1,562	2,893	0,007

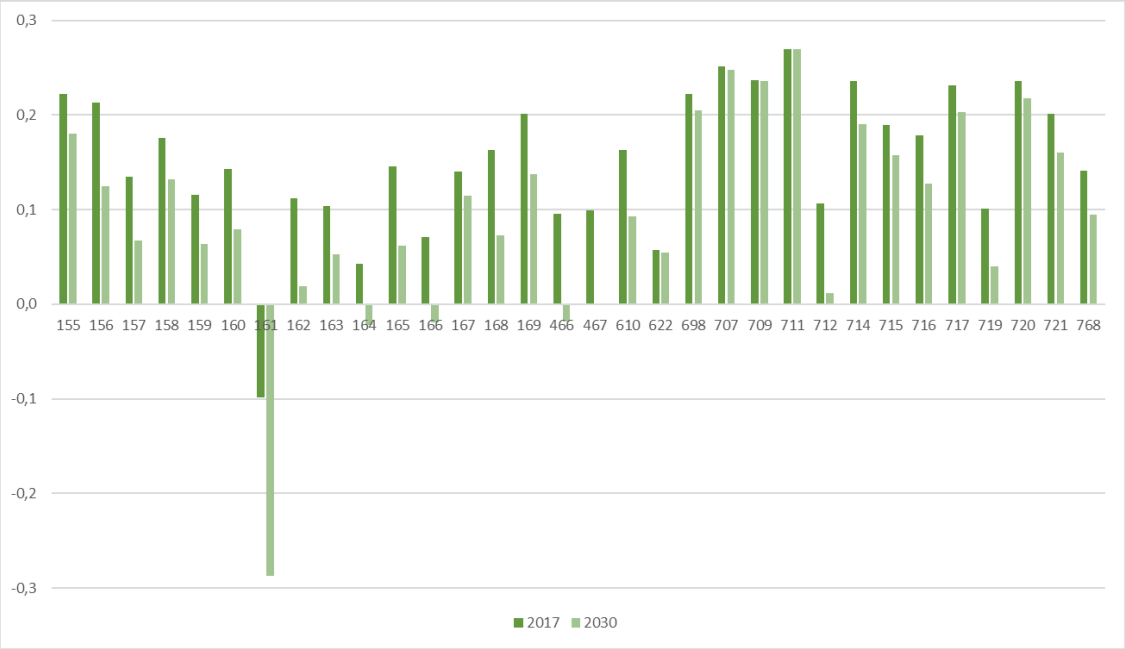
Variable dependiente: NDVI. Nota: R: ,746, R2: ,556 y R2 ajustado: ,507. Error estándar: 0,04263
Fuente: Elaboración Propia

Como es de esperar, los mayores valores promedio del NDVI se localizan en aquellas zonas cercanas al Cerro San Cristóbal y en las zonas ESTRAUS 716 (en el cuadrante Providencia, Alférez Real, Manuel Montt y Antonio Varas) y 720 (entre Diego de Almagro, Pocuro y Tobalaba).

Como se muestra la figura siguiente, en casi todas las zonas ESTRAUS se observa una disminución en el valor promedio del NDVI, con excepción de la zona 711, asociada al cerro San Cristóbal.

Los mayores cambios se observan en zonas del nor-oriente de la comuna, en áreas en que se aloja parte importante de la actividad comercial y de servicios de la comuna, como la zona 161 y 162, alrededor de los ejes de la calle Providencia, Los Leones, Pedro de Valdivia y Tobalaba, donde, además, las zonas habitacionales se caracterizan por una alta presencia de edificios.

FIGURA Nº 4.15-15: CAMBIO ÍNDICE NORMALIZADO DE VEGETACIÓN (NDVI) 2017-2030.



Fuente: Elaboración Propia

4.15.2.4 Ruido

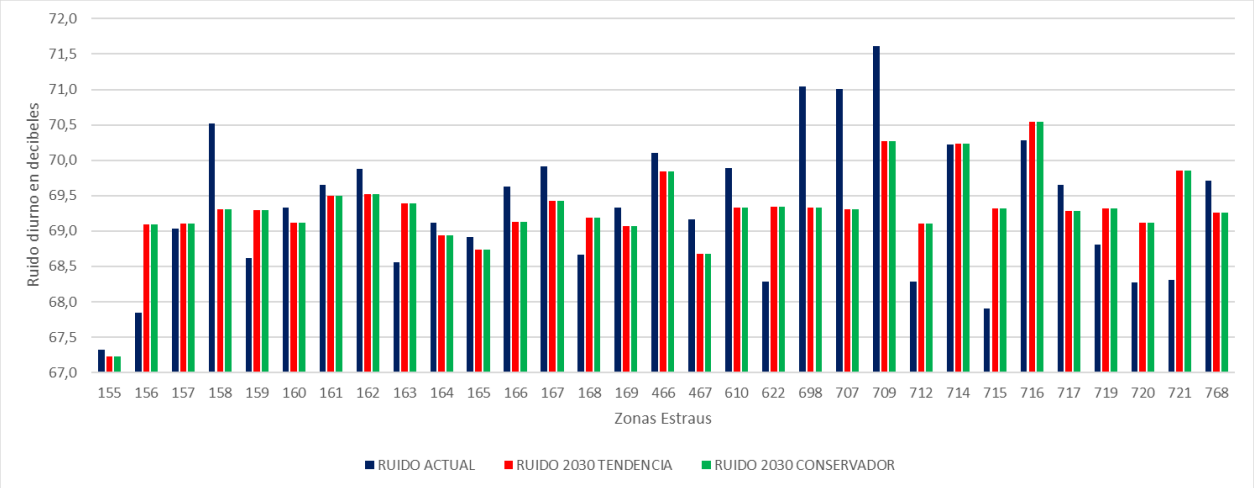
Para proyectar el ruido diurno del año 2016 al 2030 se han empleado los escenarios de este estudio, tanto de los hogares, matrículas y usos de suelo. Se parte del supuesto que el ruido depende de las actividades existentes en el territorio. Tal como se plantea en Raess et al. (2021) y diversos otros trabajos allí citados, derivar el ruido desde otros atributos urbanos es utilizado por su excelente desempeño y bajo costo, pues se aprovechan bases de datos realizadas para otros fines que son muy precisas. Además, en este trabajo se ha realizado a nivel de zonas ESTRAUS, por lo que el error es minimizado y los valores altos son atenuados.

En el modelo zonal se introdujeron todas las variables predictoras, y luego se fueron descartando en consideración de la colinealidad, contribución en la varianza explicada y significancia estadística individual.

En el gráfico de la figura siguiente, se aprecian zonas que proyectan disminuciones y aumentos del ruido ambiental. Las mayores disminuciones ocurren en las zonas 158, 698, 707 y 709, es decir, cercanas al eje de Providencia. Esto se debe principalmente por cambios de uso de suelo en uso educacional e industrial (aumento de esos usos disminuyen el ruido según los datos analizados) y matrículas de enseñanza media (relación positiva, es decir más matricula más ruido). En el informe 5 se espera incorporar los flujos vehiculares actuales y al 2030 para mejorar estos resultados. Los modelos se presentan en el anexo 21.2.

Respecto a aumentos esperados de ruido diurno, se proyectan para 156, 163 y 721, es decir, Nororiente (Cerro de San Cristóbal) suroriente (Eliecer Parada) y surponiente (Parque Bustamente). No hay diferencias entre los escenarios tendencial y conservador.

FIGURA Nº 4.15-16: CAMBIO DEL RUIDO DIURNO ACTUAL Y PROYECTADO PARA 2030 EN EL ESCENARIO CONSERVADOR Y TENDENCIAL.



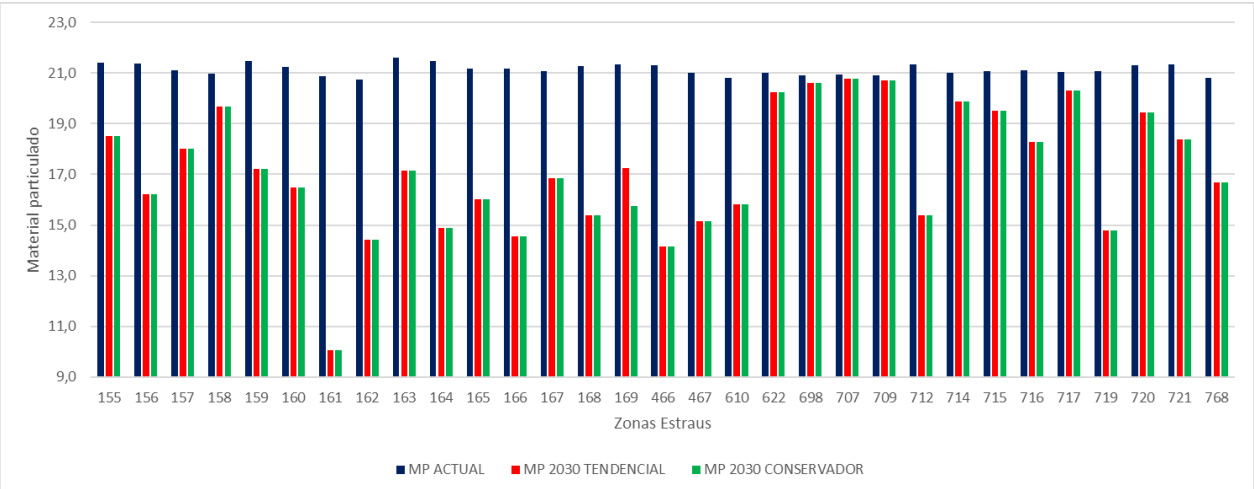
Fuente Elaboración Propia.

4.15.2.5 Contaminación

Considerando los contaminantes de material particulado (MP), Ozono troposférico (O3) y Dióxido de Nitrógeno (NO2, se elaboraron modelos de regresión para proyectar lo diagnosticado en la actualidad al 2030 en los escenarios conservador y tendencial de usos de suelo, hogares y matrículas.

En el caso del material particulado podemos señalar que no hay diferencias entre los escenarios, pero respecto a la línea de base se observan disminuciones en todas las zonas, siendo las más marcadas para la zona 161 (eje Ricardo Lyon). Sólo una zona difiere entre los escenarios tendencial y conservador (zona 169), donde el escenario conservador reduce levemente el material particulado. Estos cambios se deben a los usos de suelo. Aumento del material particulado se relacionó con aumento de industria. Los modelos se presentan en el anexo 21.2.

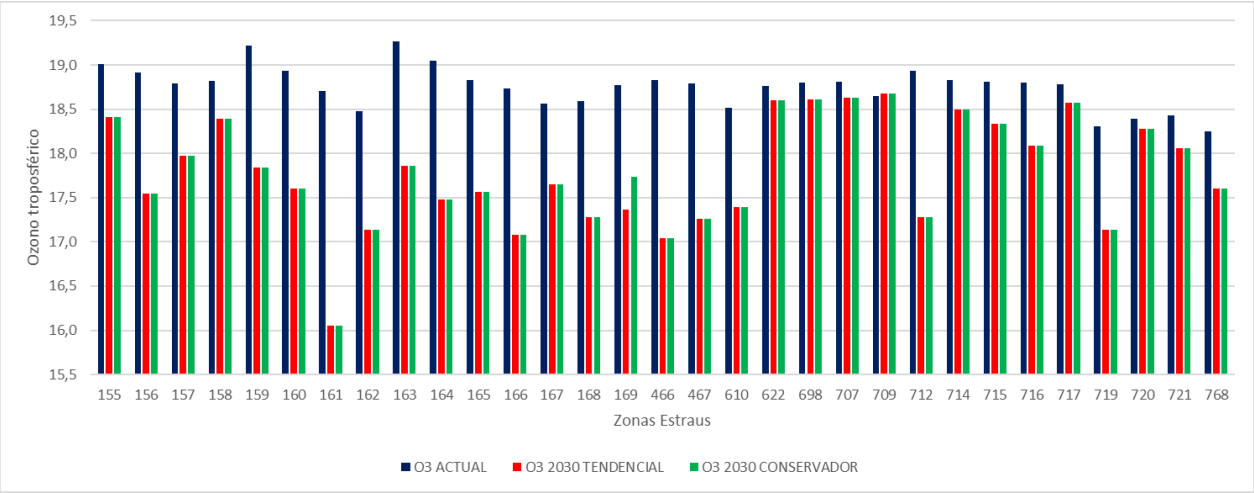
FIGURA Nº 4.15-17: CAMBIO DEL MATERIAL PARTICULADO ACTUAL Y PROYECTADO PARA 2030 EN EL ESCENARIO CONSERVADOR Y TENDENCIAL



Fuente: Elaboración Propia.

En el caso del ozono troposférico se reducen sus concentraciones en ambos escenarios, siendo mayor el cambio en zonas 161, 163, 466, 467 y 712. Nuevamente, la única zona que posee escenarios distintos al 2030 es la zona 169. En el caso del ozono, es la industria y las matrículas las que inciden en su aumento según nuestros resultados. Los modelos se presentan en el anexo 21.2.

FIGURA Nº 4.15-18: CAMBIO DEL OZONO TROPOSFÉRICO ACTUAL Y PROYECTADO PARA 2030 EN EL ESCENARIO CONSERVADOR Y TENDENCIAL

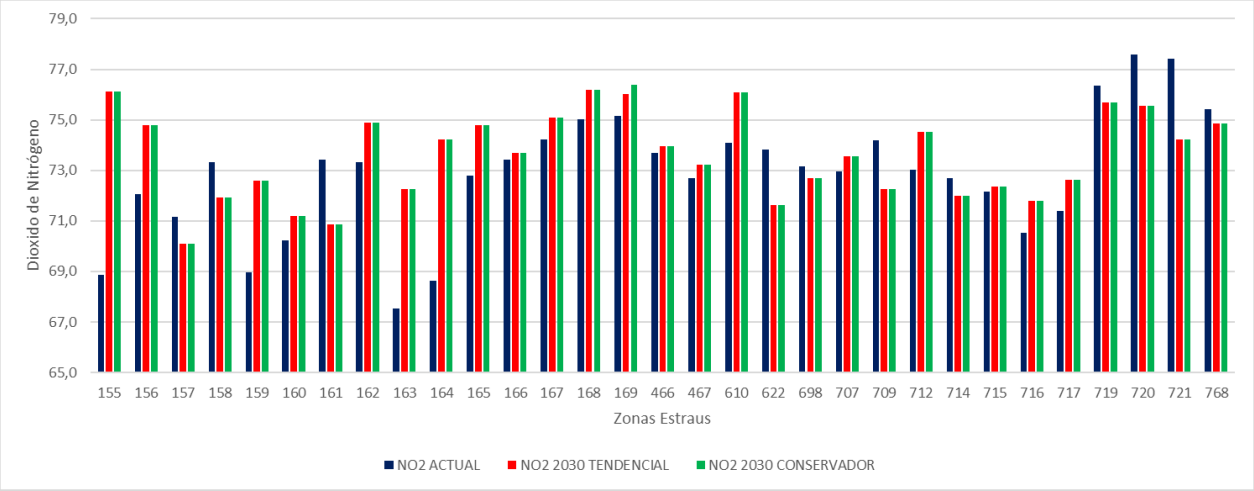


Fuente: Elaboración Propia.

En contraste con el ozono y material particulado que disminuyen en los escenarios 2030, el dióxido de nitrógeno se proyecta al incremento en varias zonas. Creemos que este resultado es el menos plausible, pues la electrovilidad debería implicar una caída drástica de este contaminante. Así que podemos suponer a este escenario como la peor situación de mantener vehículos de combustión interna y de uso de combustibles fósiles.

La zona más preocupante es la zona 155 al norponiente de la comuna, es decir, cercana al centro de la ciudad. Mientras que las zonas del suroriente, eje Tobalaba, muestran reducciones de este contaminante (719, 720 y 721). Aquí infuyen usos de suelo y matriculas. En particular, auemnto de metros cuadrados en viviendas y uso educacional aumenta este contaminante según nuestros resultados. Los modelos se presentan en el anexo 21.2.

FIGURA Nº 4.15-19: CAMBIO DEL DIÓXIDO DE NITRÓGENO ACTUAL Y PROYECTADO PARA 2030 EN EL ESCENARIO CONSERVADOR Y TENDENCIAL



Fuente: Elaboración Propia.

4.15.2.6 Emisiones

Respecto a CO_2, y tal como se señaló en el informe 2, Providencia es una de las comunas que menos emite este contaminante de efecto invernadero, ocupando el 6° lugar en CO_2 que contribuye a la atmósfera en la Región Metropolitana según los datos del Ministerio de Medio Ambiente en el RETC (Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes). No obstante, al desglosar las emisiones por sectores tenemos que los usos no residencialesy los residentes son los que más emiten CO2 en la comuna, con un 59% y 39% respectivamente.

CUADRO Nº4.15-11: EMISIONES DE CO2 (TONELADAS) SEGÚN SECTOR MUNICIPAL, PRIVADO Y RESIDENCIAL PARA PROVIDENCIA EN 2016.

Emisiones	Gas licuado de petróleo	Gas natural	Electricidad	Total	Contribución
Municipal	35	1.191	8.512	9.738	3%
Privado	11.378	28.074	182.193	221.645	59%
Residencial	10.861	49.781	84.966	145.608	39%

Fuente: Elaboración Propia en base a datos de la Municipalidad de Providencia, 2016.

4.16 Tarea 30. Diagnóstico Integrado de Variables

En esta tarea se realiza un diagnóstico resumen global, integrando las principales variables o las más relevantes identificas por área, en los análisis desarrollados en forma independiente en las tareas anteriores de este documento.

4.16.1 Espacio Urbano versus Movilidad

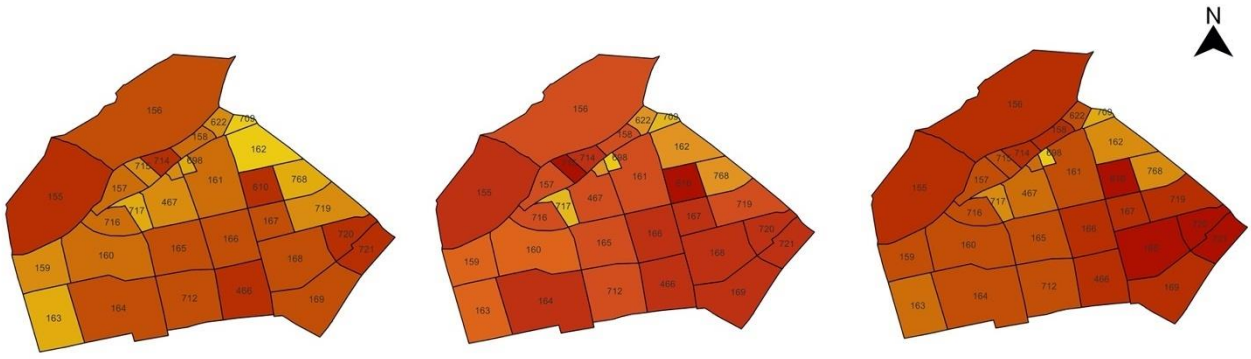
Se proponen básicamente 2 relaciones centrales desde la mirada urbana y de movilidad sustentable.

La primera de ellas es la relación entre el aumento de los viajes motorizados / saturación por zona, comparados con la oferta de cobertura red de ciclovías (Índice de Accesibilidad). En otras palabras, se busca contrastar los índices de accesibilidad a la red de ciclovías con los aumentos de saturación vial, lo que nos pueden dar luces de dónde existe mayor potencial de trasladar viajes de modo (auto a bicicleta), al menos desde el punto de vista de la oferta. Luego, ello debería ser cruzado con el tipo de demanda en el sentido de la longitud de esos viajes, cuestión que ya se abordó en capítulos anteriores de este mismo informe. La presencia de bajos índices de accesibilidad a ciclovías en presencia de grandes aumentos de saturación vial permitirá identificar sectores o puntos críticos a resolver con nuevas propuestas de movilidad.

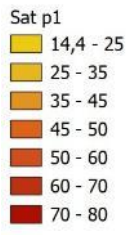
Cabe señalar que las saturaciones por zona que se presentan a continuación son una aproximación instrumental para poder homologar la unidad de comparación con las variables urbanas. Recordemos que las saturaciones se calculan a nivel de arcos. En este caso se han ponderado los flujos y largos de cada arco para poder llegar a un promedio ponderado al interior de la zona.

FIGURA Nº 4.16-1: GRADO DE SATURACIÓN / PUNTA MAÑANA POR ZONA ESTRAUS

Base 2021 E.1 2030 E.2 2030



Fuente: Elaboración propia, 2022



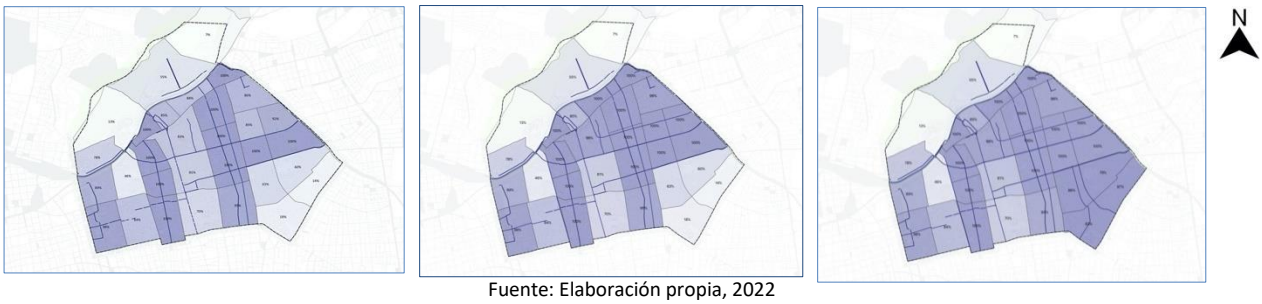
El progresivo aumento de la saturación de la red se observa en toda la comuna, sin embargo se observa con mayor intensidad para las Zonas ESTRAUS del sector sur y sur oriente (el Aguilucho y alrededores, zonas 169, 168, 720 y 721), especialmente al norte del barrio El Aguilucho (168 y 720).

Por otra parte son justamente esas zonas las que en un promedio ponderado presentan saturaciones en torno al 80% que implican que su capacidad está copada.

Sin embargo, lo descrito se ve aparejado con un aumento relevante de la oferta de accesibilidad a la red ciclovías, tal como se muestra en las figuras que siguen, siendo incremental el escenario de oferta del E.1 al E.2.

FIGURA Nº 4.16-2: ÍNDICE DE ACCESIBILIDAD RED DE CICLOVÍA

Base 2021 E.1 2030 E.2 2030

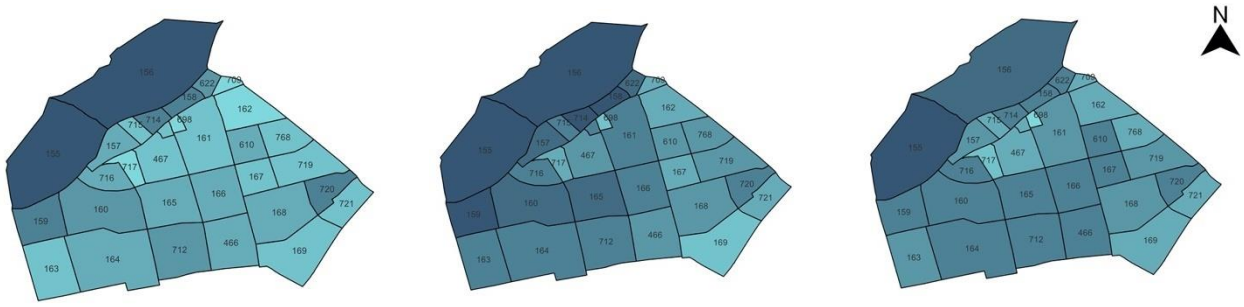


Fuente: Elaboración propia, 2022

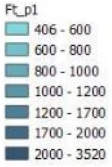
Lo anterior hace pensar que los niveles de congestión / saturación podrían ser aminorados con una estrategia inteligente para la captura de viajes hacia el modo bicicleta, ya que la oferta de movilidad sustentable ya está en el lugar. La posibilidad de modificar la partición modal de la demanda de viajes es cierta. Tenemos aumentos de Accesibilidad a Red Ciclovías de un 18% a más de un 80% en estas zonas sur/suroriente (o sea casi de 400%). Si comparamos éstos últimos con los aumentos nominales de saturación, vemos que pasamos de la BASE con saturación del rango de 50-60% al rango 70-80%, lo cual como se indicó más arriba, representa que la red está prácticamente copada en su capacidad, y que los flujos aumentaron en forma importante y que eventualmente podrían detectarse bajas de velocidad.

FIGURA Nº 4.16-3: FLUJOS TOTALES VEQ/H PARA PUNTA MAÑANA

Base 2021 E.1 2030 E.2 2030



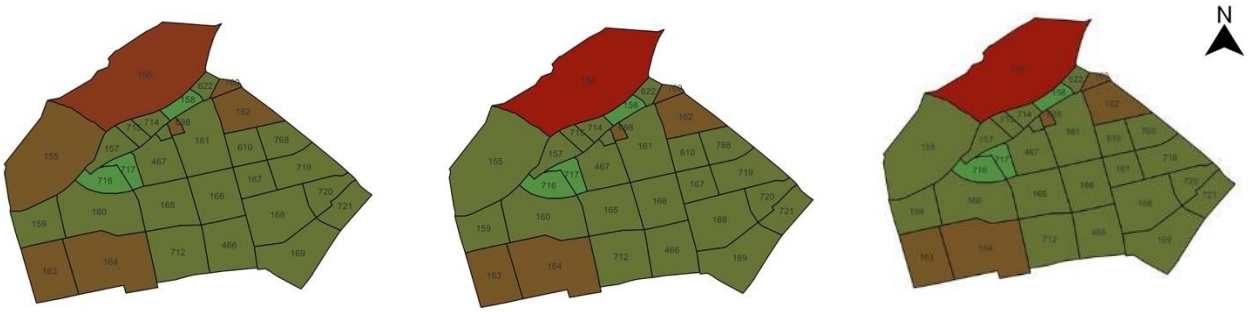
Fuente: Elaboración propia, 2022



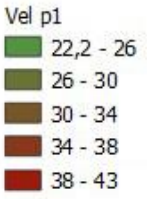
Los flujos totales asignados a nivel de Zona muestras un aumento generalizado abarcando todas las zonas. La Base muestra 4 zonas con un rango 406 – 600 veq/h promedio y solo 1 en ese rango para Escenario 2 /2030. Por otra parte las zonas en los 2 rangos superiores de flujos pasan de 4 a 12, se triplican. En el caso del sector Aguilucho y alrededores las zonas 168, 169, 721 presentan aumentos sostenidos en los flujos del orden de un 30%.

FIGURA Nº 4.16-4: VELOCIDAD PROMEDIO PONDERADA EN KM/H / PUNTA MAÑANA

Base 2021 E.1 2030 E.2 2030



Fuente: Elaboración propia, 2022



En general las velocidades promedio ponderadas por zona se mantienen, solo verificándose una disminución en el sector Bellavista y un aumento en el sector Pedro de Valdivia Norte.

El segundo cruce entre variables es verificar la correlación entre el aumento del grado de consolidación de la zona con el aumento de flujo vehicular total que muestra la red. Esta correlación nos permitirá establecer si existe efectivamente correlación directa entre un aumento de consolidación de la zona (mayor implementación de desarrollo en ese período o mayor cantidad de metros cuadrados incorporados) con las condiciones de congestión en dicha zona (aumento flujo total en veq/h). En esta oportunidad compararemos la base 2021 con el E.2 – 2030.

En otras palabras podremos establecer en función de la correlación las causas de la saturación en dicha zona son más bien endógenas o exógenas (recordemos que modelo ESTRAUS es un modelo Metropolitano, y por lo tanto considera los viajes de toda la ciudad).

De la lectura de la tabla siguiente surgen como relevantes dos casos especiales, las zonas 155 y 156, que corresponden a los sectores de Barrio Bellavista y Barrio Pedro de Valdivia Norte respectivamente, los cuales muestran un importante cambio en su grado de consolidación, sin embargo los flujos prácticamente no varían. Su condición de relativo aislamiento al costado norte del río Mapocho, la conexión con autopistas tarificadas (Costanera Norte, Túnel y AVO) y la presencia muy relevante de flujos de paso, podrían ser los factores que hacer comportarse estas 2 zonas en forma atípica.

Para el resto de las zonas ESTRAUS vemos que existe una correlación bastante estrecha entre los aumentos de grado de consolidación y los aumentos de los flujos vehiculares dentro de la misma zona analizada. La mediana (excluidas las zonas 155 y 156) sitúa esa relación en que por cada punto de aumento en grado de consolidación, tenemos un aumento de 1,2 puntos en los flujos totales. El promedio para la misma correlación (también excluyendo las zonas 155 y 156) estaría en 1,4. Por otra parte, las zonas que presentan una baja de consolidación en la Situación Base, son algunas donde vemos aumentos más explosivos de flujos.

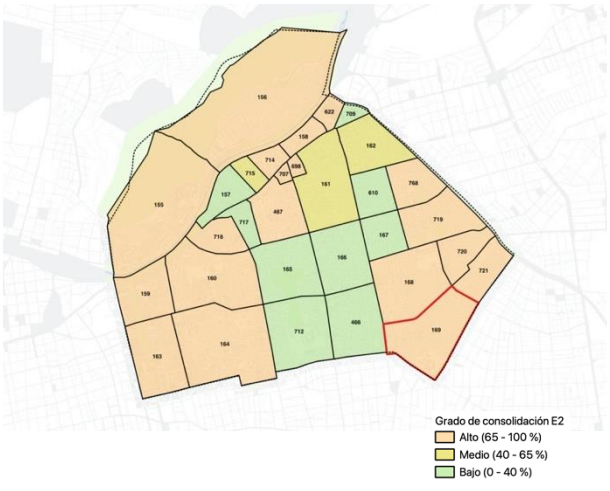
CUADRO Nº4.16-1: CORRELACIÓN ENTRE AUMENTO DEL GRADO DE CONSOLIDACIÓN VERSUS AUMENTO FLUJOS TOTALES VEQ/H PARA PUNTA MAÑANA

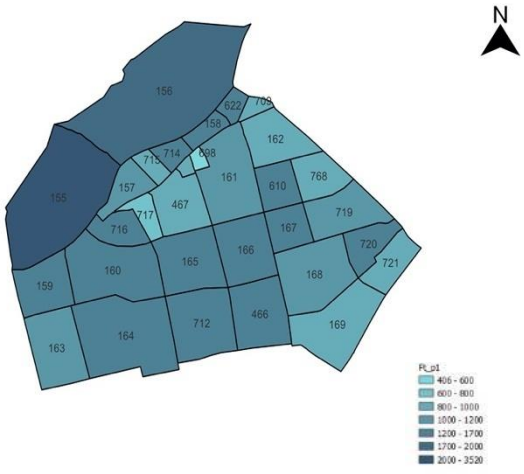
	Grado Consolidación		Flujo Total	
ZONA	delta BASE - E2 (%)	correlación	delta BASE - E2 (%)	ZONA
155	134%	0,1	102%	155
156	173%	-0,1	96%	156
157	139%	0,9	135%	157
158	182%	0,3	122%	158
159	128%	0,9	125%	159
160	133%	0,9	131%	160
161	131%	1,3	140%	161
162	145%	1,4	162%	162
163	128%	1,6	146%	163
164	119%	2,2	142%	164
165	123%	2,2	150%	165
166	127%	1,8	148%	166
167	114%	4,6	164%	167
168	158%	0,7	140%	168
169	147%	0,8	136%	169
466	121%	1,8	137%	466
467	131%	0,6	118%	467
610	137%	1,2	145%	610
622	164%	0,4	128%	622
698	136%	0,7	124%	698
707	141%	1,0	139%	707
709	109%	7,3	166%	709
712	126%	1,4	134%	712
714	219%	0,1	109%	714
715	126%	0,5	113%	715
716	130%	1,7	151%	716
717	148%	1,6	178%	717
719	121%	2,4	151%	719
720	140%	0,6	124%	720
721	135%	0,7	126%	721
768	125%	2,2	156%	768

Fuente: Elaboración propia, 2022

FIGURA Nº 4.16-5: GRADO DE CONSOLIDACIÓN VERSUS FLUJOS TOTALES / ESC 2. 2030

Grado de Consolidación (%) Flujos Totales (veq/h)



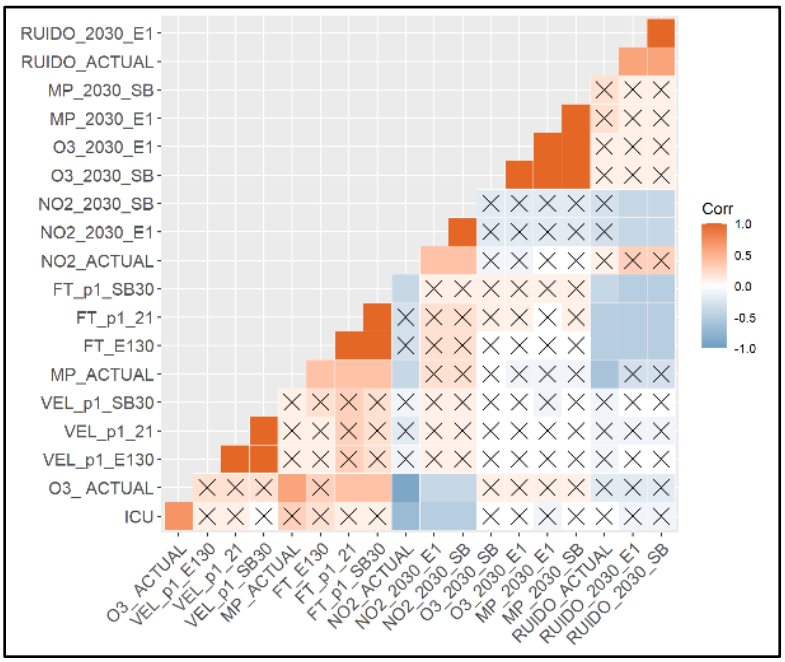


4.16.2 Variable Ambientales (Clima y Riesgos) versus Movilidad

Desde el punto de vista de riesgos, los aumentos de flujos totales previstos en los escenarios implicaran mayores problemas en las zonas inundables identificadas en este estudio, así como también mayor ruido ambiental si no se toman los resguardos asociados a mejoramiento de carpetas y cambio de vehículos a combustión interna a eléctricos. La Figura siguiente muestra las correlaciones de carácter significativo a nivel de zona ESTRAUS. Se aprecia que ruido se relaciona negativamente con los flujos totales por zonas.

No obstante, las velocidades medias en hora punta mañana no tienen relaciones estadísticamente significativas con contaminación y ruido. Hay a escala de zona ESTRAUS una relación de isla de calor (ICU) con contaminación por ozono, y de modo negativo con Dióxido de Nitrógeno (NO_2). En resumen, sólo el ruido posee una integración con los flujos de totales a nivel de zona ESTRAUS.

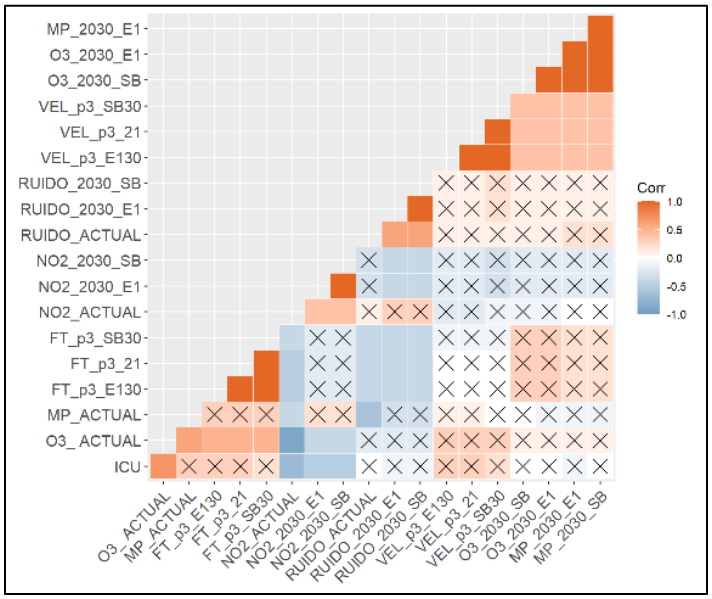
FIGURA Nº 4.16-6: CORRELACIONES ENTRE VARIABLES CLIMÁTICAS Y CONTAMINACIÓN CON LOS FLUJOS TOTALES (FT) Y VELOCIDADES (VEL) DE HORA PUNTA MAÑANA (P1) PARA SITUACIÓN ACTUAL Y ESCENARIOS 1 Y 2



Fuente: Elaboración Propia.

Al cambiar las correlaciones a hora punta tarde (P3) en la Figura siguiente observamos que la situación es muy similar, es decir, nuevamente el ruido se relaciona de modo negativo con los flujos totales. No obstante, esta vez, en hora punta tarde las correlaciones entre contaminación por material particulado (MP) y ozono (O3) son moderadamente positivas, pero estadísticamente significativas.

FIGURA Nº 4.16-7: CORRELACIONES ENTRE VARIABLES CLIMÁTICAS Y CONTAMINACIÓN CON LOS FLUJOS TOTALES (FT) Y VELOCIDADES (VEL) DE HORA PUNTA TARDE (P3) PARA SITUACIÓN ACTUAL Y ESCENARIOS 1 Y 2



Fuente: Elaboración Propia.

En el informe 5 se realizarán ecuaciones que relaciones contaminantes y variables ambientales con los flujos vehiculares, justamente para proponer medidas que mitiguen los efectos adversos para las personas. En ese sentido, se harán recomendaciones que dialoguen con los distintos instrumentos ambientales de Providencia, es decir, el plan local de cambio climático, y las estrategias hídrica y energética local.

4.16.3 Infraestructura y Operación por Modo de Viaje versus Movilidad

Tal como se mencionó en los diagnósticos de Infraestructura y de modos de transporte Motorizados y no Motorizados, los escenarios analizados al año 2030 indican ciertas carencias de infraestructura y operación para algunos modos de transporte, que repercuten en la movilidad de la comuna, las cuales se resumen a continuación:

- **Infraestructura para Viajes de Transporte Público en Modo Bus**

  Se cuenta en la actualidad con un **Diseño de Servicios de Buses no compatible** con la gran cantidad de líneas de Metro que circularán en el mediano y largo plazo en el eje Providencia[45]. El diseño actual de buses del sistema RED en la comuna de Providencia debe ser actualizado de acuerdo a esta nueva oferta de Metro, privilegiando la intermodalidad y no la competitividad con los trazados de Metro.

  Por otro lado se requiere un aumento de la infraestructura para el transporte público de buses, reflejada en proyectos de **Corredores de Buses o Pistas Solo Bus** al centro y sur oriente de la comuna, identificados como los sectores con carencias de servicios y donde se producirán los mayores crecimientos de los viajes en auto.

  Los viajes de transporte público en bus van a la baja en todo el país, estos proyectos sustentables requeridos para buses al menos mantendrían su partición modal y evitaran el crecimiento tan alto del automóvil de los últimos años

[45] Se denomina así al eje formado por las avenidas Providencia y Nueva Providencia

- **Infraestructura para viajes de Modo Bicicleta**

  Como se dijo anteriormente en los diagnósticos donde se analizó este modo, sin bien no es un modo competitivo al auto en la actualidad, si ayudará a paliar en el futuro el crecimiento tendencial que este modo ha experimentado en los últimos años. Al respecto, la cantidad de kilómetros de ciclovías que se propongan y su ubicación requieren de mucho análisis.

  La creación de una **Red Integrada de ciclovias** resulta fundamental, para que este modo tome mayor partición modal a la actual. Por lo tanto se requiere **"zurcir**" las ciclovías del año 2030 previstas con nuevas propuestas de ciclovías de longitudes más cortas, de manera que todas juntas formen la red integrada requerida, que privilegie la seguridad de los ciclistas y la convivencia vial con los usuarios de los distintos modos motorizados. En particular, en base a los flujos medidos y el análisis de la vialidad actual y propuesta, se identifican deficiencias en el sentido oriente – poniente, que debería aumentar su cobertura para generar continuidad.

- **Infraestructura para viajes del Modo Caminata**

  Si bien la municipalidad propone un conjunto importante de proyectos de caminabilidad y gestión integral, resultan insuficientes medidos en términos del crecimiento porcentual de la superficie caminable de la comuna respecto al crecimiento porcentual esperado de la demanda vehicular para los próximos años.

  Luego, los viajes en caminata, además de los en bicicletas, junto a la mantención en lo posible de la partición modal de viajes en bus y sumado al aumento esperado de viajes en Metro al existir mayor oferta de este servicio; resultan vitales, para paliar todos en conjunto el alto crecimiento tendencial de los viajes en auto.

  Por esta razón se debe propiciar el **aumento de calles vivas y paseos peatonales** en vías que carguen o den conectividad caminando al eje Providencia. Junto a lo anterior, en los proyectos de caminabilidad propuestos no se debe restringir el aumento de anchos de veredas a 2,5 mt, sino restringir el ancho y número de pistas vehiculares en estas vías, de manera de facilitar la circulación peatonal.

  También es importante aprovechar la instancia de construcción de las estaciones de las nuevas líneas de Metro L7 y L8, para proveer **obras de intermodalidad** que se traduzcan en un aumento de las superficies de veredas peatonales en torno a estas estaciones y andenes para estacionamientos de corta estadía de buses y taxis colectivos.

  La literatura ha demostrado que **disminuir la capacidad vial para los vehículos livianos** es la mejor opción para combatir el aumento de la demanda de viajes en este modo. Un aumento importante del tiempo de viaje hace pensar en el uso de otros modos sustentables para viajar, los cuales deben contar eso si con una buena oferta de servicios y condiciones para operar.

- **Infraestructura y Normativa para viajes de Transporte de Carga Delivery**

  Esta variante del transporte de carga, muy necesaria en los últimos tiempos por la Pandemia y otras cualidades de la población actual que los utiliza, se requiere mejorarlo con normativa y regulación y no pensar en su eliminación.

  Para esto, de no existir pronto una normativa de Ley a nivel país, en el corto plazo se requiere, a través de instrumentos normativos municipales vigentes, fijar las condiciones que deben operar los choferes de este sistema. Junto a lo anterior, la municipalidad en conjunto con las empresas

de alimentos u otros rubros que utilizan este sistema de reparto, deben proveer zonas de **estacionamientos controlados y que cuenten con un equipamiento mínimo** para estos servicios.

Estos estacionamientos no necesariamente deben estar ubicados en el eje Providencia, sino que deben contar con un sistema logístico adecuado de acercamiento a los productos a repartir, que permita no formar congestión de motos y en las veredas y calzadas de la principal avenida de la comuna.

La municipalidad debe impedir controlar el no uso de veredas en el Eje Providencia por este modo.

4.17 Tarea 31. Determinación de Puntos Críticos y Propuestas de Proyectos

Considerando los diagnósticos específicos realizados a cada modo de transporte, el diagnóstico urbano, el diagnostico de clima y riesgo y el diagnóstico integrado de la Tarea 30 anterior, en esta tarea se identifican los puntos críticos de la comuna y se proponen mejoras a analizar en la Etapa 5 del estudio, como parte de los escenarios de Oferta y Demanda Optimista.

Esto abarca nuevos proyectos de infraestructura, transporte público, modos motorizados y no motorizados, gestión y operación vial, normativa urbana y ambiental, que pretenden paliar las externalidades que producen específicamente los modos de transporte privado.

Las propuestas son enfocadas con temporalidad; sin embargo, no todas son posibles de analizar cuantitativamente como parte de las herramientas de modelación construidas en este estudio, pero si serán analizadas cualitativamente y desarrolladas en detalle en la siguiente etapa del estudio.

Algunas de las medidas de transporte público deben ser analizadas a nivel metropolitano, por DTPM o Sectra-MTT, con modelos de asignación de pasajeros de transporte público como ARTP_RC, que dispone el modelo estratégico de Santiago ESTRAUS.

4.17.1 Nuevas Facilidades al Modo Bus de Transporte Público

Los análisis realizados indican carencias en el sector sur oriente de la comuna, para lo cual se requiere la implementación de un **rediseño de servicios de buses en la comuna** a definir por el sistema RED. Esta es una medida de corto plazo y debiera ser compatible con el calendario de la nueva licitación de buses del sistema RED.

Del punto de vista de la infraestructura, se propone un **Corredor de Transporte Público en el eje Bilbao**, como medida de mediano plazo. Al contar los ejes Alameda-Providencia e Irarrázaval-Larraín con líneas de Metro, el eje Bilbao asoma como una muy buena opción para un proyecto de transporte masivo en el sector, más enfocado al usuario de buses, que con la electromovilidad esperada de estos vehículos, disminuiría la emisión de contaminantes y fomentaría el uso de un modo sustentable por parte de los vecinos de las comunas de Providencia, Las Condes y La Reina. El eje Bilbao cuenta con espacio, a costa de eliminar pistas para los autos, lo cual apunta en la dirección correcta para disminuir la partición modal del auto. Este proyecto es más económico que una nueva línea de Metro, se ajusta mejor a la demanda de transporte público del sector, más rápido de construir y favorece al modo bus que debe mejorar o al menos seguir manteniendo la partición modal en la comuna.

También la generación de nuevas vías con **Pistas solo bus** en el sentido oriente poniente, aparecen como muy necesarias a la luz de los diagnósticos realizados en las tareas anteriores. En este contexto, se proponen pistas exclusivas de buses en el eje **Eliodoro Yáñez en el sentido Oriente Poniente y Carlos Antúnez y Pocuro en el sentido Poniente a Oriente.** Estas medidas también son de corto plazo.

4.17.2 Aumento de Facilidades al Modo Caminata

Otro punto crítico identificado, es la insuficiencia de aumentos de las superficies de veradas caminables para los peatones. Se deben aumentar los proyectos de caminabilidad en la línea del estudio 8/80 de la comuna.

Dada la estrechez de las veredas en algunos sectores del eje Providencia, se proponen al menos mejoras considerables entorno las estaciones de las nuevas líneas 7 y 8 del Metro en eje Providencia y su entorno en el sector de los Leones. Al respecto, se propone un **proyecto de intermodalidad integrado en el sector de Los Leones**, con la participación de Metro, municipalidad de Providencia, DTPM, UOCT, Sectra etc.

También se proponen el **aumento de calles vivas y paseos peatonales**. En el diagnóstico de infraestructura peatonal realizado, se identificaron calles como Marchant Pereira, Guardia Vieja y Diego Velásquez como las más requeridas que se compatibilizan además con los proyectos de Metro del sector.

4.17.3 Aumento y Localización de Facilidades para el Modo Bicicleta

De los análisis realizados de este modo y todo su potencial, es posible identificar las siguientes medidas de corto plazo para potenciarlo:

- **Aumento del número de Ciclovias**

  Se sugiere evaluar la implementación de ciclovías en las siguientes vías: **Los Conquistadores, Av. Francisco Bilbao, Av. Providencia, Dr. Lautaro Ferrer, Rancagua, Alférez Real y Av. El Bosque.** Se debe analizar qué tipo de infraestructura es necesaria (ciclovía demarcada, ciclovía segregada en calzada, ciclovía segregada en pista propia, etc.) considerando la disponibilidad de espacio para el diseño de la misma.

  La nueva infraestructura ciclista en el barrio El Aguilucho, apunta a la captura de una demanda de viajes latentes, que en la actualidad no está consolidada y se espera que estas ciclovías sean usadas no solo por los habitantes del barrio, sino que también por los ciclistas de Ñuñoa y el sur de Santiago.

- **Implementar nuevas ciclo recreovías,** con zonas de descanso para ciclistas (asientos y agua) y zonas de reparación de bicicletas para potenciar el uso de bicicleta con este propósito recreativo.

- **Fomentar el uso de la bicicleta y scooter**

  Ambas acciones se pueden lograr con medidas similares, como:

  - Aumentar la oferta de estacionamientos de bicicletas
  - Crear programas de educación de bicicletas: informar a las personas sobre el buen uso de la bicicleta y como se puede adaptar para ser usada en la cotidianeidad (incorporar cestas, bolsos, etc.)
  - Facilitar la compra de bicicletas, dado que se determinó que, a pesar de haber bicicletas públicas disponibles en Providencia, la gente prefiere usar bicicletas propias.
  - Mejorar la seguridad para los ciclistas (incorporar mayores señaléticas, demarcaciones, infraestructura, etc.)

- **Diseño de ciclovías con medidas de seguridad para scooters**

  Dado que los scooters alcanzan velocidades mayores que las bicicletas, el grado de accidentabilidad aumenta tanto para los conductores de este ciclo y también para los peatones con los que interactúan. Luego, surge la necesidad de implementar medidas de seguridad en el diseño de la infraestructura ciclista, que ayudaría tanto a los usuarios de scooters como a ciclistas y peatones.

4.17.4 Medidas para el Modo de Transporte de Carga Delivery

Dados los análisis y diagnósticos realizado de este modo de transporte de carga en las tareas anteriores, se propone en el corto plazo generar una zona de estacionamientos controlada o "**Terminal piloto de Delivery"**, cercano a la calle Bucarest, donde se concentra la mayor demanda actual del modo. Este proyecto piloto deberá contar con el equipamiento necesario (baños, cafetería, etc.) y con el control y logística requerida para su buen funcionamiento. Debiera existir un **operador del terminal piloto** con mandato municipal.

Otra medida urgente de corto plazo es la **fiscalización de deliverys en ciclovías y veredas comunales**, identificando a todos aquellos vehículos que están fuera de norma, por ejemplo, sin patente o ciclos con motores "mosquito", requisando dichos vehículos.

Finalmente, como medida de mediano plazo, se deben coordinar **campañas de información y fiscalización** en torno a la nueva infraestructura para que su nivel de servicio no se vea degradado producto de las detenciones y el mal uso de los vehículos de reparto. Esto cobra vital importancia en el barrio El Aguilucho, donde ya existen restaurants y otros centros de abastecimiento que verán ampliada su demanda cuando se implementen las modificaciones del Plan Regulador Comunal.

4.18 Tarea 32. Entrega Informe de Avance - Etapa 4

Al terminar la Etapa 4 se entregó el informe de avance correspondiente y se realizó una reunión para resumir los principales resultados del trabajo.

5 Etapa 5: Proposición y Evaluación de Proyectos y Entrega Final

5.1 Tarea 33. Propuesta y Selección de Proyectos

En esta tarea se presentan los ajustes de los escenarios de demanda y oferta optimistas. En primer lugar a nivel del escenario Optimista de demanda, se realizan ajustes del uso de suelo de sector salud en algunas zonas de la comuna y por ende nuevas predicciones de viajes. A nivel del escenario de oferta de proyectos, se generan también ajustes al Plan 2 optimista, incorporando las propuestas surgidas de parte del consultor producto de los análisis de las Etapas anteriores del estudio y nuevas propuestas de proyectos indicadas y sugeridas por parte de la municipalidad.

5.1.1 Ajuste Escenario de Demanda Optimista

La construcción de escenarios es, básicamente, una simulación de la distribución esperada para cada una de las variables proyectadas al horizonte de tiempo propuesto, en este caso los usos de suelo al año 2030. Tal como se ha señalado en informes anteriores, en el presente estudio el escenario de demanda optimista es el tercero de una secuencia que va incorporando magnitudes mayores en las estimaciones del crecimiento de los usos del suelo para cada corte temporal, como consecuencia de modificaciones en la normativa del Plan Regulador Comunal o de los proyectos que se estiman ejecutados a esa fecha. Cabe observar, en ese sentido, que un escenario no es estrictamente una proyección, sino un ejercicio que permite adelantar los impactos resultantes de un conjunto de supuestos adoptados.

El Escenario de Demanda Optimista ajustado, que se reporta en este punto agrega a los escenarios reportados en las etapas anteriores del estudio, las modificaciones incluidas en la Modificación N° 8del PRCP, relativas a las zonas de Equipamiento Metropolitano o Intercomunal (ZEMoI) de salud de la comuna.

Recordemos que la Modificación N°7 del PRCP considera básicamente lo siguiente:

Proponer parámetros normativos y tipologías edificatorias adecuadas para el barrio El Aguilucho, de manera de impulsar un proceso de regeneración urbana en el sector;

El incremento de usos de suelo correspondiente al sector El Aguilucho, se concentra básicamente en los usos residenciales, el que fue estimado e incorporado en las cifras correspondientes del Escenario 2 Conservador.

Por su parte, la Modificación N°8del PRCP considera básicamente lo siguiente:

Modificar la normativa de los predios ZEMoI de salud, de manera de dar cabida a las necesidades de crecimiento de la infraestructura hospitalaria comunal, tomando en cuenta las características específicas del entorno urbano en que se insertan

El ajuste del Escenario 3 Optimista que se expone a continuación, incorpora correcciones a la magnitud de los usos de suelo en servicios de la Modificación N°8, resultante de los proyectos de infraestructura hospitalaria en ejecución o proyectados.

La fuente de información respecto a los proyectos de infraestructura hospitalaria fue la que entregó al municipio el Servicio de Salud Metropolitano Oriente, en el marco de las reuniones de consulta realizadas con motivo de la Modificación N°8.

Las cifras relacionadas con el incremento de número de camas y m2 construidos se resumen en el cuadro siguiente.

CUADRO Nº5.1-1: INCREMENTO INFRAESTRUCTURA HOSPITALARIA DE LA COMUNA DE PROVIDENCIA

	Actual		Proyectada	
Establecimiento	**Camas**	**m2**	**Camas**	**m2**
Hospital del Salvador	404	52.123	641	156.483
Instituto Nacional de Geriatría	47	8.528		
Instituto de Neurocirugía	98	10.039	214	68.396
Instituto Nacional del Tórax	162	11.418	214	49.220
Hospital Luis Calvo Makenna	186	30.209	260	59.800
Total	897	112.317	1.329	333.899

Fuente: Servicio de Salud Metropolitano Oriente.

Sobre la base de estos antecedentes los supuestos con que se ajustó el Escenario de Demanda Optimista fueron los siguientes:

- Aunque las fechas de entrada en operación de algunos de las ampliaciones de los establecimientos es posterior al año 2030, se incorporaron a este corte temporal, de modo de anticipar su impacto en los viajes.
- Se asumió que el incremento de los usos de suelo en servicios de ESTRAUS previsto para el año 2030 considera además otros servicios distintos a la infraestructura hospitalaria, por lo que se sumó el total de los proyectos de esta última categoría.

Como resultado de lo anterior el ajuste de los usos de suelo en servicios para el Escenario de Demanda Optimista ajustado se muestra en los cuadros siguientes, donde se presentan también previamente los escenarios 1 (Base) y 2 (Conservador), simulados en la Etapa 4 anterior del estudio.

Las zonas ESTRAUS que incrementan el uso servicios corresponden las zonas 160 y 467 y el incremento de metros cuadrados construidos es de 221.582 m2 (ver filas y celdas achuradas de los cuadros).

CUADRO Nº5.1-2: USOS DE SUELO ESCENARIO 1 DE DEMANDA DE USO DE SUELO BASE TENDENCIAL COMUNA PROVIDENCIA

ZONA	HOGARES	M2 HAB	M2 COMERCIO	M2 INDUSTRIA	M2 SERVICIOS	M2 EDUCACION	MAT BÁSICA	MAT MEDIA	MAT SUPERIOR
155	2.361	228.559	55.139	30.290	111.898	83.260	1.272	1.505	24.180
156	2.801	357.258	14.793	692	148.964	9.392	0	0	5.476
157	3.121	198.865	76.293	440	235.993	15.943	341	140	0
158	1.407	88.681	86.858	310	135.070	905	0	0	0
159	3.360	284.140	58.772	503	140.279	20.853	698	438	9.436
160	3.477	311.065	40.756	1.085	282.486	24.211	310	374	2.219
161	9.408	824.265	111.883	480	204.256	17.843	1.311	571	631
162	4.403	498.161	59.952	48	154.737	29.619	2.346	831	4.320
163	3.151	291.286	72.867	8.375	150.037	13.098	644	835	1.179
164	4.896	497.171	73.328	20.666	79.380	25.913	1.616	1.386	12.571
165	5.139	404.854	19.890	144	47.259	68.408	278	913	23.997
166	5.863	510.992	21.118	228	54.381	25.230	0	353	2.323
167	3.079	338.235	2.313	167	10.818	1.028	127	117	0
168	4.372	455.187	14.069	363	22.143	35.252	1.770	648	0
169	3.031	314.712	11.236	1.225	6.732	30.532	819	466	1.225
466	5.764	546.114	14.317	462	22.607	14.495	1.856	851	0
467	5.080	439.983	73.496	213	166.732	35.038	316	124	5.820
610	3.419	415.814	6.600	98	14.463	446	0	0	0
622	123	11.450	212.912	0	259.102	0	0	0	0
698	1.008	34.432	66.682	0	45.678	384	0	0	0
707	203	19.180	13.506	70	68.697	1.641	0	0	0
709	172	17.603	27.263	0	98.312	1.567	143	964	0
711	0	0	0	0	0	0	0	0	0
712	4.724	450.748	29.845	1.126	26.321	7.641	0	0	0
714	610	69.623	59.469	138	156.213	6.043	311	1.034	0
715	1.644	110.653	63.600	0	97.142	1.132	0	0	0
716	2.789	215.218	23.667	144	77.494	20.715	866	1.667	0
717	1.002	55.604	17.934	489	75.376	1.401	893	0	6.982
719	4.480	498.764	5.751	380	13.458	208	445	0	13
720	1.105	139.221	9.212	392	9.730	12.265	406	66	0
721	2.109	221.074	4.186	205	3.116	304	283	528	0
768	3.453	351.788	5.878	246	12.351	3.175	0	0	259
TOTAL	**97.556**	**9.200.699**	**1.353.585**	**68.979**	**2.931.224**	**507.941**	**17.052**	**13.813**	**100.632**

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO Nº5.1-3: ESCENARIOS DE DEMANDA DE USO DE SUELO 2 CONSERVADOR COMUNA PROVIDENCIA

ZONA	HOGARES	M2 HAB	M2 COMERCIO	M2 INDUSTRIA	M2 SERVICIOS	M2 EDUCACION	MAT BÁSICA	MAT MEDIA	MAT SUPERIOR
155	2.361	228.559	55.139	30.290	111.898	83.260	1.272	1.505	24.180
156	2.801	357.258	14.793	692	148.964	9.392	0	0	5.476
157	3.121	198.865	76.293	440	235.993	15.943	341	140	0
158	1.407	88.681	86.858	310	135.070	905	0	0	0
159	3.360	284.140	58.772	503	140.279	20.853	698	438	9.436
160	3.477	311.065	40.756	1.085	282.486	24.211	310	374	2.219
161	9.408	824.265	111.883	480	204.256	17.843	1.311	571	631
162	4.403	498.161	59.952	48	154.737	29.619	2.346	831	4.320
163	3.151	291.286	72.867	8.375	150.037	13.098	644	835	1.179
164	4.896	497.171	73.328	20.666	79.380	25.913	1.616	1.386	12.571
165	5.139	404.854	19.890	144	47.259	68.408	278	913	23.997
166	5.863	510.992	21.118	228	54.381	25.230	0	353	2.323
167	3.079	338.235	2.313	167	10.818	1.028	127	117	0
168	4.372	455.187	14.069	363	22.143	35.252	1.770	648	0
169	4.066	430.985	11.236	1.225	6.732	30.532	819	466	1.225
466	5.764	546.114	14.317	462	22.607	14.495	1.856	851	0
467	5.080	439.983	73.496	213	166.732	35.038	316	124	5.820
610	3.419	415.814	6.600	98	14.463	446	0	0	0
622	123	11.450	212.912	0	259.102	0	0	0	0
698	1.008	34.432	66.682	0	45.678	384	0	0	0
707	203	19.180	13.506	70	68.697	1.641	0	0	0
709	172	17.603	27.263	0	98.312	1.567	143	964	0
711	0		0	0	0	0	0	0	0
712	4.724	450.748	29.845	1.126	26.321	7.641	0	0	0
714	610	69.623	59.469	138	156.213	6.043	311	1.034	0
715	1.644	110.653	63.600	0	97.142	1.132	0	0	0
716	2.789	215.218	23.667	144	77.494	20.715	866	1.667	0
717	1.002	55.604	17.934	489	75.376	1.401	893	0	6.982
719	4.480	498.764	5.751	380	13.458	208	445	0	13
720	1.105	139.221	9.212	392	9.730	12.265	406	66	0
721	2.109	221.074	4.186	205	3.116	304	283	528	0
768	3.453	351.788	5.878	246	12.351	3.175	0	0	259
TOTAL	**98.590**	**9.316.972**	**1.353.585**	**68.979**	**2.931.224**	**507.941**	**17.052**	**13.813**	**100.632**

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO Nº5.1-4: ESCENARIO DE DEMANDA DE USO DE SUELO 3 OPTIMISTA AJUSTADO COMUNA PROVIDENCIA

ZONA	HOGARES	M2 HAB	M2 COMERCIO	M2 INDUSTRIA	M2 SERVICIOS	M2 EDUCACION	MAT BÁSICA	MAT MEDIA	MAT SUPERIOR
155	2.361	228.559	55.139	30.290	111.898	83.260	1.272	1.505	24.180
156	2.801	357.258	14.793	692	148.964	9.392	0	0	5.476
157	3.121	198.865	76.293	440	235.993	15.943	341	140	0
158	1.407	88.681	86.858	310	135.070	905	0	0	0
159	3.360	284.140	58.772	503	140.279	20.853	698	438	9.436
160	3.477	311.065	40.756	1.085	473.473	24.211	310	374	2.219
161	9.408	824.265	111.883	480	204.256	17.843	1.311	571	631
162	4.403	498.161	59.952	48	154.737	29.619	2.346	831	4.320
163	3.151	291.286	72.867	8.375	150.037	13.098	644	835	1.179
164	4.896	497.171	73.328	20.666	79.380	25.913	1.616	1.386	12.571
165	5.139	404.854	19.890	144	47.259	68.408	278	913	23.997
166	5.863	510.992	21.118	228	54.381	25.230	0	353	2.323
167	3.079	338.235	2.313	167	10.818	1.028	127	117	0
168	4.372	455.187	14.069	363	22.143	35.252	1.770	648	0
169	4.066	430.985	11.236	1.225	6.732	30.532	819	466	1.225
466	5.764	546.114	14.317	462	22.607	14.495	1.856	851	0
467	5.080	439.983	73.496	213	196.323	35.038	316	124	5.820
610	3.419	415.814	6.600	98	14.463	446	0	0	0
622	123	11.450	212.912	0	259.102	0	0	0	0
698	1.008	34.432	66.682	0	45.678	384	0	0	0
707	203	19.180	13.506	70	68.697	1.641	0	0	0
709	172	17.603	27.263	0	98.312	1.567	143	964	0
711	0		0	0	0	0	0	0	0
712	4.724	450.748	29.845	1.126	26.321	7.641	0	0	0
714	610	69.623	59.469	138	156.213	6.043	311	1.034	0
715	1.644	110.653	63.600	0	97.142	1.132	0	0	0
716	2.789	215.218	23.667	144	77.494	20.715	866	1.667	0
717	1.002	55.604	17.934	489	75.376	1.401	893	0	6.982
719	4.480	498.764	5.751	380	13.458	208	445	0	13
720	1.105	139.221	9.212	392	9.730	12.265	406	66	0
721	2.109	221.074	4.186	205	3.116	304	283	528	0
768	3.453	351.788	5.878	246	12.351	3.175	0	0	259
TOTAL	**98.590**	**9.316.972**	**1.353.585**	**68.979**	**3.151.803**	**507.941**	**17.052**	**13.813**	**100.632**

Fuente: Elaboración Propia

5.1.2 Estimación de Viajes Escenario Optimista Ajustado

5.1.2.1 Modelos Utilizados

Para estimar los viajes, al igual que para los Escenarios analizados en la Etapa 4 del estudio, se utilizan los modelos de generación y atracción de viajes del modelo ESTRAUS vigente en Sectra-MTT para el sector urbano de las comunas que conforman el Gran Santiago.

Para la estimación de los **Viajes Generados**, los modelos de Sectra consideran dos tipos de viajes:

- Viajes Basados en el Hogar Ida (BHI): Usando Tasas de viajes en función de los hogares por categorías de ingreso-motorización-tamaño de hogar.
- Viajes No Basados en el Hogar (NBH) y Basados en el Hogar Regreso (BHR), usando regresiones lineales.

Para la estimación de los **Viajes Atraídos**, se utilizan Regresiones Lineales Múltiples (RLM), que dependen principalmente de variables explicativas de superficies de usos no residenciales (comercio, servicios, industria, educación, salud, etc.), las cuales son obtenidas de los Escenarios de Uso de Suelo ESTRAUS para todo el Gran Santiago.

Como se dijo cuándo se describió el Escenario ESTRAUS del Gran Santiago (ver punto 4.3.1 de la Tarea 17 de la Etapa 4 del estudio), este realiza en primer lugar proyecciones globales para la ciudad a nivel de población y usos de suelo, basadas en modelos demográficos y macroeconómicos. Luego, se trabaja con valores fijos para la ciudad de totales de hogares y superficies de usos de suelo, los que se distribuyen en segundo lugar de distinta forma a nivel de zonas por comuna conformando los escenarios. Eso hace que si algunos sectores experimentan aumentos de hogares o usos de suelo en algunos escenarios, otros sectores de la ciudad experimentan descensos, de manera de mantener los totales fijos de la ciudad por definición.

5.1.2.2 Determinación de Viajes por Escenario

Como se dijo en tareas anteriores, el Escenario ESTRAUS fue ajustado al año 2021 y posteriormente proyectado al año 2030 para la comuna de Providencia, como parte de la construcción del Escenario Base, y sobre éste se introdujeron los ajustes de acuerdo las definiciones realizadas para los escenarios 1 y 2 de demanda de la comuna.

En el anexo digital 21 se presentan las planillas utilizadas con los modelos vigentes de ESTRAUS para obtener los viajes totales del escenario optimista ajustado, para cada una de las zonas de la comuna de Providencia y del resto de las comunas del Gran Santiago.

En los cuadros siguientes, se presentan en primer lugar los viajes totales generados y atraídos para cada zona de Providencia por periodo de una hora y para cada escenario modelado.

CUADRO Nº5.1-5: VIAJES EN TOTALES PROVIDENCIA. POR ESCENARIO DE DEMANDA, PERIODO PUNTA MAÑANA (VIAJES/HR)

Zona Providencia	Generados				Atraídos			
	Base 2030	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Base 2030	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
155	6.139	6.139	6.139	6.011	23.969	23.963	23.933	23.569
156	6.116	6.116	6.116	6.046	13.464	13.460	13.435	13.055
157	5.898	5.898	5.898	5.816	14.838	14.846	14.812	14.211
158	3.084	3.084	3.084	3.039	7.899	7.913	7.896	7.582
159	6.264	6.264	6.264	6.179	15.311	15.306	15.281	14.913
160	7.739	7.739	7.739	8.959	19.561	19.555	19.513	28.199
161	14.811	14.811	14.811	14.722	18.520	18.515	18.470	17.589
162	8.008	8.008	8.008	7.927	16.015	16.005	15.969	15.704
163	5.025	5.025	5.025	4.964	11.797	11.791	11.765	11.364
164	8.850	8.850	8.850	8.765	16.035	16.027	16.003	15.579
165	9.761	9.761	9.761	9.654	20.473	20.468	20.446	20.015
166	8.469	8.469	8.469	8.433	9.018	9.013	8.992	8.770
167	4.420	4.420	4.420	4.411	3.109	3.107	3.098	2.735
168	7.702	7.702	7.702	7.680	6.685	6.678	6.657	6.787
169	5.155	5.155	6.759	6.741	4.968	4.964	5.776	5.101
466	8.589	8.589	8.589	8.563	6.562	6.554	6.535	5.880
467	8.871	8.871	8.871	8.995	16.518	16.532	16.498	17.321
610	5.420	5.420	5.420	5.410	3.741	3.738	3.727	3.642
622	2.071	2.071	2.071	1.990	13.894	13.894	13.864	13.174
698	1.728	1.728	1.728	1.712	2.720	2.767	2.761	2.599
707	791	791	791	769	3.837	3.836	3.828	3.648
709	1.074	1.074	1.074	1.039	5.813	5.811	5.800	5.529
711	0	0	0	0	0	0	0	0
712	6.614	6.614	6.614	6.597	5.039	5.035	5.021	4.652
714	2.191	2.191	2.191	2.137	9.531	9.532	9.512	9.153
715	3.035	3.035	3.035	3.001	6.016	6.044	6.031	5.670
716	5.151	5.151	5.151	5.114	7.490	7.485	7.468	7.193
717	2.529	2.529	2.529	2.477	8.003	8.000	7.991	7.760
719	6.337	6.337	6.337	6.324	4.388	4.384	4.371	4.156
720	1.917	1.917	1.917	1.911	2.178	2.176	2.169	2.175
721	3.297	3.297	3.297	3.290	2.043	2.041	2.036	2.002
768	5.377	5.377	5.377	5.366	3.455	3.452	3.443	3.372
TOTAL	**172.435**	**172.435**	**174.039**	**174.039**	**302.892**	**302.892**	**303.098**	**303.098**

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO Nº5.1-6: VIAJES EN PROVIDENCIA TOTALES, POR ESCENARIO DE DEMANDA, PERIODO FUERA PUNTA (VIAJES/HR)

Zona Providencia	Generados				Atraídos			
	Base 2030	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Base 2030	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
155	3.278	3.292	3.278	3.278	8.563	8.544	8.547	8.542
156	2.281	2.321	2.281	2.281	2.745	2.741	2.742	2.739
157	2.447	2.619	2.563	2.563	3.501	3.846	3.848	3.842
158	1.613	1.829	1.768	1.768	3.108	3.566	3.567	3.564
159	2.739	2.775	2.739	2.739	5.199	5.188	5.189	5.186
160	2.981	2.991	2.981	3.793	4.062	4.057	4.058	5.460
161	4.855	4.855	4.918	4.918	4.646	4.824	4.825	4.820
162	3.096	3.189	3.096	3.096	5.057	5.045	5.047	5.043
163	2.297	2.323	2.297	2.297	3.479	3.472	3.473	3.469
164	3.507	3.474	3.507	3.507	5.740	5.726	5.728	5.725
165	3.521	3.432	3.521	3.521	6.908	6.893	6.895	6.892
166	2.368	2.389	2.368	2.368	1.991	1.987	1.988	1.986
167	1.137	1.039	1.137	1.137	176	176	176	176
168	2.114	2.263	2.114	2.114	1.139	1.137	1.138	1.136
169	1.450	1.538	1.851	1.851	1.045	1.043	1.043	1.042
466	2.269	2.069	2.269	2.269	971	969	969	969
467	3.127	3.275	3.306	3.432	4.207	4.737	4.738	4.952
610	1.460	1.477	1.460	1.460	271	270	271	270
622	2.875	2.909	2.905	2.905	7.526	7.596	7.599	7.593
698	590	1.036	1.020	1.020	715	2.005	2.006	2.005
707	470	474	470	470	884	883	884	882
709	776	774	776	776	1.958	1.954	1.955	1.953
711	0	0	0	0	0	0	0	0
712	1.850	1.771	1.850	1.850	1.033	1.031	1.031	1.030
714	1.435	1.505	1.472	1.472	3.147	3.251	3.252	3.249
715	1.164	1.405	1.432	1.432	1.502	2.306	2.306	2.304
716	1.664	1.659	1.664	1.664	1.821	1.818	1.818	1.816
717	1.230	1.219	1.230	1.230	2.670	2.664	2.665	2.663
719	1.636	1.611	1.636	1.636	300	299	299	299
720	593	619	593	593	475	475	475	474
721	874	884	874	874	226	225	225	225
768	1.383	1.401	1.383	1.383	320	320	320	320
TOTAL	**63.081**	**64.418**	**64.759**	**65.696**	**85.384**	**89.048**	**89.077**	**90.628**

Fuente: Elaboración Propia

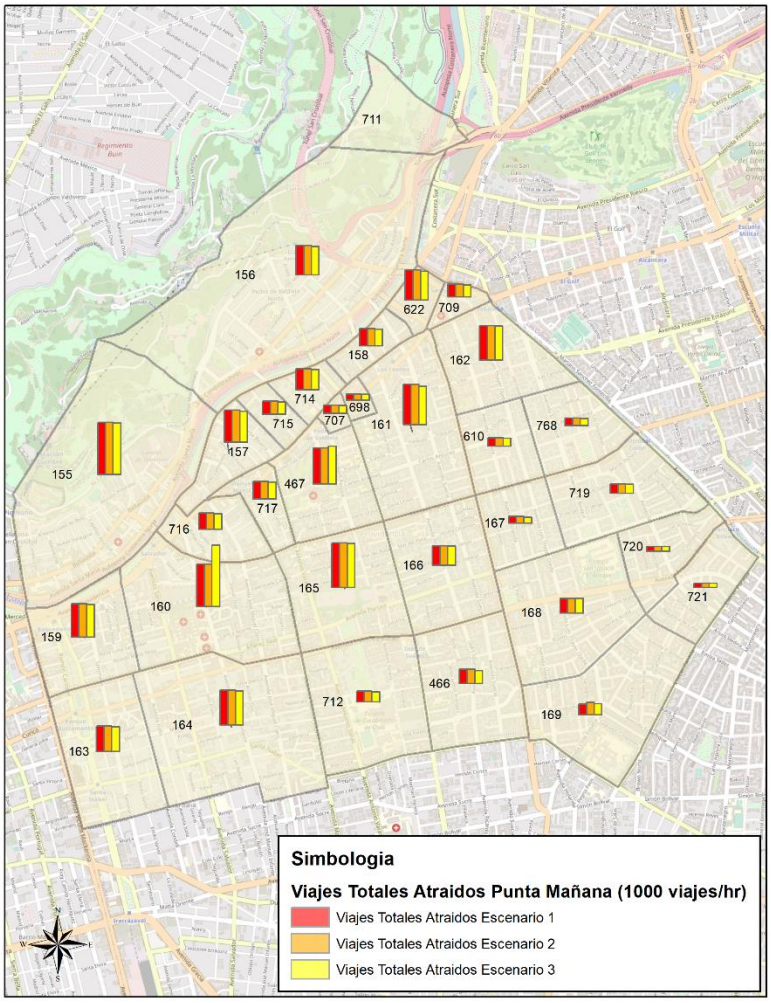
Tal como lo muestran los cuadros anteriores, las diferencias de los viajes entre escenarios son puntuales en algunas zonas, tanto para orígenes como para destinos, producto de los cambios de usos de suelo. Como se dijo anteriormente, las diferencias correspondientes al Escenario 1 con el escenario ESTRAUS ajustado, se producen a nivel del uso de suelo comercio de la Mod. N°5, en las zonas achuradas de los cuadros: 157, 158, 161, 467, 622, 698, 714 y 715, ubicadas en el centro de la comuna. A su vez, las diferencias del Escenario 2 con el escenario ESTRAUS ajustado, se producen a nivel del uso de suelo habitacional y los hogares producto de la Mod. N°7 solo en la zona achurada 169, ubicada en el sector del Aguilucho, con aproximadamente 1500 (viajes/hr) generados y 800 (viajes/hr) atraídos en la punta mañana, adicionales al del escenario base 2030.

El efecto del crecimiento de viajes del Escenario 3 se reflejan principalmente en las zonas 160 y 467 achuradas, donde aumentan las superficies de los centros de salud que se ubican en ellas y principalmente en el periodo fuera de punta, dado que los modelos de generación y atracción de viajes corresponden a regresiones lineales que tienen a las superficies por tipo de usos de suelo como sus variables explicativas. En el caso del periodo punta mañana, los modelos de generación de viajes utilizan datos Basados en el Hogar que es donde se generan, los cuales no cambian en el caso del escenario 3, con respecto al escenario 2, dado que las modificaciones son a nivel de superficies de uso de suelo de servicios de salud.

A nivel de viajes atraídos, en ambos periodos, se utilizan modelos de regresiones lineales que utilizan como variables explicativas las superficies de usos de suelo, por lo tanto es en este tipo de viajes donde se aprecian las mayores diferencias de las zonas donde se encuentran las modificaciones ZEMoI.

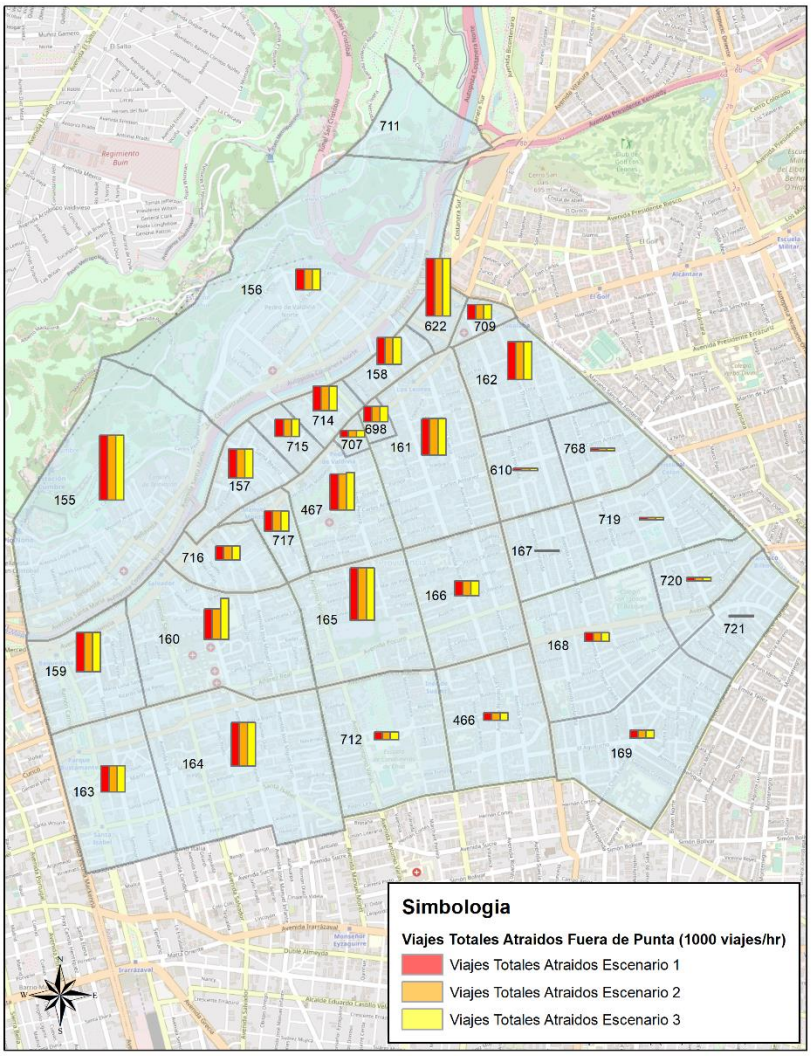
A continuación se presentan dos figuras, donde se muestran las diferencias de los viajes atraídos por zona para los periodos punta mañana y fuera de punta, para los 3 escenarios analizados. Se observa que en la zona 160 es donde existen las mayores diferencias en el escenario 3.

FIGURA Nº 5.1-1: VIAJES ATRAIDOS PROVIDENCIA PUNTA MAÑANA (VIAJES/HR)



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 5.1-2: VIAJES TOTALES ATRAIDOS PROVIDENCIA FUERA DE PUNTA (VIAJES/HR)



Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presentan cuadros y gráficos con los totales de viajes generados y atraídos para la comuna de Providencia y para las comunas aledañas, también se presentan los totales de viajes generados y atraídos por periodo, en cada uno de los escenarios estudiados.

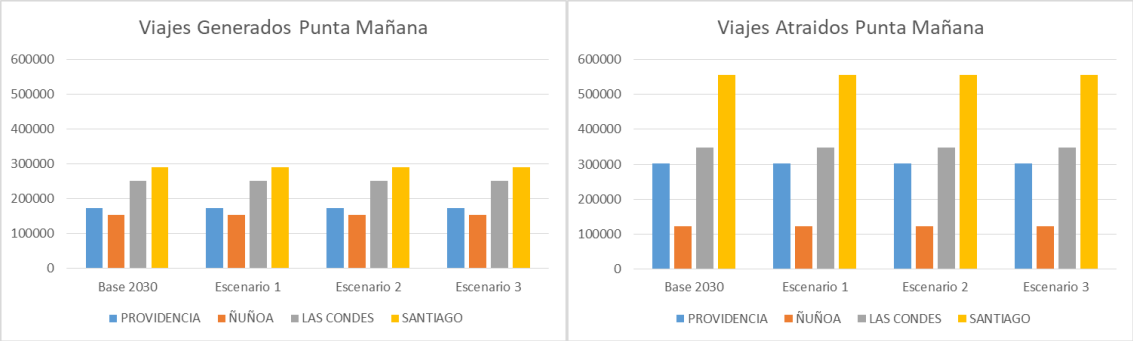
CUADRO Nº5.1-7: VIAJES TOTALES POR COMUNA, PERIODO PUNTA MAÑANA (VEH/HR)

COMUNA	GENERADOS				ATRAIDOS			
	Base 2030	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Base 2030	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
PROVIDENCIA	172,435	172,435	174,039	174,039	302,892	302,892	303,098	303,098
ÑUÑOA	153,614	153,614	153,614	153,614	121,972	121,972	122,029	122,029
LAS CONDES	251,147	251,147	251,147	251,147	347,081	347,081	347,245	347,245
SANTIAGO	289,620	289,620	289,620	289,620	555,204	555,204	555,464	555,464
GRAN SANTIAGO	**3,238,838**	**3,238,838**	**3,240,442**	**3,240,442**	**3,238,838**	**3,238,838**	**3,240,442**	**3,240,442**

Fuente: Elaboración Propia

Se observa que en la punta mañana los viajes de Providencia del escenario 3 no cambian por las razones explicadas anteriormente que son viajes basados en el hogar.

FIGURA Nº 5.1-3: VIAJES TOTALES POR COMUNA, PERIODO PUNTA MAÑANA



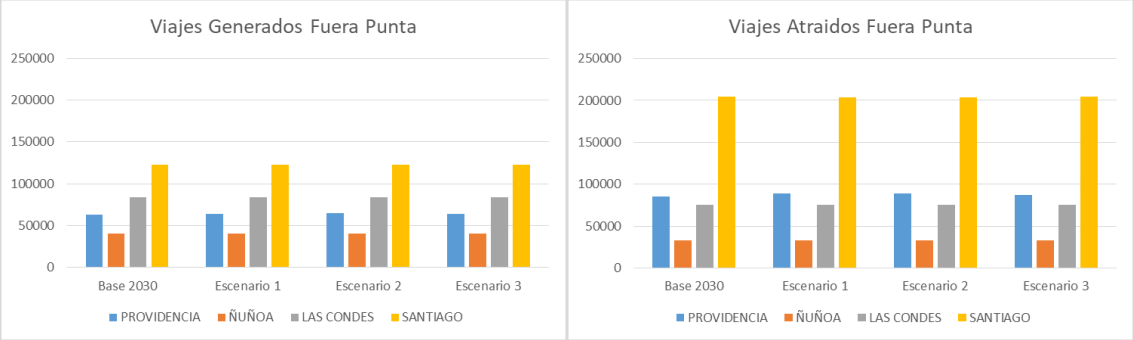
Fuente: Elaboración Propia

CUADRO Nº5.1-8: VIAJES TOTALES POR COMUNA, PERIODO FUERA DE PUNTA (VEH/HR)

	GENERADOS				ATRAIDOS			
COMUNA	Base 2030	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Base 2030	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
PROVIDENCIA	63,081	64,418	64,759	65,696	85,384	89,048	89,077	90,628
ÑUÑOA	40,795	40,795	40,795	40,795	33,139	33,057	33,068	33,049
LAS CONDES	83,598	83,598	83,598	83,598	75,638	75,488	75,512	75,438
SANTIAGO	122,784	122,784	122,784	122,784	204,418	203,952	204,019	203,869
GRAN SANTIAGO	**1,044,482**	**1,045,820**	**1,046,160**	**1,047,098**	**1,044,482**	**1,045,820**	**1,046,160**	**1,047,098**

Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 5.1-4: VIAJES TOTALES POR COMUNA, PERIODO FUERA DE PUNTA



Fuente: Elaboración Propia

Se observa del cuadro que en el periodo fuera de punta, los viajes de Providencia del escenario 3 si experimentan un crecimiento por las razones explicadas anteriormente que son viajes explicados por las superficies de usos de suelo. Sin embargo, los viajes son explicados en este periodo no solo por el uso salud, sino también por el uso comercio, educación, oficinas, etc. los cuales no cambian en el Escenario 3 respecto a los otros Escenarios, por lo cual el efecto global a nivel de viajes de la comuna es menor como se refleja en los gráficos. Si son importante los cambios a nivel de las zonas 160 y 467 afectadas, tal como se refleja en el cuadro 5.1.6 anterior. Esto provocará impactos en la red en estas zonas y las de su entorno por los crecimientos de viajes en particular de este sector.

5.1.2.3 Viajes por Categoría Socioeconómica

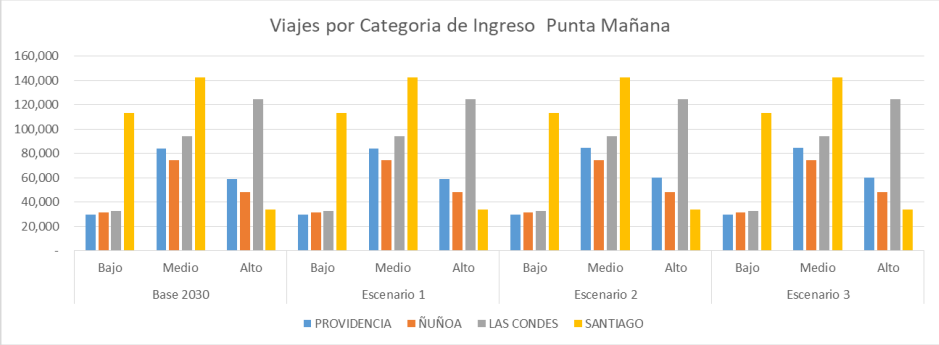
A continuación se presentan cuadros y gráficos con los totales de viajes generados por categoría de ingreso para la comuna de Providencia y para las comunas aledañas, para los 3 escenarios estudiados.

CUADRO Nº5.1-9: VIAJES POR CATEGORIA SOCIOECONOMICA POR COMUNA Y ESCENARIO, PUNTA MAÑANA (VIAJES/HR)

	Categoría Socioeconómica											
	Base 2030			Escenario 1			Escenario 2			Escenario 3		
COMUNA	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto
PROVIDENCIA	29.487	84.049	58.900	29.487	84.049	58.900	29.621	84.491	59.928	29.621	84.491	59.928
ÑUÑOA	31.383	74.220	48.011	31.383	74.220	48.011	31.380	74.219	48.014	31.380	74.219	48.014
LAS CONDES	32.457	93.880	124.810	32.457	93.880	124.810	32.452	93.876	124.820	32.452	93.876	124.820
SANTIAGO	113.500	142.316	33.805	113.500	142.316	33.805	113.493	142.310	33.818	113.493	142.310	33.818
GRAN SANTIAGO	**1.085.793**	**1.514.599**	**638.447**	**1.085.793**	**1.514.599**	**638.447**	**1.085.879**	**1.515.004**	**639.559**	**1.085.879**	**1.515.004**	**639.559**

Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 5.1-5: VIAJES POR CATEGORIA SOCIOECONOMICA POR COMUNA Y ESCENARIO, PUNTA MAÑANA



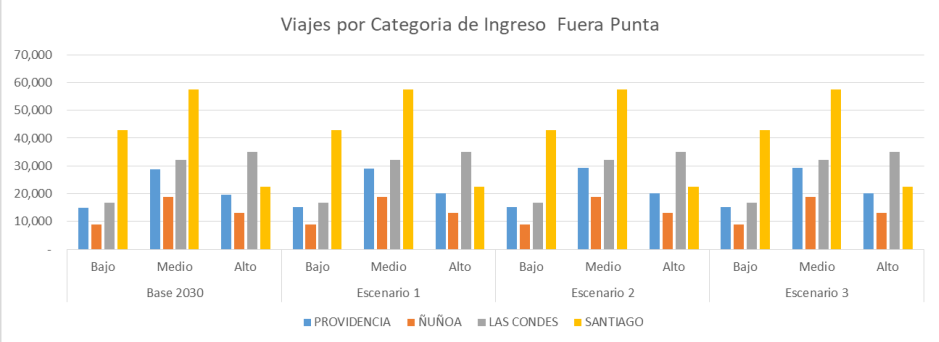
Fuente: Elaboración Propia

CUADRO Nº5.1-10: VIAJES POR CATEGORIA SOCIOECONOMICA POR COMUNA Y ESCENARIO, FUERA DE PUNTA (VIAJES/HR)

	Categoría Socioeconómica											
	Base 2030			Escenario 1			Escenario 2			Escenario 3		
COMUNA	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto
PROVIDENCIA	14.781	28.672	19.628	15.222	29.142	20.055	15.264	29.349	20.146	15.530	29.781	20.385
ÑUÑOA	8.942	18.848	13.005	8.942	18.845	13.008	8.940	18.847	13.009	8.940	18.847	13.009
LAS CONDES	16.647	32.048	34.903	16.646	32.040	34.912	16.641	32.044	34.913	16.641	32.044	34.913
SANTIAGO	42.813	57.518	22.453	42.811	57.502	22.472	42.802	57.509	22.474	42.802	57.509	22.474
GRAN SANTIAGO	**337.474**	**474.476**	**232.533**	**337.901**	**474.857**	**233.062**	**337.894**	**475.101**	**233.165**	**338.161**	**475.533**	**233.404**

Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 5.1-6: VIAJES POR CATEGORIA SOCIOECONOMICA POR COMUNA Y ESCENARIO, FUERA DE PUNTA



Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presentan cuadros y figuras detallados con los viajes por zona de la comuna de Providencia separados por categoría socioeconómica.

CUADRO Nº5.1-11: VIAJES TOTALES POR ESCENARIO Y CATEGORIA SOCIOECONOMICA, PERIODO PUNTA MAÑANA (VIAJES/HR)

Zona Providencia	Categoría Socioeconómica											
	Base			Escenario 1			Escenario 2			Escenario 3		
	Cat1	Cat2	Cat3	Cat1	Cat2	Cat3	Cat1	Cat2	Cat3	Cat1	Cat2	Cat3
155	2.223	3.014	902	2.223	3.014	902	2.223	3.014	903	2.180	2.953	877
156	765	1.639	3.712	765	1.639	3.712	765	1.639	3.712	742	1.606	3.698
157	1.664	2.989	1.244	1.664	2.989	1.244	1.664	2.989	1.244	1.637	2.951	1.228
158	586	1.148	1.350	586	1.148	1.350	585	1.148	1.351	571	1.127	1.342
159	1.776	3.086	1.402	1.776	3.086	1.402	1.775	3.085	1.403	1.747	3.046	1.386
160	1.179	3.181	3.379	1.179	3.181	3.379	1.179	3.180	3.380	1.581	3.751	3.627
161	2.194	8.895	3.722	2.194	8.895	3.722	2.194	8.895	3.722	2.165	8.853	3.704
162	1.320	4.761	1.927	1.320	4.761	1.927	1.320	4.761	1.927	1.293	4.723	1.911
163	1.846	2.633	546	1.846	2.633	546	1.846	2.633	547	1.826	2.604	534
164	1.181	5.379	2.290	1.181	5.379	2.290	1.180	5.379	2.290	1.152	5.339	2.273
165	1.916	4.926	2.919	1.916	4.926	2.919	1.916	4.926	2.920	1.880	4.876	2.898
166	1.993	4.496	1.981	1.993	4.496	1.981	1.993	4.496	1.981	1.981	4.479	1.973
167	643	2.050	1.727	643	2.050	1.727	643	2.050	1.727	640	2.046	1.725
168	357	2.295	5.050	357	2.295	5.050	357	2.295	5.050	349	2.285	5.045
169	562	1.518	3.075	562	1.518	3.075	702	1.965	4.092	696	1.957	4.088
466	1.060	4.938	2.591	1.060	4.938	2.591	1.060	4.938	2.591	1.052	4.927	2.585
467	1.651	4.888	2.333	1.651	4.888	2.333	1.651	4.888	2.333	1.691	4.945	2.358
610	411	1.690	3.319	411	1.690	3.319	411	1.690	3.319	408	1.686	3.317
622	635	924	513	635	924	513	635	923	513	608	885	497
698	282	1.017	429	282	1.017	429	282	1.017	429	276	1.009	426
707	205	404	181	205	404	181	205	404	181	198	394	177
709	292	450	331	292	450	331	292	450	331	281	434	324
711	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
712	922	3.999	1.692	922	3.999	1.692	922	3.999	1.693	916	3.992	1.689
714	532	889	771	532	889	771	531	888	772	513	863	761
715	399	1.896	740	399	1.896	740	399	1.896	740	388	1.880	733
716	598	2.058	2.495	598	2.058	2.495	598	2.058	2.496	585	2.040	2.488
717	559	1.425	545	559	1.425	545	559	1.425	546	542	1.400	536
719	868	3.489	1.979	868	3.489	1.979	868	3.489	1.979	864	3.483	1.976
720	167	664	1.087	167	664	1.087	167	664	1.087	164	661	1.085
721	263	1.267	1.768	263	1.267	1.768	263	1.267	1.768	261	1.263	1.766
768	436	2.039	2.901	436	2.039	2.901	436	2.039	2.901	433	2.035	2.898
Total	**29.487**	**84.049**	**58.900**	**29.487**	**84.049**	**58.900**	**29.621**	**84.491**	**59.928**	**29.621**	**84.491**	**59.928**

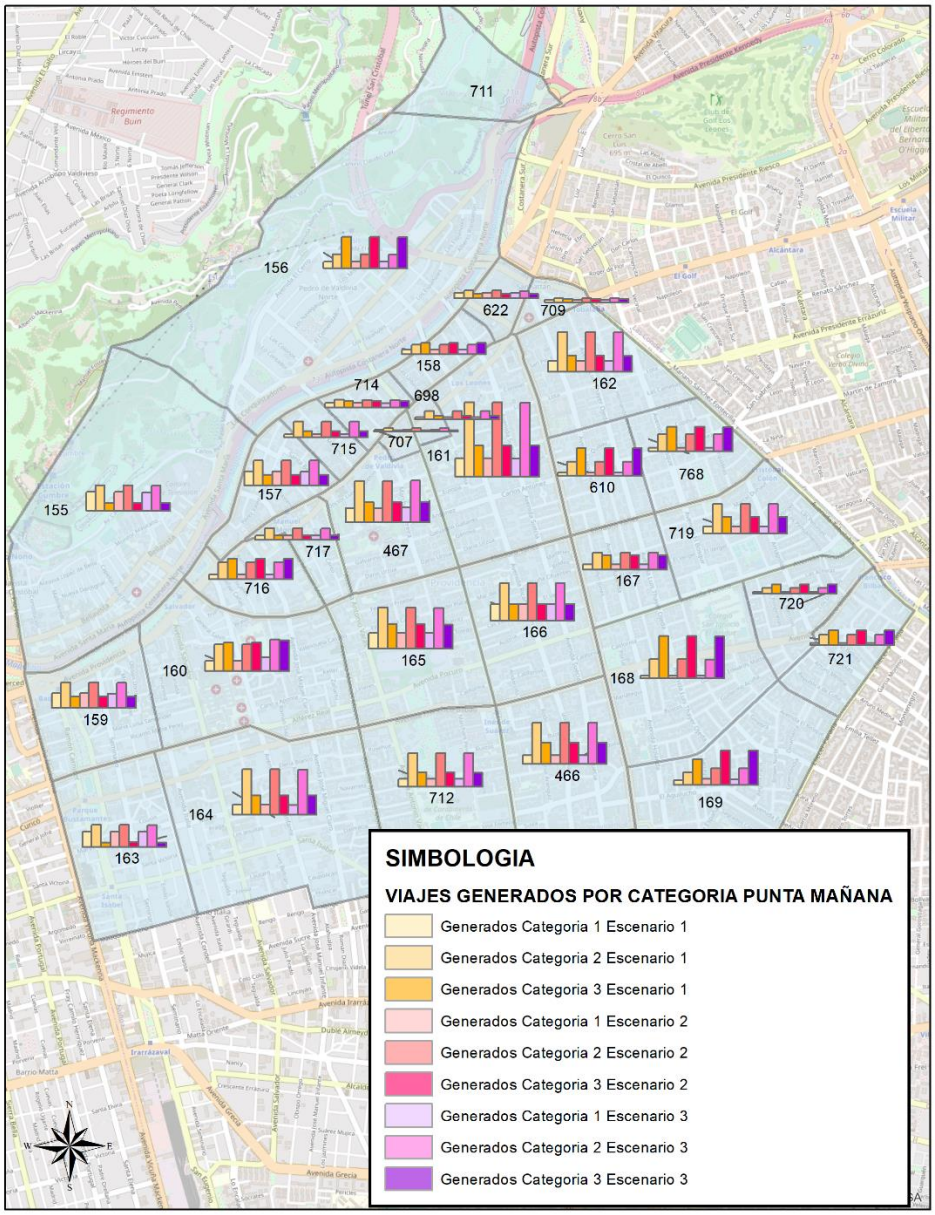
Fuente: Elaboración Propia

CUADRO Nº5.1-12: VIAJES TOTALES POR ESCENARIO Y CATEGORIA SOCIOECONOMICA, PERIODO FUERA PUNTA (VIAJES/HR)

Zona Providencia	Categoría Socioeconómica											
	Base			Escenario 1			Escenario 2			Escenario 3		
	Cat1	Cat2	Cat3	Cat1	Cat2	Cat3	Cat1	Cat2	Cat3	Cat1	Cat2	Cat3
155	1.106	1.520	652	1.112	1.527	653	1.106	1.520	652	1.106	1.520	652
156	461	766	1.053	463	772	1.086	461	766	1.054	461	766	1.054
157	684	1.174	588	736	1.256	627	724	1.226	613	724	1.226	613
158	418	667	528	477	754	598	471	736	561	471	736	561
159	809	1.279	651	817	1.297	661	809	1.279	651	809	1.279	651
160	651	1.238	1.091	652	1.241	1.098	651	1.238	1.092	882	1.612	1.298
161	1.037	2.530	1.287	1.052	2.520	1.282	1.058	2.558	1.301	1.058	2.558	1.301
162	743	1.570	782	751	1.627	811	743	1.570	783	743	1.570	783
163	751	1.118	428	761	1.132	431	751	1.117	429	751	1.117	429
164	835	1.772	901	832	1.751	891	834	1.771	902	834	1.771	902
165	914	1.621	985	902	1.578	952	913	1.621	986	913	1.621	986
166	579	1.186	603	583	1.197	609	579	1.186	603	579	1.186	603
167	203	495	439	192	453	395	203	495	439	203	495	439
168	250	641	1.224	251	674	1.337	250	641	1.224	250	641	1.224
169	232	459	759	238	480	820	281	573	997	281	573	997
466	390	1.171	707	373	1.061	636	390	1.171	707	390	1.171	707
467	748	1.539	840	806	1.601	869	809	1.618	879	845	1.676	911
610	191	463	806	192	467	818	191	463	806	191	463	806
622	913	1.287	675	923	1.301	686	922	1.300	682	922	1.300	682
698	130	303	157	280	504	253	278	494	248	278	494	248
707	132	220	118	132	222	119	132	220	118	132	220	118
709	228	341	207	227	341	206	227	341	207	227	341	207
711	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
712	368	978	504	358	932	481	368	978	505	368	978	505
714	408	622	406	423	647	434	420	638	414	420	638	414
715	256	605	303	347	706	352	348	724	360	348	724	360
716	311	660	694	311	658	691	311	660	694	311	660	694
717	346	597	288	345	589	285	346	597	288	346	597	288
719	291	817	528	288	803	519	291	817	528	291	817	528
720	98	212	284	99	219	301	98	212	284	98	212	284
721	119	322	434	120	325	440	119	322	434	119	322	434
768	180	500	703	181	506	714	180	500	704	180	500	704
Total	**14.781**	**28.672**	**19.628**	**15.222**	**29.142**	**20.055**	**15.264**	**29.349**	**20.146**	**15.530**	**29.781**	**20.385**

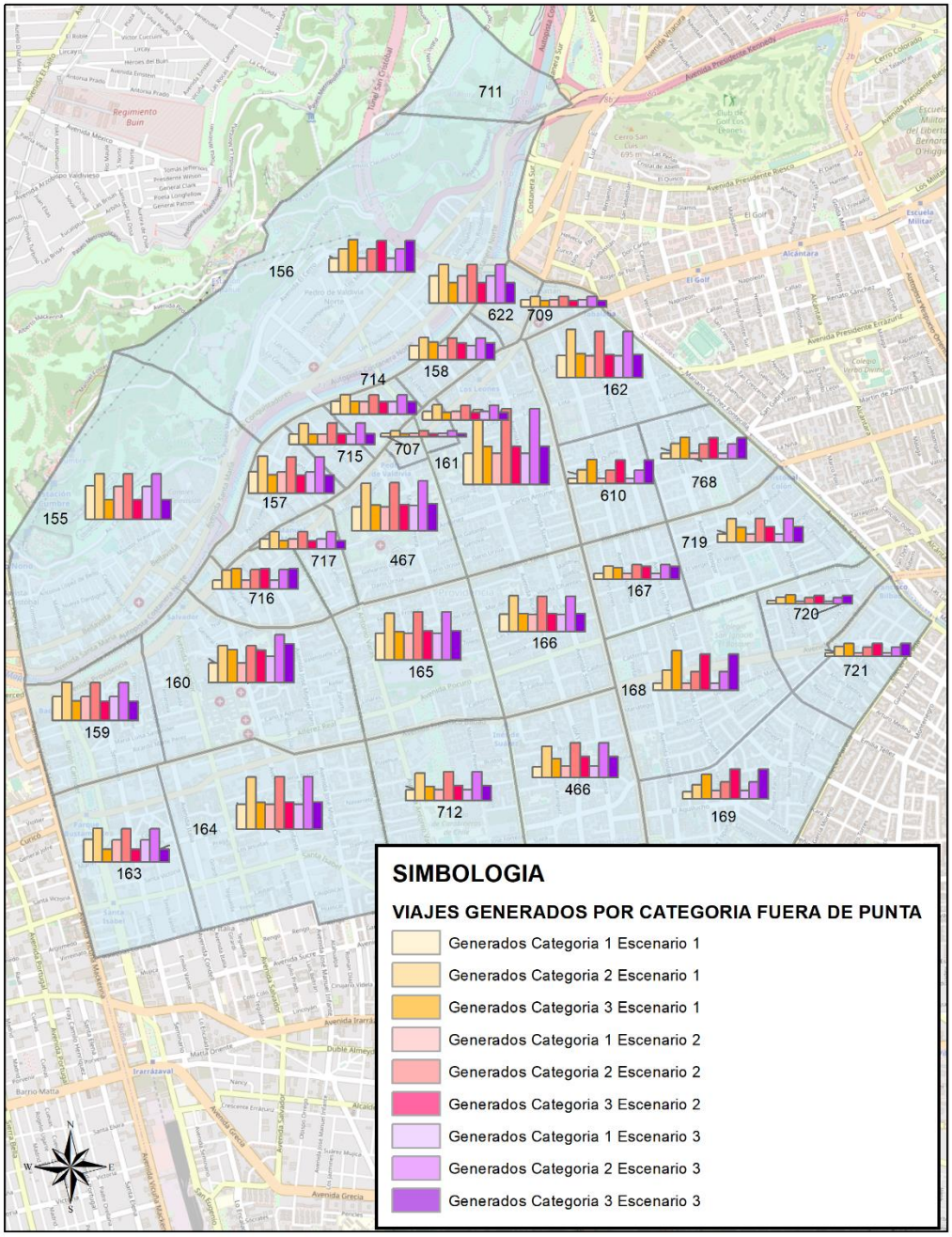
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 5.1-7: VIAJES GENERADOS POR ESCENARIO Y CATEGORIA SOCIOECONOMICA, PUNTA MAÑANA (VIAJES/HR)



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 5.1-8: VIAJES GENERADOS POR CATEGORIA SOCIOECONOMICA, FUERA DE PUNTA (VIAJES/HR)



Fuente: Elaboración Propia

5.1.2.4 Estimación de Viajes por Propósito

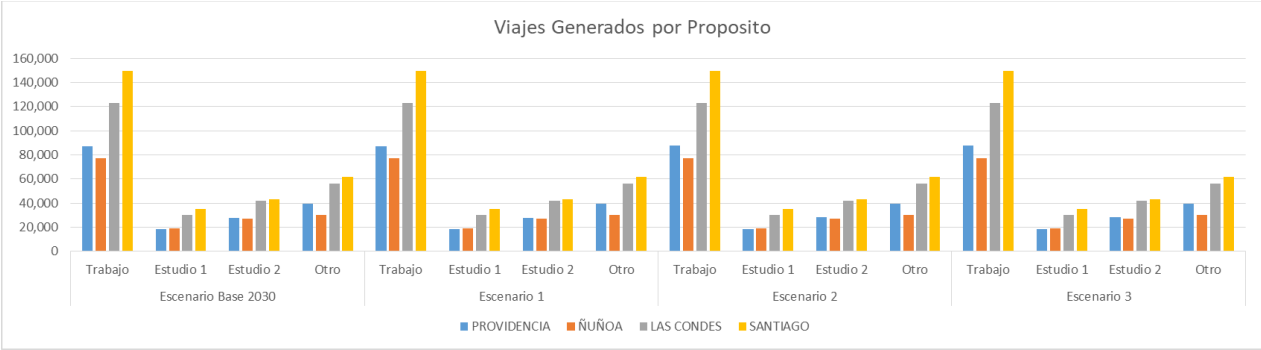
A continuación se presentan los totales de viajes generados por Propósito de Viaje para la comuna de Providencia y para las comunas aledañas.

CUADRO Nº5.1-13: VIAJES GENERADOS POR PROPOSITO POR COMUNA, PUNTA MAÑANA (VEH/HR)

COMUNA	Escenario Base 2030				Escenario 1				Escenario 2				Escenario 3			
	Trabajo	Estudio 1	Estudio 2	Otro	Trabajo	Estudio 1	Estudio 2	Otro	Trabajo	Estudio 1	Estudio 2	Otro	Trabajo	Estudio 1	Estudio 2	Otro
PROVIDENCIA	86.969	18.228	27.888	39.350	86.969	18.228	27.888	39.350	87.724	18.453	28.194	39.668	87.724	18.453	28.193	39.668
ÑUÑOA	77.231	19.102	27.124	30.156	77.231	19.102	27.124	30.156	77.231	19.102	27.124	30.156	77.231	19.102	27.124	30.156
LAS CONDES	123.057	30.134	41.988	55.967	123.057	30.134	41.988	55.967	123.057	30.134	41.988	55.967	123.057	30.134	41.988	55.967
SANTIAGO	149.602	35.006	43.443	61.569	149.602	35.006	43.443	61.569	149.602	35.006	43.443	61.569	149.602	35.006	43.443	61.569
GRAN SANTIAGO	**1.607.732**	**407.900**	**566.390**	**656.815**	**1.607.732**	**407.900**	**566.390**	**656.815**	**1.608.488**	**408.125**	**566.696**	**657.133**	**1.608.488**	**408.125**	**566.696**	**657.133**

Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 5.1-9: VIAJES GENERADOS POR PROPOSITO PERIODO PUNTA MAÑANA



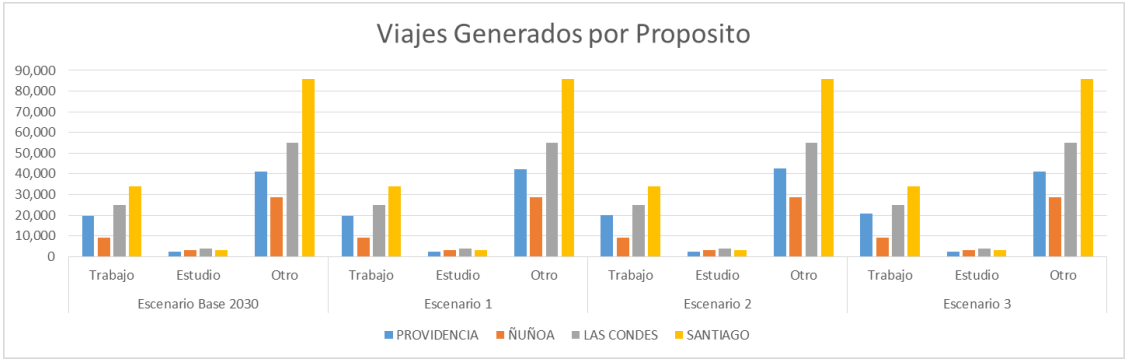
Fuente: Elaboración Propia

CUADRO Nº5.1-14: VIAJES GENERADOS POR PROPOSITO POR COMUNA, FUERA DE PUNTA (VEH/HR)

COMUNA	Escenario Base 2030			Escenario 1			Escenario 2			Escenario 3		
	Trabajo	Estudio	Otro	Trabajo	Estudio	Otro	Trabajo	Estudio	Otro	Trabajo	Estudio	Otro
PROVIDENCIA	19.794	2.364	40.922	19.848	2.364	42.206	19.920	2.389	42.450	20.857	2.389	42.450
ÑUÑOA	9.175	2.957	28.663	9.175	2.957	28.663	9.175	2.957	28.663	9.175	2.957	28.663
LAS CONDES	24.745	3.720	55.133	24.745	3.720	55.133	24.745	3.720	55.133	24.745	3.720	55.133
SANTIAGO	34.095	2.991	85.699	34.095	2.991	85.699	34.095	2.991	85.699	34.095	2.991	85.699
GRAN SANTIAGO	**242.116**	**42.961**	**759.405**	**242.169**	**42.961**	**760.689**	**242.241**	**42.986**	**760.933**	**243.179**	**42.986**	**760.933**

Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 5.1-10: VIAJES GENERADOS POR PROPOSITO POR COMUNA PERIODO FUERA DE PUNTA



Fuente: Elaboración Propia

CUADRO Nº5.1-15: VIAJES GENERADOS EN PROVIDENCIA POR PROPOSITO, POR ESCENARIO DE DEMANDA, PERIODO PUNTA MAÑANA (VIAJES/HR)

Zona Providencia	Base				Escenario 1				Escenario 2				Escenario 3			
	Trabajo	Estudio 1	Estudio 2	Otro	Trabajo	Estudio 1	Estudio 2	Otro	Trabajo	Estudio 1	Estudio 2	Otro	Trabajo	Estudio 1	Estudio 2	Otro
155	2.943	466	976	1.754	2.943	466	976	1.754	2.943	466	976	1.754	2.865	466	976	1.703
156	2.922	671	933	1.591	2.922	671	933	1.591	2.922	671	933	1.591	2.881	671	933	1.561
157	3.020	540	843	1.495	3.020	540	843	1.495	3.020	540	843	1.495	2.972	540	843	1.461
158	1.549	291	404	841	1.549	291	404	841	1.549	291	404	841	1.522	291	404	822
159	3.172	585	919	1.587	3.172	585	919	1.587	3.172	585	919	1.587	3.122	585	919	1.552
160	3.857	739	1.118	2.025	3.857	739	1.118	2.025	3.857	739	1.118	2.025	4.530	739	1.118	2.572
161	7.794	1.576	2.391	3.050	7.794	1.576	2.391	3.050	7.794	1.576	2.391	3.050	7.749	1.576	2.391	3.007
162	4.182	762	1.234	1.830	4.182	762	1.234	1.830	4.182	762	1.234	1.830	4.136	762	1.234	1.794
163	2.562	486	755	1.224	2.562	486	755	1.224	2.562	486	755	1.224	2.527	486	755	1.197
164	4.669	839	1.335	2.007	4.669	839	1.335	2.007	4.669	839	1.335	2.007	4.621	839	1.335	1.970
165	4.830	979	1.650	2.302	4.830	979	1.650	2.302	4.830	979	1.650	2.302	4.769	979	1.650	2.257
166	4.263	1.006	1.553	1.648	4.263	1.006	1.553	1.648	4.263	1.006	1.553	1.648	4.246	1.006	1.553	1.628
167	2.213	559	796	853	2.213	559	796	853	2.213	559	796	853	2.210	559	796	846
168	3.560	1.034	1.533	1.575	3.560	1.034	1.533	1.575	3.560	1.034	1.533	1.575	3.551	1.034	1.533	1.561
169	2.346	702	1.069	1.038	2.346	702	1.069	1.038	3.101	927	1.375	1.356	3.094	927	1.375	1.345
466	4.436	1.006	1.523	1.624	4.436	1.006	1.523	1.624	4.436	1.006	1.523	1.624	4.426	1.006	1.523	1.608
467	4.535	900	1.439	1.997	4.535	900	1.439	1.997	4.535	900	1.439	1.997	4.603	900	1.439	2.052
610	2.591	732	1.003	1.095	2.591	732	1.003	1.095	2.591	732	1.003	1.095	2.588	732	1.003	1.087
622	1.136	28	37	870	1.136	28	37	870	1.136	28	37	870	1.085	28	37	839
698	919	167	248	394	919	167	248	394	919	167	248	394	910	167	248	387
707	424	36	59	271	424	36	59	271	424	36	59	271	411	36	59	262
709	569	40	60	405	569	40	60	405	569	40	60	405	547	40	60	392
711	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
712	3.447	773	1.159	1.234	3.447	773	1.159	1.234	3.447	773	1.159	1.234	3.441	773	1.159	1.223
714	1.124	135	208	724	1.124	135	208	724	1.124	135	208	724	1.090	135	208	703
715	1.642	268	404	721	1.642	268	404	721	1.642	268	404	721	1.623	268	404	707
716	2.500	595	904	1.153	2.500	595	904	1.153	2.500	595	904	1.153	2.480	595	904	1.136
717	1.368	164	248	749	1.368	164	248	749	1.368	164	248	749	1.337	164	248	728
719	3.272	766	1.110	1.189	3.272	766	1.110	1.189	3.272	766	1.110	1.189	3.268	766	1.110	1.179
720	889	252	392	385	889	252	392	385	889	252	392	385	886	252	392	381
721	1.616	428	596	657	1.616	428	596	657	1.616	428	596	657	1.614	428	596	652
768	2.621	704	989	1.063	2.621	704	989	1.063	2.621	704	989	1.062	2.618	704	989	1.055
Total	**86.969**	**18.228**	**27.888**	**39.350**	**86.969**	**18.228**	**27.888**	**39.350**	**87.724**	**18.453**	**28.194**	**39.668**	**87.724**	**18.453**	**28.194**	**39.668**

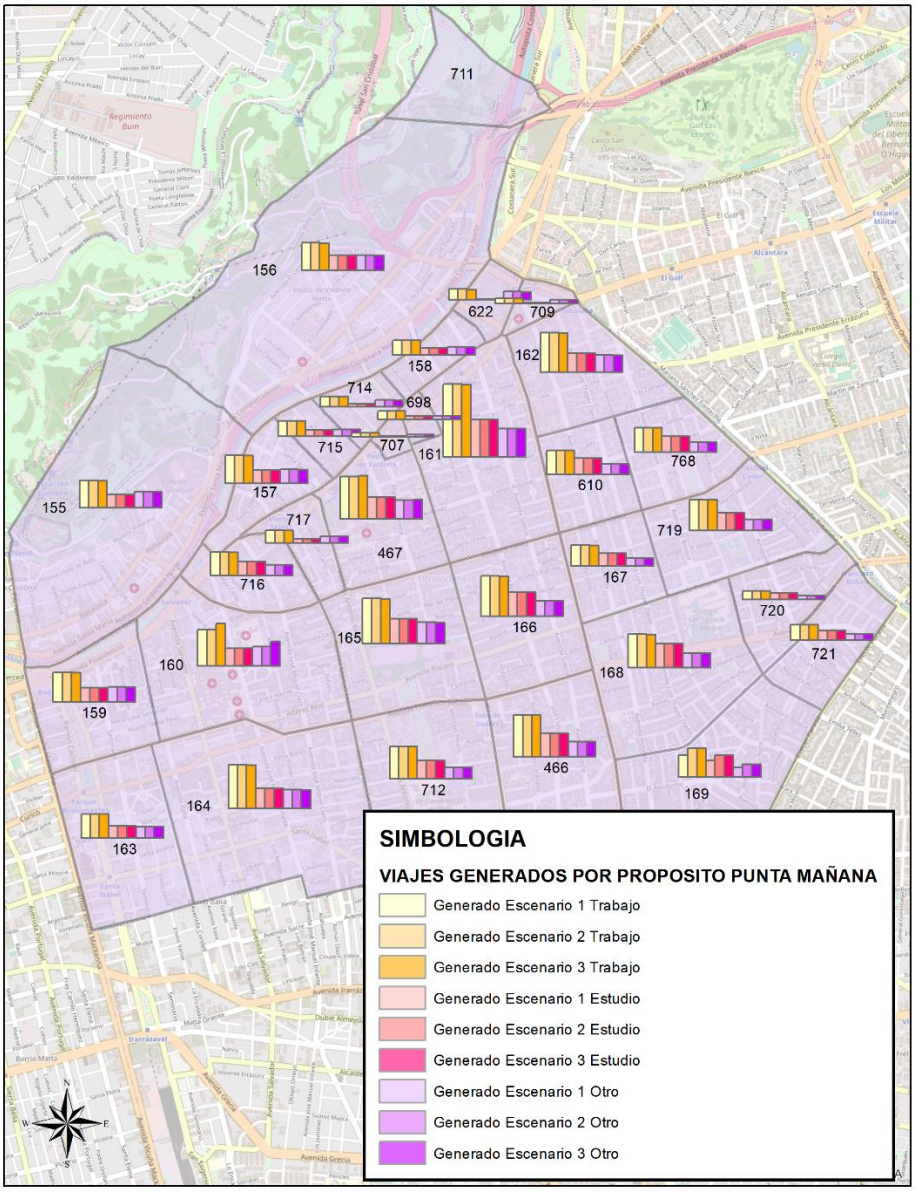
Fuente: Elaboración Propia

CUADRO Nº5.1-16: VIAJES GENERADOS EN PROVIDENCIA POR PROPOSITO, POR ESCENARIO DE DEMANDA, PERIODO FUERA DE PUNTA (VIAJES/HR)

Zona Providencia	Base			Escenario 1			Escenario 2			Escenario 3		
	Trabajo	Estudio	Otro	Trabajo	Estudio	Otro	Trabajo	Estudio	Otro	Trabajo	Estudio	Otro
155	657	71	2.550	659	71	2.562	657	71	2.550	657	71	2.550
156	913	78	1.290	921	81	1.320	913	78	1.290	913	78	1.290
157	1.205	58	1.183	1.218	62	1.339	1.208	58	1.296	1.208	58	1.296
158	694	32	888	709	36	1.084	698	32	1.039	698	32	1.039
159	830	65	1.845	836	67	1.872	830	65	1.845	830	65	1.845
160	1.487	98	1.396	1.489	99	1.404	1.487	98	1.396	2.299	98	1.396
161	1.523	213	3.119	1.514	208	3.133	1.525	213	3.180	1.525	213	3.180
162	1.002	112	1.981	1.018	121	2.051	1.002	112	1.981	1.002	112	1.981
163	855	46	1.396	859	48	1.416	855	46	1.396	855	46	1.396
164	708	129	2.670	703	126	2.645	708	129	2.670	708	129	2.670
165	547	143	2.831	532	135	2.765	547	143	2.831	547	143	2.831
166	615	116	1.637	619	118	1.652	615	116	1.637	615	116	1.637
167	273	66	799	255	58	726	273	66	799	273	66	799
168	479	138	1.497	507	151	1.605	479	138	1.497	479	138	1.497
169	289	88	1.073	305	95	1.138	376	113	1.362	376	113	1.362
466	499	135	1.634	464	118	1.487	499	135	1.634	499	135	1.634
467	1.060	123	1.944	1.060	121	2.094	1.066	123	2.117	1.191	123	2.117
610	358	85	1.017	361	87	1.029	358	85	1.017	358	85	1.017
622	1.164	3	1.708	1.165	3	1.741	1.165	3	1.737	1.165	3	1.737
698	249	22	318	265	24	748	263	22	735	263	22	735
707	309	5	155	310	5	158	309	5	155	309	5	155
709	439	5	332	439	5	331	439	5	332	439	5	332
711	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
712	433	105	1.312	419	98	1.254	433	105	1.312	433	105	1.312
714	732	17	686	739	19	746	733	17	722	733	17	722
715	519	40	604	523	37	845	527	40	865	527	40	865
716	543	79	1.043	542	79	1.039	543	79	1.043	543	79	1.043
717	384	22	824	382	21	816	384	22	824	384	22	824
719	380	96	1.160	376	94	1.141	380	96	1.160	380	96	1.160
720	143	34	415	148	36	434	143	34	415	143	34	415
721	181	52	642	183	53	649	181	52	642	181	52	642
768	325	86	972	328	88	985	325	86	972	325	86	972
Total	**19.794**	**2.364**	**40.922**	**19.848**	**2.364**	**42.206**	**19.920**	**2.389**	**42.450**	**20.857**	**2.389**	**42.450**

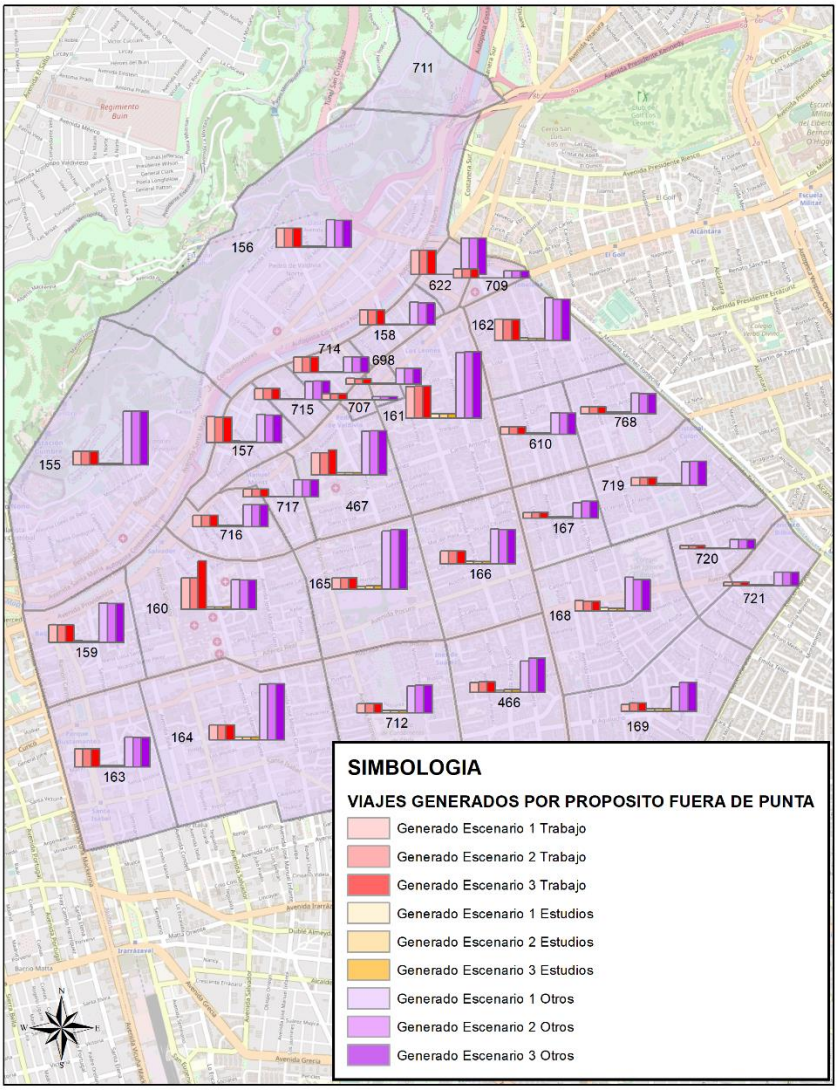
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 5.1-11: VIAJES GENERADOS POR ESCENARIO Y PROPOSITO DE VIAJE PUNTA MAÑANA (VIAJES/HR)



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 5.1-12: VIAJES GENERADOS ESCENARIO Y PROPOSITO DE VIAJE, FUERA DE PUNTA (VIAJES/HR)



Fuente: Elaboración Propia

Se observa para los distintos escenarios, que en la generación de viajes punta mañana prevalecen los viajes con propósito Trabajo y Estudio; y a su vez, las zonas con mayor cantidad de viajes en estos propósitos, corresponden a las zonas que presentan la mayor cantidad de hogares.

Por otra parte, se observa para los distintos escenarios, que en la generación de viajes del periodo fuera de punta prevalecen los viajes con propósito Otros (compras, diligencias, recreativos); que corresponden a las zonas que presentan la mayor cantidad de otros usos de suelo.

Es importante mencionar, que en las zonas 160 y 467 del Escenario 3 están contemplados los viajes provocados por el mayor equipamiento de salud asociado a la Modificación N°8 PRC, lo cual se refleja en el crecimiento del próposito Trabajo.

5.1.2.5 Estimación de Viajes por Modo

Se debe considerar que en el mediano y largo plazo habrán nuevos proyectos estructurales de transporte público en la comuna como: las Líneas 7 y 8 del Metro y el Teleférico Bicentenario, que influirán en los volúmenes de viajes de este modo n la comuna.

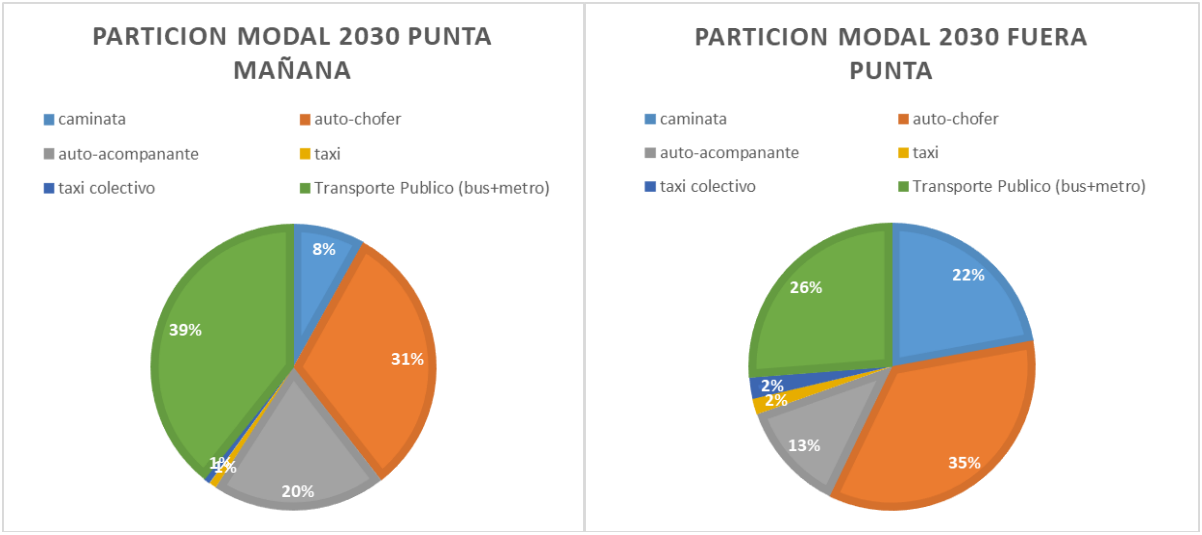
Para determinar la partición modal en auto de la comuna de providencia al año 2030, se presentan a continuación los resultados de las simulaciones ESTRAUS vigentes en la actualidad en SECTRA que contemplan estos proyectos.

CUADRO Nº5.1-17: PARTICION MODAL ESCENARIO ESTRAUS 2030

Modo	Punta Mañana (viajes/hr)	%	Fuera Punta (viajes/hr)	%
Caminata	262.930	8,1%	230.877	22,1%
Auto-Chofer	1.014.981	31,3%	366.349	35,1%
Auto-Acompanante	636.997	19,7%	129.758	12,4%
Taxi	26.521	0,8%	18.739	1,8%
Taxi Colectivo	23.702	0,7%	24.640	2,4%
Transporte Publico (Bus+Metro)	1.273.403	39,3%	273.704	26,2%
TOTAL	**3.238.534**	**100,0%**	**1.044.067**	**100,0%**

Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 5.1-13: PARTICION MODAL ESCENARIO ESTRAUS 2030



Fuente: Elaboración Propia

Se observa que el transporte público prevalece en el periodo punta mañana pero baja considerablemente en el fuera de punta. Si consideramos la suma de los modos auto chofer más auto acompañante (es decir todos los usuarios del auto) prevalece este modo agregado en ambos periodos, sobre el resto de los modos.

En los siguientes cuadros se presentan los viajes de transporte privado por zona para la comuna de Providencia por periodo en vehículos por hora y también una comparación por periodo con los viajes totales en auto de otras comunas aledañas a Providencia y del Gran Santiago.

CUADRO Nº5.1-18: VIAJES EN MODO TRANSPORTE PRIVADO, PUNTA MAÑANA (VEH/HR)

	Generados				Atraídos			
Zona Providencia	**Base 2030**	**Escenario 1**	**Escenario 2**	**Escenario 3**	**Base 2030**	**Escenario 1**	**Escenario 2**	**Escenario 3**
155	1.381	1.381	1.381	1.349	2.123	2.122	2.121	2.071
156	2.156	2.156	2.157	2.140	2.240	2.239	2.235	2.153
157	1.521	1.521	1.521	1.500	2.795	2.796	2.791	2.655
158	943	943	944	933	1.576	1.579	1.576	1.500
159	1.543	1.543	1.543	1.523	2.521	2.521	2.517	2.438
160	2.271	2.271	2.271	2.527	4.683	4.681	4.672	6.562
161	4.298	4.298	4.298	4.278	3.060	3.060	3.053	2.926
162	1.864	1.864	1.864	1.849	3.367	3.365	3.359	3.242
163	1.273	1.273	1.273	1.255	2.494	2.493	2.488	2.369
164	2.897	2.897	2.898	2.877	2.384	2.383	2.380	2.328
165	2.803	2.803	2.804	2.779	2.540	2.540	2.538	2.508
166	2.037	2.037	2.037	2.029	1.480	1.479	1.476	1.428
167	1.224	1.224	1.224	1.222	648	647	645	622
168	2.430	2.430	2.430	2.426	1.090	1.089	1.086	1.053
169	1.429	1.429	1.890	1.887	750	749	876	854
466	2.133	2.133	2.133	2.128	1.054	1.052	1.050	1.016
467	2.415	2.415	2.415	2.442	2.307	2.308	2.305	2.418
610	1.698	1.698	1.698	1.696	805	804	802	772
622	684	684	684	659	2.802	2.802	2.798	2.660
698	513	513	513	509	485	494	493	469
707	241	241	241	235	691	691	690	656
709	356	356	356	346	1.093	1.092	1.091	1.043
711	-	-	-	-	-	-	-	-
712	1.946	1.946	1.946	1.943	1.099	1.099	1.096	1.055
714	661	661	661	647	1.837	1.837	1.834	1.752
715	903	903	903	895	1.235	1.241	1.238	1.180
716	1.530	1.530	1.530	1.523	1.612	1.611	1.607	1.547
717	730	730	730	717	963	962	962	937
719	1.737	1.737	1.737	1.735	907	906	903	871
720	573	573	573	571	384	384	383	370
721	931	931	931	929	380	380	379	368
768	1.606	1.606	1.606	1.604	769	768	766	740
Total	**48.726**	**48.726**	**49.190**	**49.154**	**52.171**	**52.172**	**52.212**	**52.563**

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO Nº5.1-19: VIAJES EN PROVIDENCIA EN MODO, TRANSPORTE PRIVADO POR ESCENARIO, FUERA PUNTA (VEH/HR)

	Generados				Atraídos			
Zona Providencia	**Base 2030**	**Escenario 1**	**Escenario 2**	**Escenario 3**	**Base 2030**	**Escenario 1**	**Escenario 2**	**Escenario 3**
155	783	786	783	783	2.192	2.182	2.187	2.185
156	733	752	734	734	980	983	978	976
157	713	761	744	744	1.419	1.553	1.552	1.550
158	562	636	607	607	1.035	1.184	1.166	1.164
159	577	585	577	577	1.644	1.641	1.641	1.639
160	1.357	1.363	1.357	1.684	2.007	2.006	2.005	2.626
161	1.511	1.505	1.527	1.527	1.794	1.852	1.857	1.855
162	687	712	687	687	1.728	1.733	1.723	1.721
163	262	265	262	262	1.167	1.161	1.165	1.164
164	786	777	786	786	1.840	1.830	1.835	1.834
165	929	901	930	930	2.149	2.129	2.144	2.143
166	581	586	581	581	595	594	594	593
167	327	295	327	327	75	74	75	75
168	673	731	674	674	483	486	482	481
169	444	477	578	578	421	423	425	424
466	601	542	601	601	317	312	316	315
467	800	829	838	868	1.370	1.523	1.527	1.592
610	485	492	485	485	99	99	98	98
622	953	965	963	963	2.645	2.672	2.668	2.665
698	185	302	296	296	267	690	688	687
707	154	156	154	154	333	334	333	332
709	281	280	281	281	625	622	624	623
711	-	-	-	-	-	-	-	-
712	582	555	582	582	404	401	403	403
714	471	497	482	482	1.138	1.188	1.171	1.170
715	364	422	433	433	561	827	831	830
716	726	723	726	726	809	807	808	806
717	295	292	295	295	747	743	745	744
719	487	478	487	487	131	131	131	131
720	190	200	190	190	205	206	204	204
721	283	286	283	283	94	94	94	94
768	598	606	598	598	136	136	136	135
Total	**18.377**	**18.755**	**18.845**	**19.202**	**29.410**	**30.615**	**30.604**	**31.259**

Fuente: Elaboración Propia

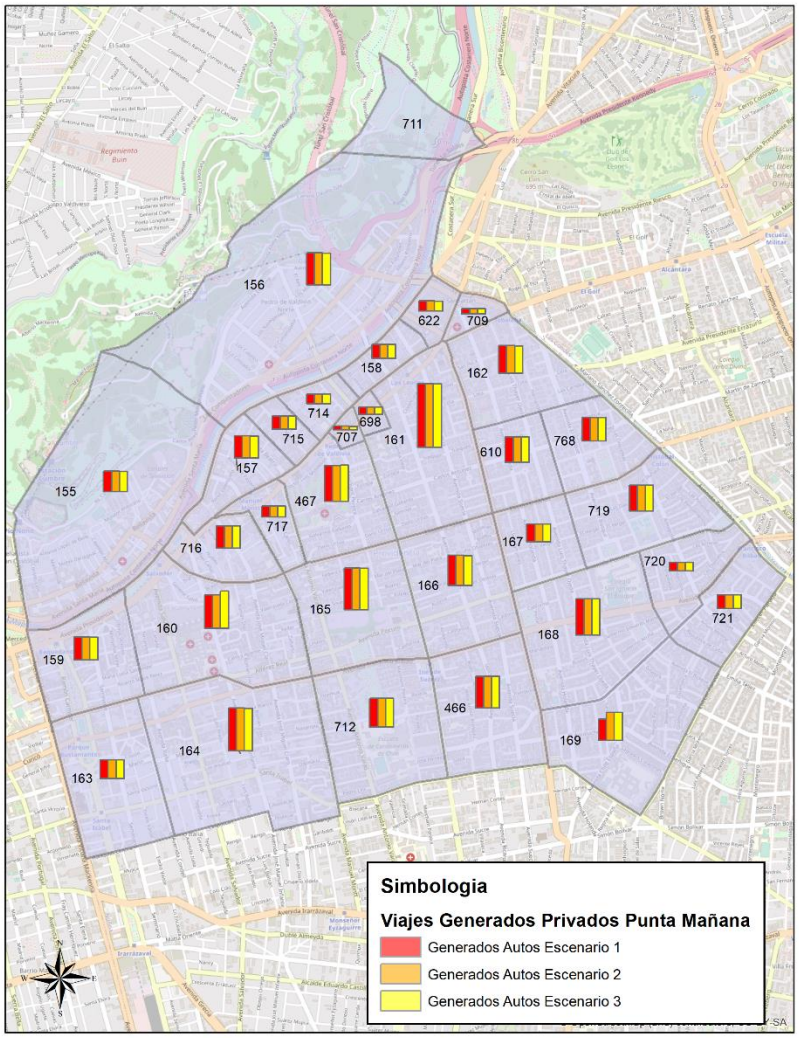
Al igual que para los viajes totales, las diferencias de viajes a nivel del modo auto entre escenarios son puntuales en algunas zonas, tanto para orígenes como para destinos, producto de los cambios de usos de suelo.

Como se dijo anteriormente, las diferencias correspondientes al Escenario 1 con el escenario ESTRAUS ajustado, se producen en las zonas achuradas del cuadro: 157, 158, 161, 467, 622, 698, 714 y 715, ubicadas en el centro de la comuna. A su vez, las diferencias de viajes en auto del Escenario 2 con el escenario ESTRAUS ajustado, se producen solo en la zona 169, ubicada en el sector del Aguilucho, con 450 viajes (veh/hr) generados en auto más que la Base en la punta mañana y 100 viajes (veh/hr), atraídos en auto más que la base también en ese periodo.

En el escenario 3 las diferencias se concentran en las zonas 160 y 467 con aumentos de viajes tanto generados como atraídos con respecto a los otros escenarios.

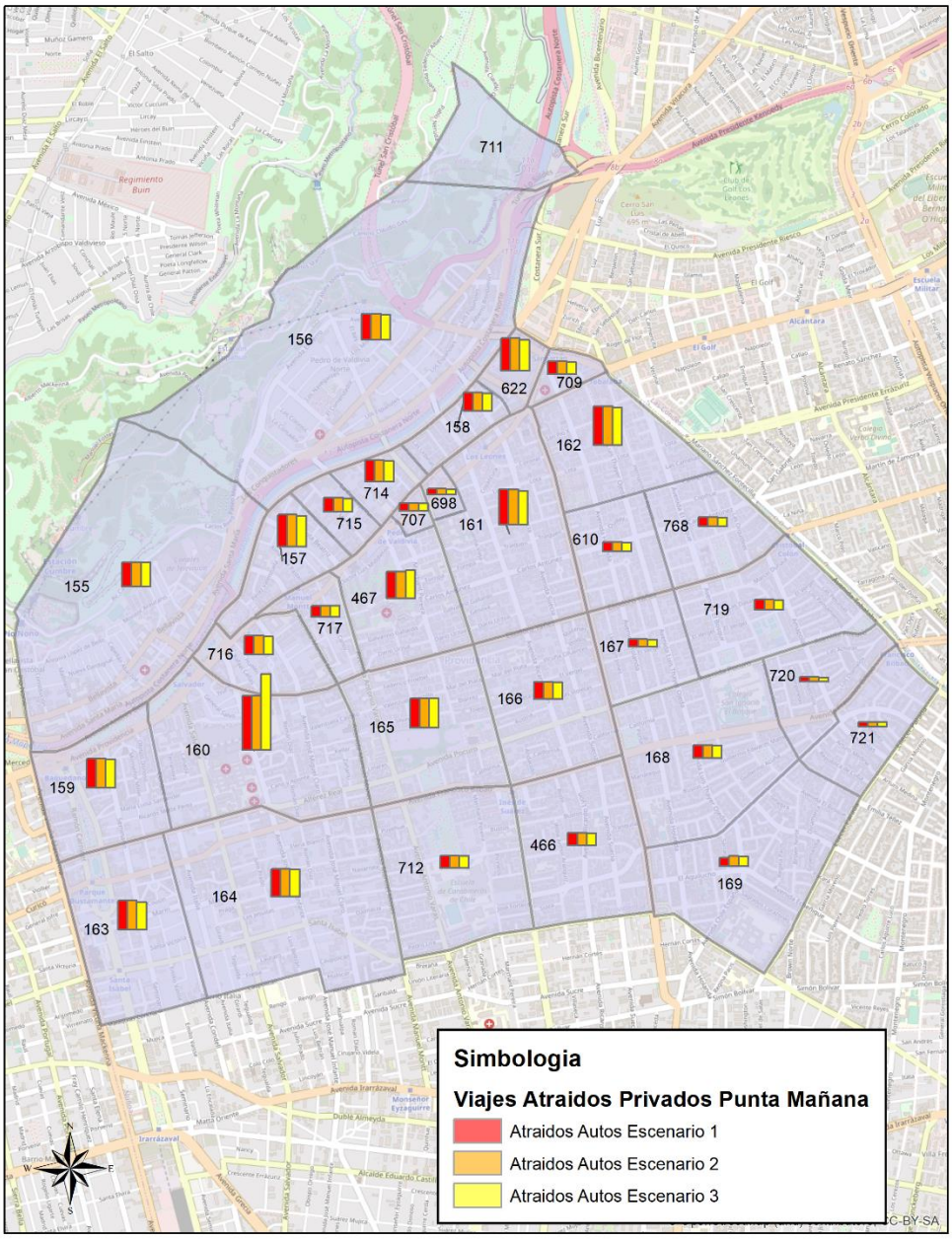
A continuación se presentan figuras con las diferencias de viajes generados y atraídos en transporte privado por zona por periodo.

FIGURA Nº 5.1-14: VIAJES GENERADOS EN AUTO PROVIDENCIA 2030 PUNTA MAÑANA (VEH/HR)



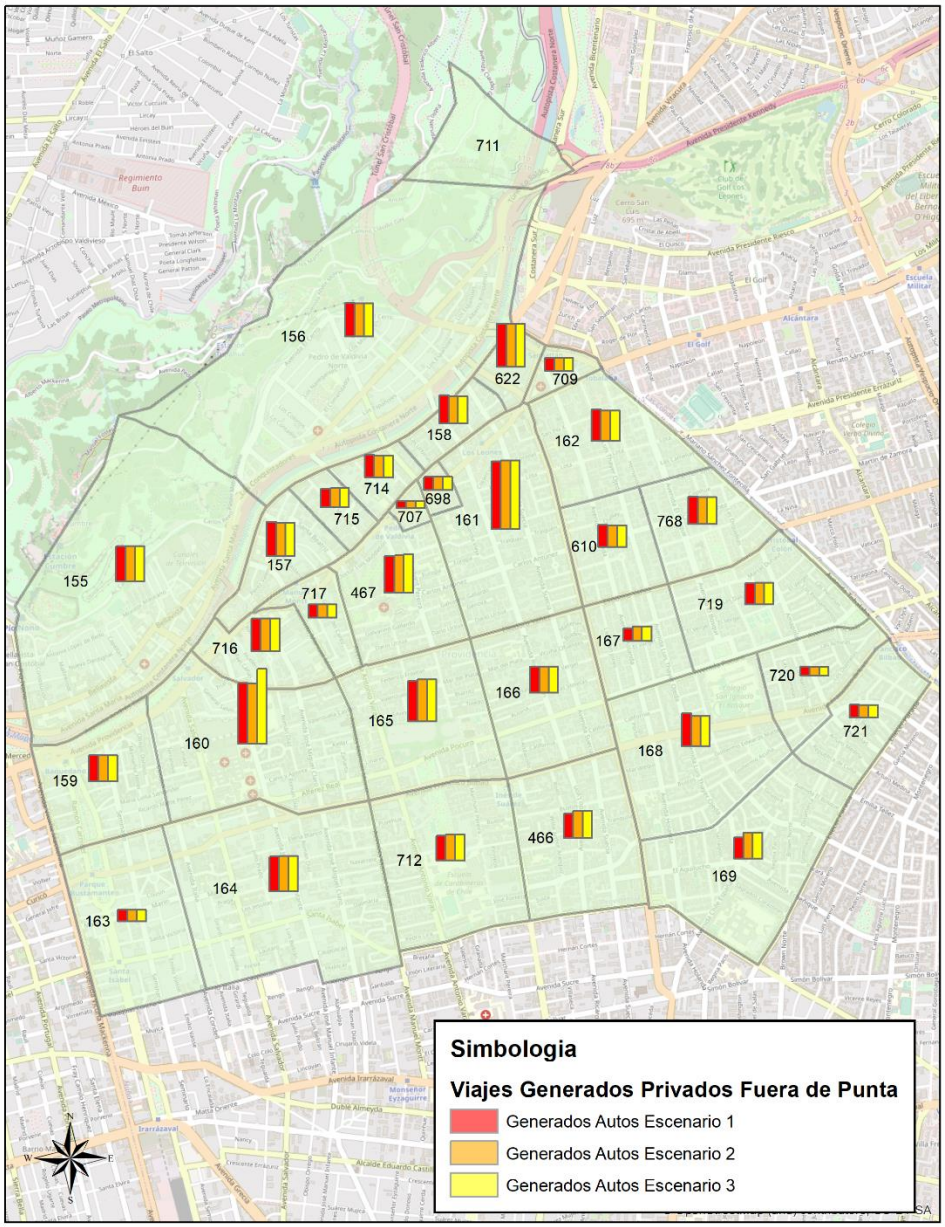
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 5.1-15: VIAJES ATRAIDOS EN AUTO POR ESCENARIO, 2030 PUNTA MAÑANA (VEH/HR)



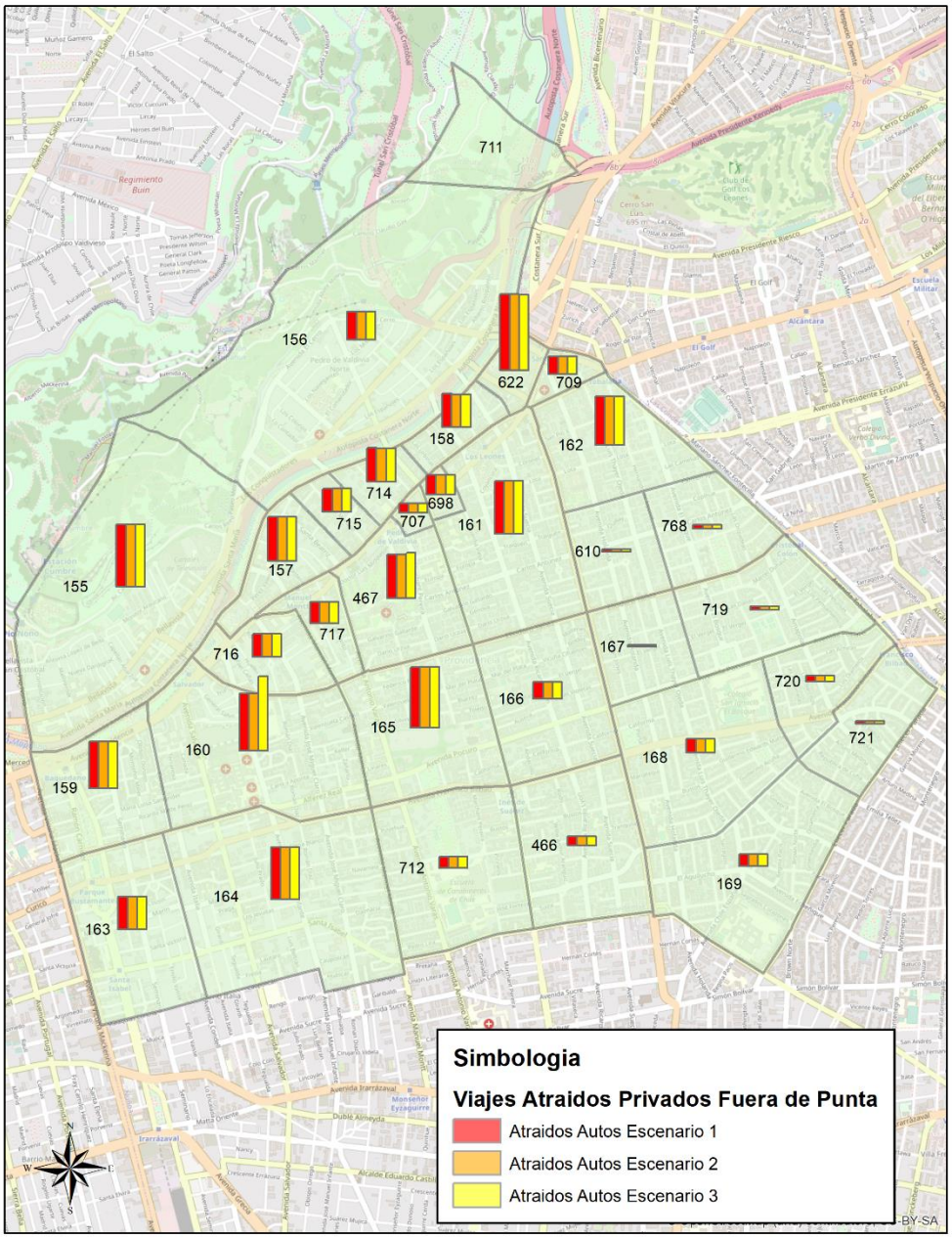
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 5.1-16: VIAJES GENERADOS EN AUTO POR ESCENARIO, FUERA DE PUNTA (VEH/HR)



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 5.1-17: VIAJES ATRAIDOS EN AUTO PORB ESCENARIO, FUERA DE PUNTA (VEH/HR)



Fuente: Elaboración Propia

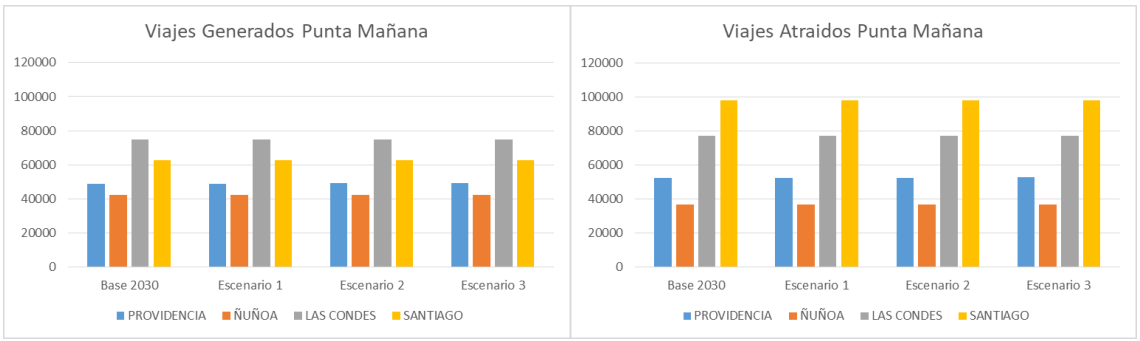
A continuación se presentan cuadros y gráficos con los totales de viajes en transporte privado generado y atraído para la comuna de Providencia y para las comunas aledañas, también se presentan los totales de viajes en transporte privado generados y atraídos en cada uno de los escenarios estudiados.

CUADRO Nº5.1-20: VIAJES POR COMUNA, TRANSPORTE PRIVADO POR ESCENARIO, PUNTA MAÑANA (VEH/HR)

COMUNA	GENERADOS				ATRAIDOS			
	Base 2030	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Base 2030	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
PROVIDENCIA	48.726	48.726	49.190	49.154	52.171	52.172	52.212	52.563
ÑUÑOA	42.322	42.322	42.323	42.323	36.825	36.825	36.846	36.829
LAS CONDES	74.637	74.637	74.640	74.640	77.068	77.068	77.134	77.125
SANTIAGO	62.565	62.565	62.569	62.569	97.884	97.883	97.952	97.903
GRAN SANTIAGO	**797.494**	**797.494**	**797.985**	**797.949**	**797.494**	**797.494**	**797.985**	**797.949**

Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 5.1-18: VIAJES POR COMUNA, TRANSPORTE PRIVADO POR ESCENARIO, PUNTA MAÑANA



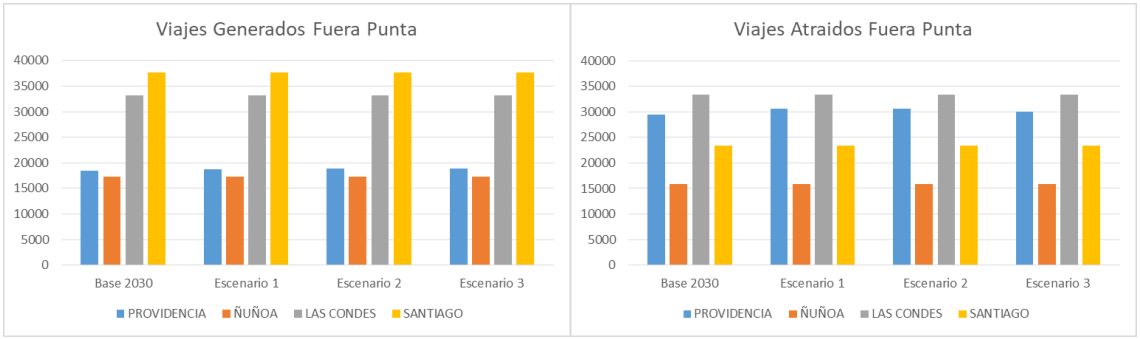
Fuente: Elaboración Propia

CUADRO Nº5.1-21: VIAJES POR COMUNA, TRANSPORTE PRIVADO POR ESCENARIO, FUERA DE PUNTA (VEH/HR)

COMUNA	GENERADOS				ATRAIDOS			
	Base 2030	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Base 2030	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
PROVIDENCIA	18.377	18.755	18.845	19.202	29.410	30.615	30.604	31.259
ÑUÑOA	17.267	17.267	17.268	17.268	15.904	15.864	15.870	15.857
LAS CONDES	33.174	33.176	33.178	33.178	33.386	33.292	33.308	33.262
SANTIAGO	37.636	37.640	37.643	37.643	23.356	23.311	23.320	23.300
GRAN SANTIAGO	**385.026**	**385.424**	**385.538**	**385.895**	**385.026**	**385.424**	**385.538**	**385.895**

Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 5.1-19: VIAJES POR COMUNA, TRANSPORTE PRIVADO POR ESCENARIO, FUERA DE PUNTA



Fuente: Elaboración Propia

5.1.2.6 Crecimiento esperado del Modo Transporte Privado al 2030 por Escenario de Demanda

Una vez estimados los viajes para los diferentes escenarios al año 2030, estos se utilizan para estimar los factores de crecimiento a aplicar a las matrices resultantes del proceso de calibración de las redes de modelación de la comuna, para la estimación de los viajes de transporte privado proyectados por escenario.

A continuación se presenta un cuadro con los factores de crecimiento porcentual por escenario, tanto para orígenes como para destinos por zona y categoría socioeconómica, del periodo 2021 al 2030, para el periodo punta mañana.

En anexo digital 21.2 se presentan el cálculo de los crecimientos porcentuales de orígenes y destinos por zona, para cada escenario modelado.

CUADRO Nº5.1-22: CRECIMIENTO PORCENTUAL DE VIAJES ORIGINADOS EN AUTO POR ESCENARIO 2030/2021, PUNTA MAÑANA

Zona	Categoría Socioeconómica											
	Cat1 (%)				Cat2 (%)				Cat3 (%)			
	Base	Esc1	Esc2	Esc3	Base	Esc1	Esc2	Esc3	Base	Esc1	Esc2	Esc3
155	6	6	6	4	38	38	38	35	38	38	38	34
156	9	9	9	6	85	85	85	81	97	97	97	96
157	62	62	62	60	43	43	43	41	24	24	24	22
158	7	7	7	4	97	97	97	94	104	104	104	103
159	17	17	17	15	31	31	31	29	15	15	15	14
160	0	0	0	34	47	47	47	72	57	57	57	68
161	-12	-12	-12	-14	93	93	93	93	-2	-2	-2	-2
162	-1	-1	-1	-3	124	124	124	122	4	4	4	3
163	13	13	13	12	43	43	43	41	61	61	61	57
164	-16	-16	-16	-18	40	40	40	39	14	14	14	13
165	-10	-10	-10	-12	92	92	92	90	1	1	1	0
166	55	55	55	54	10	10	10	10	13	13	13	12
167	-26	-26	-26	-26	27	27	27	26	7	7	7	7
168	18	18	18	16	61	61	61	61	86	86	86	86
169	1	1	25	24	86	86	142	141	75	75	133	133
466	-18	-18	-18	-19	76	76	76	76	-3	-3	-3	-4
467	-11	-11	-11	-9	110	110	110	112	-2	-2	-2	-1
610	-8	-8	-8	-8	55	55	55	55	59	59	59	59
622	193	193	192	180	334	334	334	315	231	231	231	221
698	-14	-14	-14	-16	88	88	88	87	2	2	2	1
707	-14	-14	-14	-17	60	60	60	56	10	10	10	7
709	-1	-1	-1	-5	48	48	48	43	27	27	27	25
711	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
712	-11	-11	-11	-12	93	93	93	93	-2	-2	-2	-2
714	34	34	34	29	124	124	124	118	138	138	139	135
715	-29	-29	-29	-31	74	74	74	73	3	3	3	2
716	-10	-10	-10	-11	39	39	39	38	52	52	52	52
717	-11	-11	-11	-14	104	104	104	101	-5	-5	-5	-7
719	-19	-19	-19	-19	73	73	73	73	1	1	1	1
720	3	3	3	1	53	53	53	52	63	63	63	62
721	-11	-11	-11	-12	46	46	46	46	61	61	61	61
768	-16	-16	-16	-17	31	31	31	31	43	43	43	43

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO Nº5.1-23: CRECIMIENTO PORCENTUAL DE VIAJES ATRAIDOS EN AUTO POR ESCENARIO 2021/2030, PUNTA MAÑANA

Zona	Categoría Socioeconómica											
	Cat1 (%)				Cat2 (%)				Cat3 (%)			
	Base	Esc1	Esc2	Esc3	Base	Esc1	Esc2	Esc3	Base	Esc1	Esc2	Esc3
155	-1	-1	-2	-3	38	38	38	35	36	36	36	32
156	-8	-8	-8	-13	72	72	71	63	74	74	74	68
157	93	93	92	82	60	60	59	51	52	52	52	44
158	-18	-18	-18	-23	69	70	69	60	62	62	62	55
159	26	26	26	22	32	32	32	28	20	20	20	16
160	2	2	2	69	50	50	50	118	60	60	60	113
161	-20	-20	-20	-25	87	87	86	79	-6	-6	-6	-10
162	-7	-7	-8	-12	115	115	114	107	1	1	1	-3
163	14	14	14	9	59	59	58	51	68	68	68	59
164	-14	-14	-14	-17	46	46	46	43	22	22	22	19
165	-8	-8	-8	-10	97	97	97	94	5	5	5	4
166	44	44	44	39	14	14	13	10	23	22	22	18
167	-19	-19	-19	-22	45	45	45	39	23	23	23	18
168	8	8	7	2	56	56	55	50	80	80	79	74
169	-19	-19	-12	-15	66	66	91	86	50	50	78	73
466	-5	-5	-5	-9	108	108	107	100	16	16	15	12
467	-20	-20	-20	-15	102	102	102	111	-8	-8	-8	-3
610	-8	-8	-8	-12	63	63	63	56	67	67	66	60
622	220	220	219	201	408	408	406	378	271	271	271	255
698	-29	-28	-28	-33	62	65	64	56	-14	-12	-12	-17
707	-19	-19	-19	-24	63	63	63	55	7	7	6	1
709	8	8	8	2	76	76	76	66	44	44	44	39
711	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
712	-2	-2	-2	-6	104	103	103	95	5	5	5	1
714	21	21	20	13	121	121	121	109	122	122	122	114
715	-37	-37	-37	-41	57	58	57	50	-6	-6	-6	-11
716	-14	-14	-14	-18	32	32	32	26	45	45	45	40
717	-20	-20	-20	-23	96	96	96	91	-12	-12	-12	-14
719	-17	-17	-17	-20	82	81	81	74	7	7	7	3
720	-4	-4	-5	-9	51	51	50	45	60	60	60	55
721	-14	-14	-15	-18	51	51	50	45	65	65	64	59
768	-20	-20	-20	-23	32	32	31	26	44	44	43	38

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presentan un cuadro con los factores de crecimiento porcentual por escenario, tanto para orígenes como para destinos por zona y categoría socioeconómica, del periodo 2021 al 2030, para el periodo fuera de punta.

CUADRO Nº5.1-24: CRECIMIENTO PORCENTUAL DE VIAJES ORIGINADOS EN AUTO POR ESCENARIO 2030/2021, FUERA DE PUNTA

Zona	Categoría Socioeconómica											
	Cat1 (%)				Cat2 (%)				Cat3 (%)			
	Base	Esc1	Esc2	Esc3	Base	Esc1	Esc2	Esc3	Base	Esc1	Esc2	Esc3
155	-11	-10	-11	-11	31	32	31	31	28	29	28	28
156	6	7	6	6	70	71	70	70	85	91	86	86
157	27	37	34	34	60	71	67	67	46	55	52	52
158	-8	5	3	3	47	67	63	63	64	86	74	74
159	-4	-3	-4	-4	36	38	36	36	24	26	24	24
160	-6	-6	-6	27	41	41	41	83	50	51	50	78
161	-14	-13	-12	-12	63	62	65	65	7	7	8	8
162	-5	-4	-5	-5	80	88	80	80	19	23	19	19
163	-4	-2	-4	-4	39	40	39	39	41	42	41	41
164	-17	-17	-17	-17	36	35	36	36	21	19	21	21
165	-11	-12	-11	-11	64	60	64	64	10	6	10	10
166	20	21	20	20	25	26	25	25	19	20	19	19
167	-20	-25	-20	-20	28	17	28	28	9	-2	9	9
168	5	6	5	5	61	70	61	61	81	98	81	81
169	-3	-1	17	17	68	76	110	110	69	83	123	123
466	-9	-13	-9	-9	67	51	67	67	3	-7	3	3
467	-14	-8	-7	-3	64	70	72	78	7	10	11	16
610	3	3	3	3	58	60	58	58	58	60	58	58
622	4	5	5	5	69	71	71	71	73	75	75	75
698	-21	70	69	69	48	143	138	138	6	70	67	67
707	-20	-20	-20	-20	28	29	27	27	14	15	14	14
709	-13	-13	-13	-13	33	33	33	33	29	29	29	29
711	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
712	-9	-11	-9	-9	79	71	79	79	7	2	7	7
714	34	39	38	38	105	114	111	111	114	129	118	118
715	-24	3	3	3	41	62	67	67	8	25	28	28
716	-13	-13	-13	-13	34	33	34	34	46	45	46	46
717	-16	-17	-16	-16	50	48	50	50	9	8	9	9
719	-14	-15	-14	-14	63	61	63	63	6	4	6	6
720	0	1	-1	-1	52	58	52	52	59	69	59	59
721	-6	-5	-6	-6	48	49	48	48	58	60	58	58
768	-13	-12	-13	-13	33	34	33	33	41	44	41	41

Fuente: Elaboración Propia

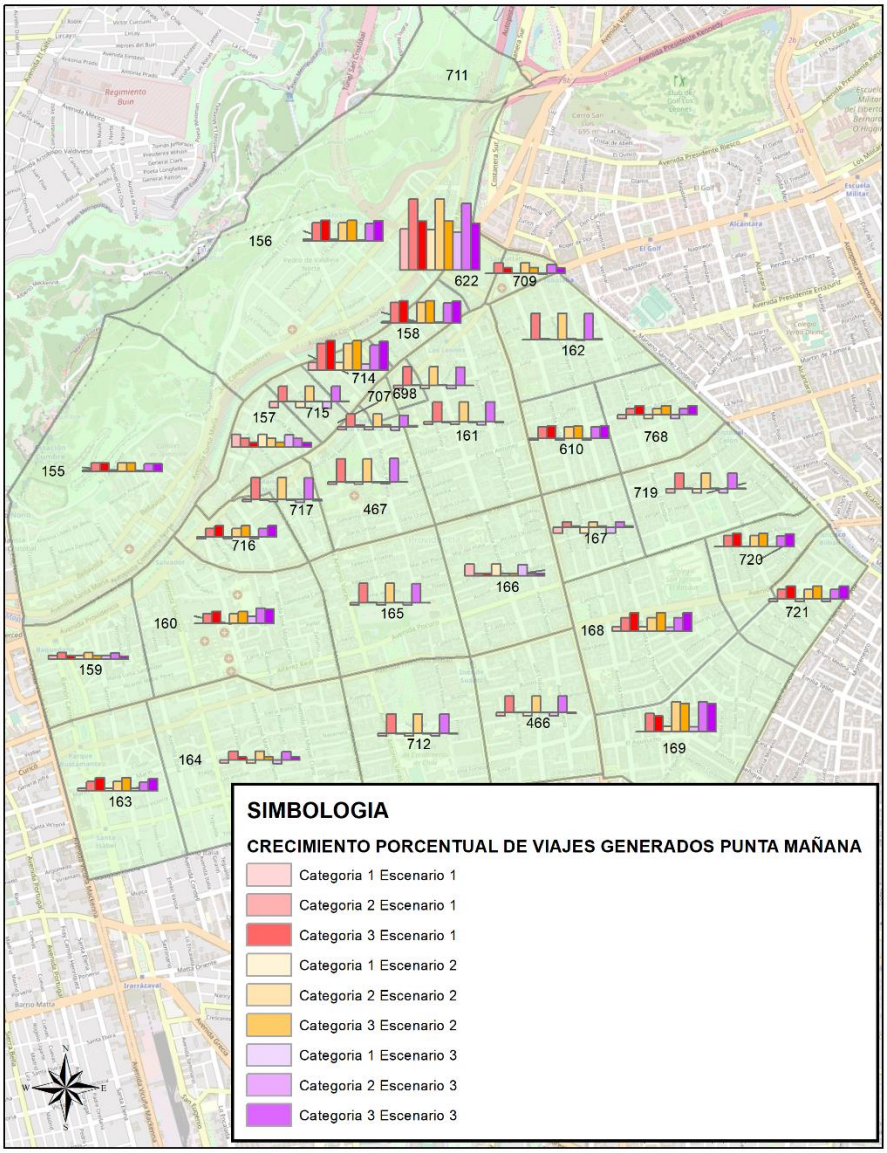
CUADRO Nº5.1-25: CRECIMIENTO PORCENTUAL DE VIAJES ATRAIDOS EN AUTO POR ESCENARIO 2030/2021, FUERA DE PUNTA

Zona	Categoría Socioeconómica											
	Cat1 (%)				Cat2 (%)				Cat3 (%)			
	Base	Esc1	Esc2	Esc3	Base	Esc1	Esc2	Esc3	Base	Esc1	Esc2	Esc3
155	-7	-7	-7	-7	40	40	40	40	37	36	37	36
156	-12	-13	-12	-12	45	43	45	44	59	61	59	59
157	31	45	45	45	60	76	76	76	52	66	66	66
158	-19	-7	-5	-5	37	57	58	58	51	73	68	67
159	2	2	2	2	38	38	38	38	30	30	29	29
160	-9	-9	-9	31	35	35	35	84	46	46	46	83
161	-23	-19	-20	-20	47	52	53	53	-2	1	2	1
162	-11	-13	-11	-11	67	68	67	66	13	13	13	13
163	-2	-2	-2	-2	40	40	40	40	44	42	43	43
164	-10	-9	-10	-10	42	41	42	42	29	29	29	29
165	-4	-3	-4	-4	72	72	72	72	19	17	18	18
166	20	19	20	20	18	18	18	18	21	21	21	20
167	-25	-23	-25	-25	20	20	20	20	5	3	5	5
168	-9	-14	-9	-9	37	35	37	37	58	61	58	58
169	-24	-26	-28	-28	34	32	31	31	35	37	38	38
466	-13	-9	-13	-13	58	57	58	58	1	-1	0	0
467	-20	-7	-7	-2	57	75	75	82	3	14	14	19
610	-9	-10	-9	-9	41	40	41	41	43	43	43	43
622	-3	-1	-1	-1	64	65	65	65	67	69	68	68
698	-29	142	145	145	36	253	251	251	-2	151	150	150
707	-21	-22	-21	-21	30	30	30	30	17	17	16	16
709	-14	-13	-14	-14	38	38	38	38	34	33	33	33
711	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
712	-11	-10	-11	-11	61	60	60	60	0	-1	0	0
714	24	27	29	29	97	102	104	104	104	115	109	109
715	-30	21	19	19	31	92	94	94	3	51	52	52
716	-20	-20	-20	-20	20	20	20	20	34	33	33	33
717	-15	-14	-15	-15	59	58	59	59	15	14	15	15
719	-26	-25	-26	-26	40	39	39	39	-7	-7	-7	-7
720	-3	-6	-3	-3	50	49	50	50	58	60	58	58
721	-21	-22	-21	-21	23	22	22	22	33	33	33	33
768	-24	-24	-24	-24	13	13	13	13	23	23	23	23

Fuente: Elaboración Propia

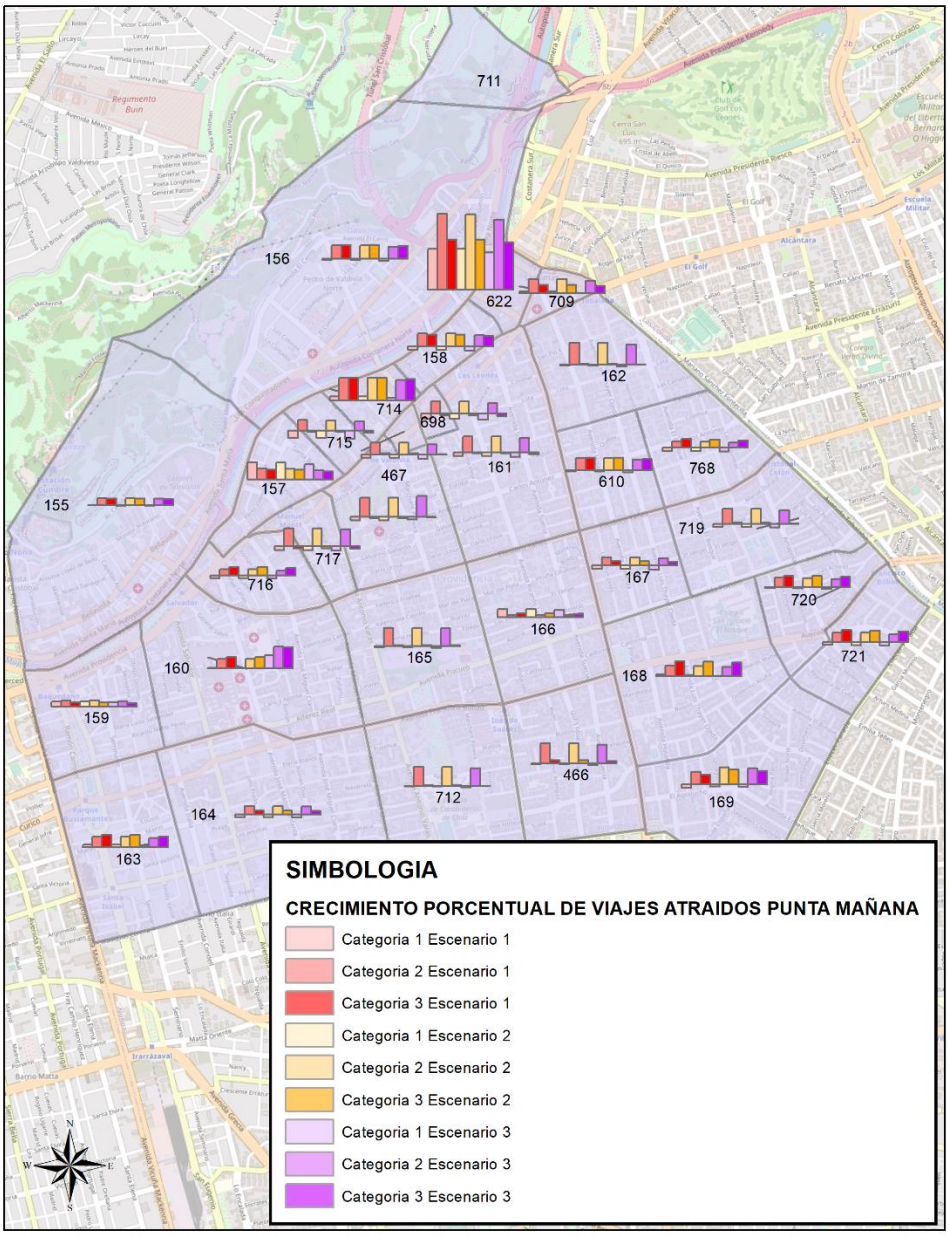
A continuación se presentan figuras con los factores de crecimiento porcentual por escenario, tanto para orígenes como para destinos por zona y categoría socioeconómica, del periodo 2021 al 2030, para los periodos punta mañana y fuera de punta.

FIGURA Nº 5.1-20: CRECIMIENTO DE VIAJES ORIGINADOS EN AUTO POR ESCENARIO, PUNTA MAÑANA 2021/2030 (%)



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 5.1-21: CRECIMIENTO DE VIAJES ATRAIDOS EN AUTO POR ESCENARIO, PUNTA MAÑANA 2021/2030 (%)



Fuente: Elaboración Propia

5.1.2.7 Disminución de Viajes en auto por mayores facilidades para los modos sustentables

Es conocido que los viajes en los modos caminata y bicicleta son los más demandados para distancias medias y bajas; en este sentido, es interesante analizar cómo se comporta la partición modal por distancia de viaje en la comuna de Providencia, de manera de precisar las longitudes de los viajes por modo.

A continuación se presentan gráficos con la información recogida de la partición modal de la corrida del modelo ESTRAUS para el escenario vigente 2030.

FIGURA Nº 5.1-22: PARTICION MODAL POR DISTANCIA VIAJES CON ZONA ORIGEN EN LA COMUNA DE PROVIDENCIA

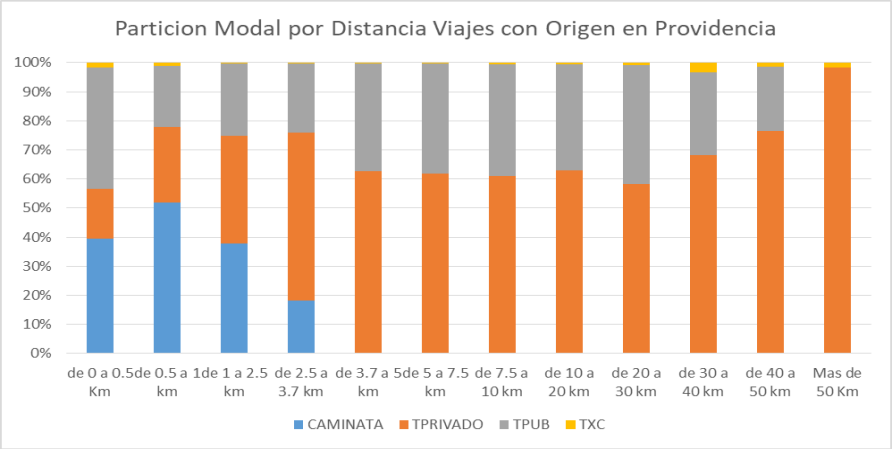
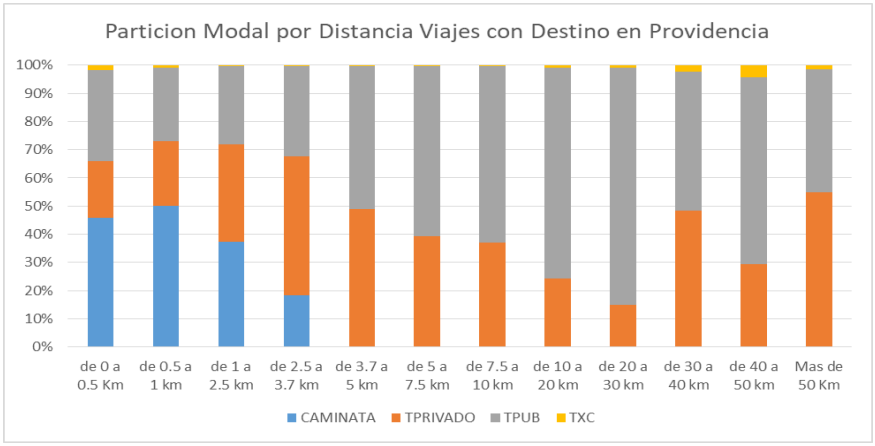


FIGURA Nº 5.1-23: PARTICION MODAL POR DISTANCIA VIAJES CON ZONA DESTINO EN LA COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración Propia a partir de resultados modelación ESTRAUS Base 2030

Del análisis de los gráficos anteriores, se puede apreciar que para los viajes originados en Providencia de más de 3 km pero menos de 7 km, el 60% de estos se realizan en transporte privado. Para los viajes con destino en Providencia es un poco menor, pero sigue siendo alto.

Entre los modos con mayor potencial para traspasar usuarios al modo bicicleta está el transporte privado y el transporte público, dada las encuestas de usuarios de bicicletas realizadas en el presente estudio.

Dado esto, el cuadro siguiente presenta un histograma de la distancia de viaje de los viajes en transporte privado, que es el modo que se cuenta para modelar con la red calibrada del año 2021.

Del análisis del cuadro, se puede apreciar que más del 70% de los viajes en transporte privado tanto con origen o destino en Providencia son viajes de menos de 10 Kilómetros.

Una parte importante de estos viajes de usuarios de transporte privado (auto chofer) podrían ser traspasados a los modos bicicletas y caminata si la infraestructura para estos modos sustentables es mejorada y la capacidad vial de las vías para modos vehiculares privados restringida.

Esto debiera suceder en particular en aquellos ejes de la comuna, que según los planes definidos para analizar contengan proyectos de ciclovías y veredas mejoradas en términos de seguridad peatonal y de continuidad entre calles por medidas de accesibilidad universal.

CUADRO Nº5.1-26: HISTOGRAMA DISTANCIA DE VIAJE EN TRANSPORTE PRIVADO CON ORIGEN Y DESTINO EN PROVIDENCIA

DISTANCIA (km)	VIAJES CON ORIGEN EN PROVIDENCIA			VIAJES CON DESTINO EN PROVIDENCIA		
	(Viajes/hr)	(%)	(%) Acumulado	(Viajes/hr)	(%)	(%) Acumulado
0,5	189	0,3	0,3	189	0,4	0,3
1,0	1.035	1,9	2,2	892	1,7	2,0
2,5	6.585	12,0	14,3	7.339	14,0	15,4
3,7	7.250	13,2	27,5	8.247	15,8	30,4
5,0	6.338	11,6	39,1	6.559	12,5	42,4
7,5	10.272	18,8	57,8	9.549	18,3	59,8
10	6.940	12,7	70,5	6.604	12,6	71,9
20	13.142	24,0	94,5	9.500	18,2	89,2
30	2.332	4,3	98,7	1.664	3,2	92,3
40	189	0,3	99,1	973	1,9	94,1
50	117	0,2	99,3	231	0,4	94,5
Mayor a 50	380	0,7	100,0	546	1,0	95,5
Total	**54.768**	**100,0**		**52.292**	**100,0**	

Fuente: Elaboración Propia a partir de corrida ESTRAUS Base 2030

Para abordar el efecto de estos modos sustentables mejorados en los viajes de modo transporte privado, se corrige la matriz de viajes de automóvil según la distancia de viaje recorrida, considerando lo siguiente:

- Disminución en un 10% los viajes de transporte privado, para todos los pares origen-destino de la matriz con una distancia inferior a 7 km y cuya zona origen se ubique en Providencia y la zona destino en otra comuna.

- Disminución en un 2% los viajes de transporte privado, para todos los pares origen-destino de la matriz con una distancia superiores a 7 km y cuya zona destino se ubique en Providencia y la zona origen en otra comuna.

- Disminución en un 2% los viajes de transporte privado, para todos los pares origen-destino de la matriz zonas origen y destino se ubiquen fuera en Providencia.

5.1.3 Definición de Proyectos del Plan 2 Optimista Ajustado

En este punto se realiza un ajuste al Plan 2 Optimista, definido como parte de los escenarios de Oferta en el punto 4.3.4 del Capítulo 4.3, correspondiente a la Tarea 17 de la Etapa 4 anterior del estudio. Se realiza también un análisis y justificación de los principales proyectos propuestos por el consultor.

5.1.3.1 Clasificación de la Totalidad de proyectos del Plan 2 Ajustado

Como se dijo anteriormente, a partir de los diagnósticos realizados y la identificación de aspectos críticos de movilidad de la comuna, obtenidos en la Etapa 4, surgieron nuevas iniciativas que conforman el listado total de proyectos del Plan 2 Optimista ajustado.

Estos nuevos proyectos al igual que los proyectos del Plan 2 original, son también clasificados de acuerdo al objetivo que persiguen, conformando el listado total de proyectos del Plan ajustado que se presenta en el cuadro siguiente.

Como se aprecia del cuadro 5.1-27 siguiente, a los 55 proyectos del Plan 2 original, se agregan 35 proyectos nuevos, quedando conformado el Plan 2 Optimista ajustado con **90 proyectos.**

Las nuevas propuestas del Plan 2 ajustado, se clasifican como proyectos de Ciclo inclusión, Gestión Vial, Intermodalidad con Metro, facilidades de Transporte Público y Semaforización, privilegiando de esta manera a los modos sustentables.

La figura 5.1-26 presenta la ubicación de los proyectos del Plan N°2 Optimista Ajustado

CUADRO Nº5.1-27: PROYECTOS QUE CONFORMAN EL PLAN 2 OPTIMISTA AJUSTADO

ID CIS	Clasificación	Tipo Proyecto	Ubicación	Características
1	Caminabilidad	Paseo Peatonal	Las Bellotas entre Coyancura y Nueva Providencia	Prioridad en la movilidad de peatones
2			Granaderos entre M. Montt y Barros Borgoño	Prioridad en la movilidad de peatones
3	Gestión Vial	Semaforización	Suecia con Bustos	Mejoramiento pavimentos e iluminación de cruces
4			Seminario con María Luisa Santander	
5			Tobalaba con Carmen Sylva	
6			El Bosque con Diego de Almagro	
7			Carmen Sylva con Hernando De Aguirre	
8			Carmen Sylva con Luis Thayer Ojeda	
9			Antonio Varas con Dr. Solís de Ovando	
10			Providencia con Padre Mariano	
11			Sta. María con Los Piñones	
12			Dávalos con Bellavista	
13			Providencia con Almirante Pastene	
14	Ciclo inclusión	Ciclovía	Carlos Antúnez desde Andrés Bello a Tobalaba	Ciclovía en calzada, por costado derecho, se reduce una pista vehicular
15			Ciclovía J.M. Infante	Ciclovía en calzada, por costado izquierdo
16			Puyehue - Marín	Modificar cruces para separar a modos
17			Antonio Varas	Modificar cruces para separar a modos
18		Ciclopaseo	Tobalaba desde Lota a Vitacura	Ciclovía en cicloparque hasta Apoquindo
19	Gestión Vial	Gestión Vial	Pedro de Valdivia desde Providencia a Diagonal Oriente	Incorporación de bandejón central, ajuste geométrico, aperturas peatonales, veredas continuas.
20	Caminabilidad	Semaforización	Antonio Bellet con Providencia	Habilitar nuevos semáforos que conecten ambas aceras del eje dos Providencias, incluyendo rebajes de accesibilidad universal.
21			General Del Canto con Avenida Nueva Providencia	
22			Santa Beatriz con Providencia	
23			Antonio Varas con Providencia	
24			Antonio Varas con Avenida Nueva Providencia	
25			Alcalde Rafael Vives con Avenida Nueva Providencia	
26			Providencia Entre Marchant Pereira Y La Concepción	
27			Providencia con Miguel Claro	
28			Marchant Pereira con Avenida Nueva Providencia	
29	Caminabilidad	Semaforización	Santa Isabel con José Manuel Infante	El proyecto impacta en el mejoramiento de la peatonalidad de la comuna y rutas 8/80 inclusivas.
30			Almirante Pastene con Providencia	
31			Holanda con Bustos	
32			Bustos con Luis Thayer Ojeda	
33			Providencia con Padre Mariano	
34			Seminario con Rodolfo Vergara Antúnez	
35			Providencia con Obispo Pérez De Espinoza	
36			Providencia con General Bustamante	

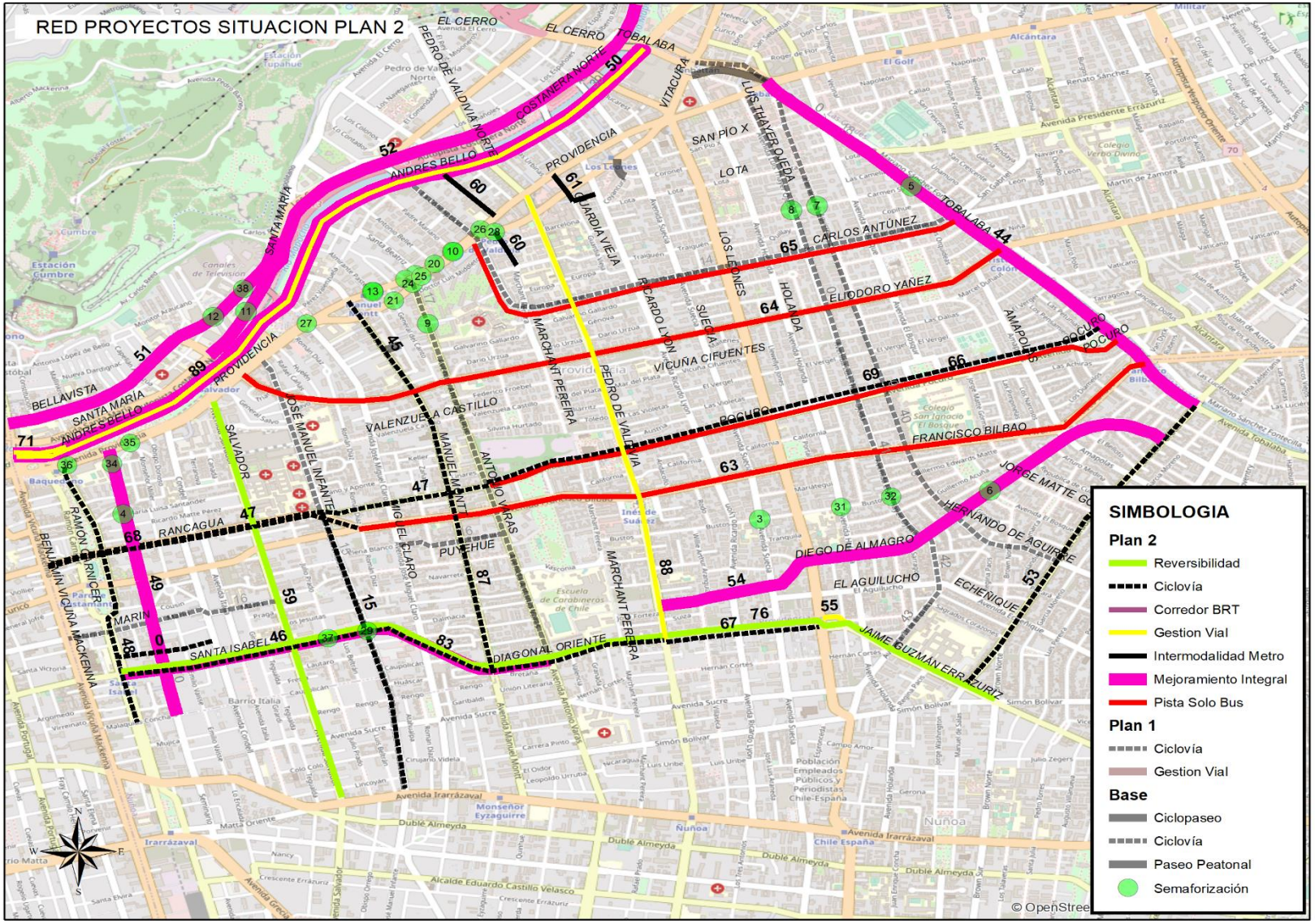
ID CIS	Clasificación	Tipo Proyecto	Ubicación	Características
37			Santa Isabel con Julio Prado	
38			Fco. Puelma con Bellavista	
39	Gestión Vial	Gestión Vial	Fin Reversibilidad de Andrés Bello	Termino de reversibilidad entre Pio Nono y Nueva Tobalaba
40	Ciclo inclusión	Ciclovía	Ciclovía Hernando de Aguirre entre Pocuro y Eliecer Parada	Continuidad ciclovial de Pocuro al Sur hasta el límite comunal (Eliecer Parada), mediante una ciclovía unidireccional, como par ciclovial de Luis Thayer Ojeda. En tramo hasta Diego de Almagro considera la eliminación de estacionamientos de superficie al costado poniente.
41		Ciclovías	Luis Thayer Ojeda Entre Pocuro Y Diego De Almagro	Continuidad de la ciclovía desde Pocuro hacia el sur, hasta el límite comunal (Jaime Guzmán Errázuriz ex Diagonal Oriente). Tramo Pocuro / Diego de Almagro: Ciclovía unidireccional en calzada, que considera la eliminación de los estacionamientos de superficie. No se reducen pistas vehiculares.
42			Renato Zanelli Entre Diego De Almagro Y Echeñique	
43			Chile-España Entre Echeñique Y Jaime Guzmán Errazuriz	Continuidad de la ciclovía desde Echeñique hacia el sur, hasta el límite comunal. Ciclovía unidireccional en calzada.
44	Caminabilidad	Mejoramiento integral	Mejoramiento Tobalaba entre Eliecer Parada y Pocuro	Rediseño de las zonas peatonales y de la vialidad, acotando los movimientos de autos en la intersección y mejorando los traslados peatonales
			Mejoramiento Tobalaba entre Providencia y Pocuro.	Rediseño con perfil homogéneo de 2 pistas por sentido desde Providencia a Pocuro, para favorecer peatonalidad y arborización.
45	Ciclo inclusión	Mejoramiento Integral	Mejoramiento Manuel Montt entre Nueva Providencia Y Eliodoro Yáñez	Mejorar los estándares de movilidad, peatonalidad, habitabilidad y sustentabilidad de esta vía, favoreciendo el desarrollo del comercio local.
			Mejoramiento Manuel Montt entre Eliodoro Yáñez Y Diagonal Oriente	Desarrollo de ciclovía en calzada, mediante la eliminación de los estacionamientos de superficie en el costado poniente
46		Mejoramiento Integral	Mejoramiento Santa Isabel entre General Bustamante Y Manuel Montt	Ciclovía por calle Santa Isabel en calzada desde Bustamante hasta Manuel Montt, conformando un par ciclovial por calle Santa Victoria desde Condell a Benjamín Vicuña Mackenna. Mejoramiento de las intersecciones semaforizadas y no semaforizadas con rediseño geométrico. Impacta en el mejoramiento de la peatonalidad y rutas 8/80 inclusivas.
			Mejoramiento Santa Isabel Entre Manuel Montt Y Diagonal Oriente	
47		Ciclovías	Rancagua Entre Diagonal Rancagua Y Benjamín Vicuña Mackenna	Ciclovía bidireccional como continuidad ciclovial de Pocuro hacia el poniente.
			Alférez Real Entre Antonio Varas Y Diagonal Rancagua	
48		Ciclovía	Ciclovía G. Bustamante - R. Carnicer entre Providencia y límite comunal	Proyecto de ciclovía en calzada y mejoramiento de todas las intersecciones peatonales.
49		Mejoramiento integral	Seminario Entre Francisco Bilbao Y Malaquías Concha	Considera mejoramiento de veredas, veredones, ajuste de calzada, diseño geométrico.
			Seminario Entre Providencia Y Francisco Bilbao	
50		Mejoramiento Integral	Andrés Bello, rediseño del perfil y cicloinclusión	Rediseño con ciclovías en calzada, unidireccional por ambos lados de la calzada.

ID CIS	Clasificación	Tipo Proyecto	Ubicación	Características
51		Mejoramiento Integral	Rediseño calle Bellavista desde Carlos Reed a Pio Nono	Ciclovía en calzada, plantación de árboles, mejoras peatonales. Se eliminan los estacionamientos pista norte.
52		Mejoramiento Integral	Mejoramiento Santa María desde Del Arzobispo al Oriente en toda su extensión.	Rediseño geométrico de la calzada a tres pistas (9.50m) y aumento de veredas y borde río Mapocho y plantación de árboles, continuar con el ciclopaseo hasta Puente Huelen. Mejorar espacio multipropósito para feria y otros usos.
53		Ciclovía	Par ciclovial en calle Eliecer Parada desde Tobalaba a Diagonal Oriente	Implementa una ciclovía unidireccional en Eliecer Parada que conecte la ciclovía de Tobalaba y conforme el par ciclovial
54	Gestión vial	Mejoramiento Integral	Mejoramiento Diego de Almagro desde Eliecer Parada a Pedro de Valdivia.	Una pista vehicular con ciclovía en tramos donde no existe bandejón, y donde existen dos pistas vehiculares ajustar ancho de calzada para una pista ciclista por lado más una pista ancha de circulación vehicular. Facilidades peatonales, reperfilamiento geométrico, nuevos semáforos y soluciones que calmen la velocidad.
55		Gestión Vial	Conexión al norte plaza 18 Septiembre, Los Leones con Pedro Lautaro Ferrer	Modifica vialidad eliminando rama norte de Pedro Lautaro Ferrer. Rediseño de vialidad entorno a la plaza que permita la conexión peatonal con barrio El Aguilucho.
56	Ciclo inclusión	Ciclovías	Seminario	Generación de continuidad a ciclovías existentes, aumento de la grilla para conformar en el futuro una red de ciclovías
57		Ciclovía existentes	Marchant Pereira	
58			Pocuro	
59	Gestión Vial		Eliminar Reversibilidad Salvador	Compatibilidad con eje en Comuna de Ñuñoa
60	Intermodalidad Metro	Calles Peatonales	Marchant Pereira L7 y L1 Metro; entre Barros Errázuriz y Providencia. Peatonalización de Calle Monseñor Sotero Sanz	Proyecto Intermodalidad Metro L7
61			Guardia Vieja L6, L8 , L1, L4 Metro; entre Providencia y Diego de Velásquez	Proyecto Intermodalidad Metro L8, EISTUs del sector
62			Diego Velásquez L6, L8 , L1, L4 Metro; pasaje desde Guardia Vieja hacia Nueva Providencia	Proyecto Intermodalidad Metro L8, EISTUs del sector
63	Transporte Público	Facilidades para Transporte Público en Eje Bilbao	Pistas solo bus ambas calzadas Eje Bilbao entre Tobalaba y Román Díaz, gestión vial de virajes transporte Privado.	Facilidades al modo Transporte Publico en un sector intermedio de la comuna sentido Oriente- Poniente
64		Pistas solo bus	Eliodoro Yáñez en el sentido Oriente Poniente	Mejorar niveles de servicios del modo Bus en sentido Oriente – Poniente de la comuna en vías alternativas a Providencia.
65			Carlos Antúnez sentido Poniente a Oriente	
66			Pocuro en el sentido Poniente a Oriente	
67	Ciclo inclusión	Nuevas Ciclovías	Dr. Lautaro Ferrer	Mejorar facilidades a ciclos autorizados a circular, por energía eléctrica; ciclos de baja potencia y velocidad, regulada (scooters, bicicletas y otros)
68			Rancagua	
69			Alférez Real	
71	Gestión Vial	Eliminar acceso autopista	Plaza Baquedano / Acceso a Costanera Norte	Cierre de Acceso Costanera Norte desde V. Mackenna/Andrés Bello

ID CIS	Clasificación	Tipo Proyecto	Ubicación	Características
72	Transporte Público	Buses expresos	Andrés Bello	Servicios de buses expresos de paso por la comuna
73	Gestión Vial	Eje Ambiental	Los Leones	Eje sólo transporte público y vehículos no motorizados en situaciones de alta contaminación. Se debe incorpora también la autorización para los vehículos eléctricos.
74	Gestión Vial	Eje Ambiental	Francisco Bilbao	
75	Gestión Vial	Eje Ambiental	Salvador	
76	Gestión Vial	Reversibilidad	Santa Isabel/Diagonal Ote./Pedro Lautaro Ferrer/Jaime Guzmán	Eliminar reversibilidad existente en horas Punta Mañana y Punta Tarde
77	Transporte Publico	Frecuencia de servicios	Eliodoro Yáñez	Aumento de frecuencia en servicios que sirven al eje
78	Transporte Publico	Frecuencia de servicios	Carlos Antúnez	Aumento de frecuencia en servicios que sirven al eje
79	Transporte Publico	Frecuencia de servicios	Los Conquistadores	Aumento de frecuencia en servicios que sirven al eje
80	Gestión Vial	Eje Ambiental y Mejoramiento Intersecciones	Tobalaba	Rediseño del cruce entre Tobalaba y Fco. Bilbao, eliminando virajes izquierda y mejorando cruces peatonales e intermodalidad.
81	Gestión Vial	Eliminar movimiento	Coyancura esquina Ricardo Lyon/Lota	Permitir únicamente acceso hacia calle Lota desde calle Coyancura.
82	Transporte Público	Nuevos servicios bus	Alférez Real / Pocuro	Nuevos servicios por Pocuro que permitan tránsito paralelo a eje Bilbao.
83	Ciclo inclusión	Nuevas Ciclovias	Santa Isabel / Diag. Oriente entre Gral. Bustamante y Manuel Montt	Ciclovía en calzada para eje Santa Isabel entre Bustamante y Manuel Montt. Modalidad calle compartida entre Manuel Montt y Antonio Varas.
84	Semaforización	Nuevos semáforos	Pedro de Valdivia	Incrementar densidad de semáforos en el eje para facilitar movimiento peatonal y bajar velocidad de circulación
85	Semaforización	Nuevos semáforos	Tobalaba	Incrementar densidad de semáforos en el eje para facilitar movimiento peatonal y bajar velocidad de circulación
86	Semaforización	Nuevos semáforos	Manuel Montt	Incrementar densidad de semáforos en el eje para facilitar movimiento peatonal y bajar velocidad de circulación
87	Ciclo inclusión	Ciclovía		Prolongar ciclovia hasta Diagonal Oriente
88	Espacio Público y Movilidad	Gestión Vial	Pedro de Valdivia desde Providencia a Diagonal Oriente	Eliminación de bandejón central Pyto 19, mejoramiento de veredas laterales, eliminación de giros a la izquierda
89	Gestión Vial	Gestión Vial	Mediana en Andrés Bello	Facilita incorporación de un poliducto central. Proyecto complementario a Pyto. 39 que elimina reversibilidad
90	Espacio Público y Movilidad	Centro logístico de Transporte de Carga Delivery	Calle Bucarest entre Andrés Bello y Gral. Holley u otros sitios por definir.	Proyecto de carácter “piloto, que provee una zona de estacionamientos controlada o “Centro Logistico de Delivery o carga menor”, cercano a la calle Bucarest u otro sector, con un operador externo del terminal, adjudicado por licitación según un modelo de negocios predefinido. Se incluyen también mejoras operacionales.

Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 5.1-24: UBICACIÓN DE PROYECTOS PLAN 2 OPTIMISTA AJUSTADO



Fuente: Elaboración Propia

5.1.3.2 Descripción y Priorización de Proyectos Principales Propuestos

En este punto se describe con más detalle, algunos de los proyectos propuestos en el punto anterior, que presentan mayores innovaciones a la movilidad actualmente vigente de la comuna. Se ordenan de mayor a menor prioridad.

- **Proyecto Mejoramiento Eje Andrés Bello**

  – *Características del Proyecto*

Este proyecto comprende al proyecto N°89 de la lista, clasificado como de mejoramiento integral. Elimina la reversibilidad de Andrés Bello, generando una vía en calzada doble con 1, 2 o 3 pistas por lado para el transporte privado, según el tramo donde se localice, con ciclovias unidireccionales en calzada.

  – *Perfil Propuesto*

El perfil propuesto es compatible con los proyectos N°39, N°50, N°72 y N° 89 propuestos en el cuadro 5.1-27 del punto anterior.

Las figuras siguientes presentan el perfil propuesto para el Eje Andrés Bello por tramos, el cual contiene características distintas por tramo dada la faja disponible para el eje según el PRMS.

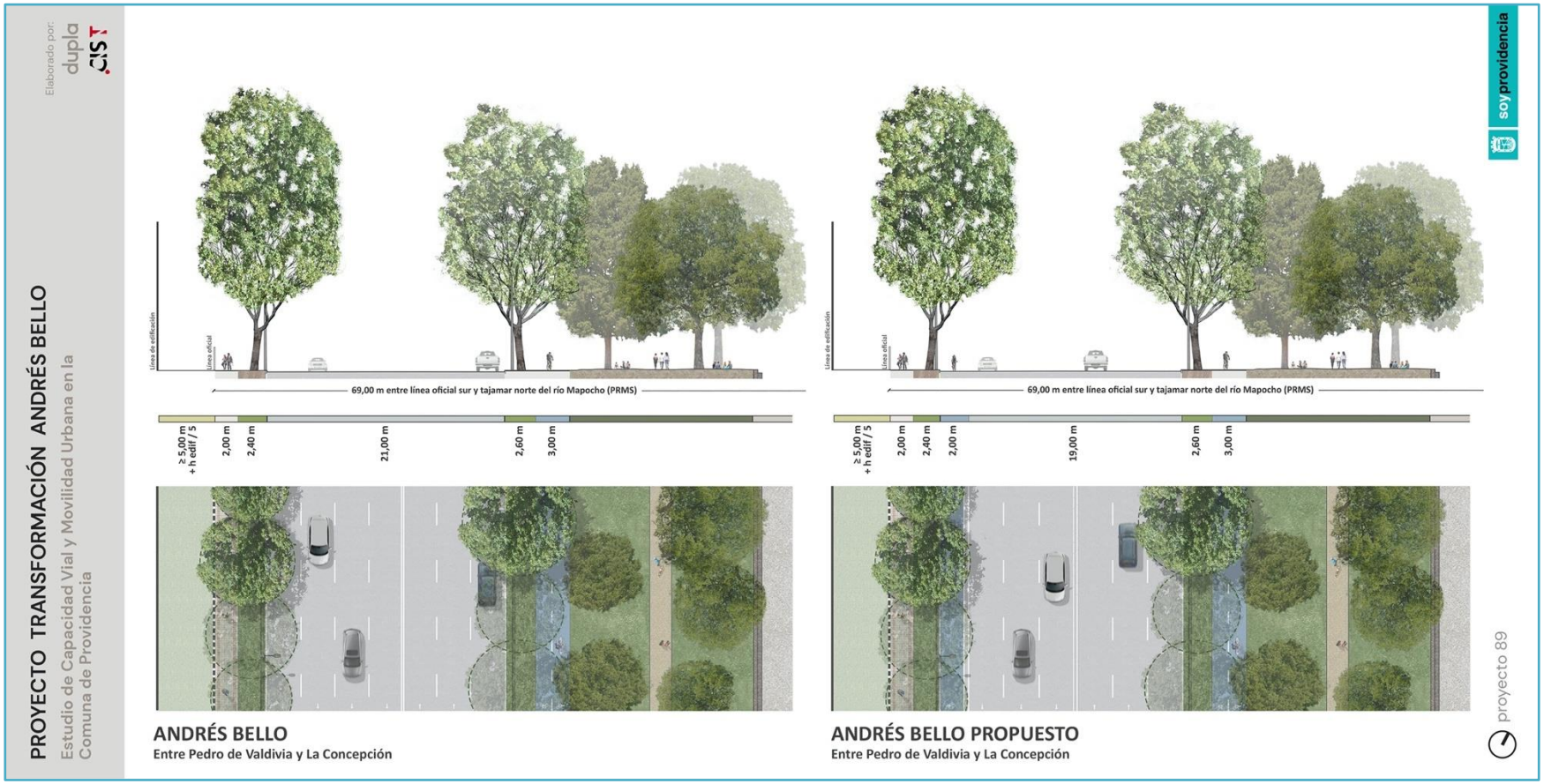
Tramo 1: Pío Nono – Puente Arzobispo
- Dos pistas para transporte privado en un sentido y 1 pista en el otro
- Sin pistas sólo bus en ambas direcciones.
- Ciclovía unidireccional en calzada en ambas direcciones

Tramo 2: Puente Arzobispo - Huelen
- Dos pistas para transporte privado por sentido
- Sin pistas sólo bus en ambas direcciones.
- Ciclovía unidireccional en calzada en ambas direcciones

Tramo 3: Huelén - Suecia
- Tres pistas para transporte privado por sentido
- Sin pistas sólo bus en ambas direcciones.
- Ciclovía unidireccional en calzada en ambas direcciones

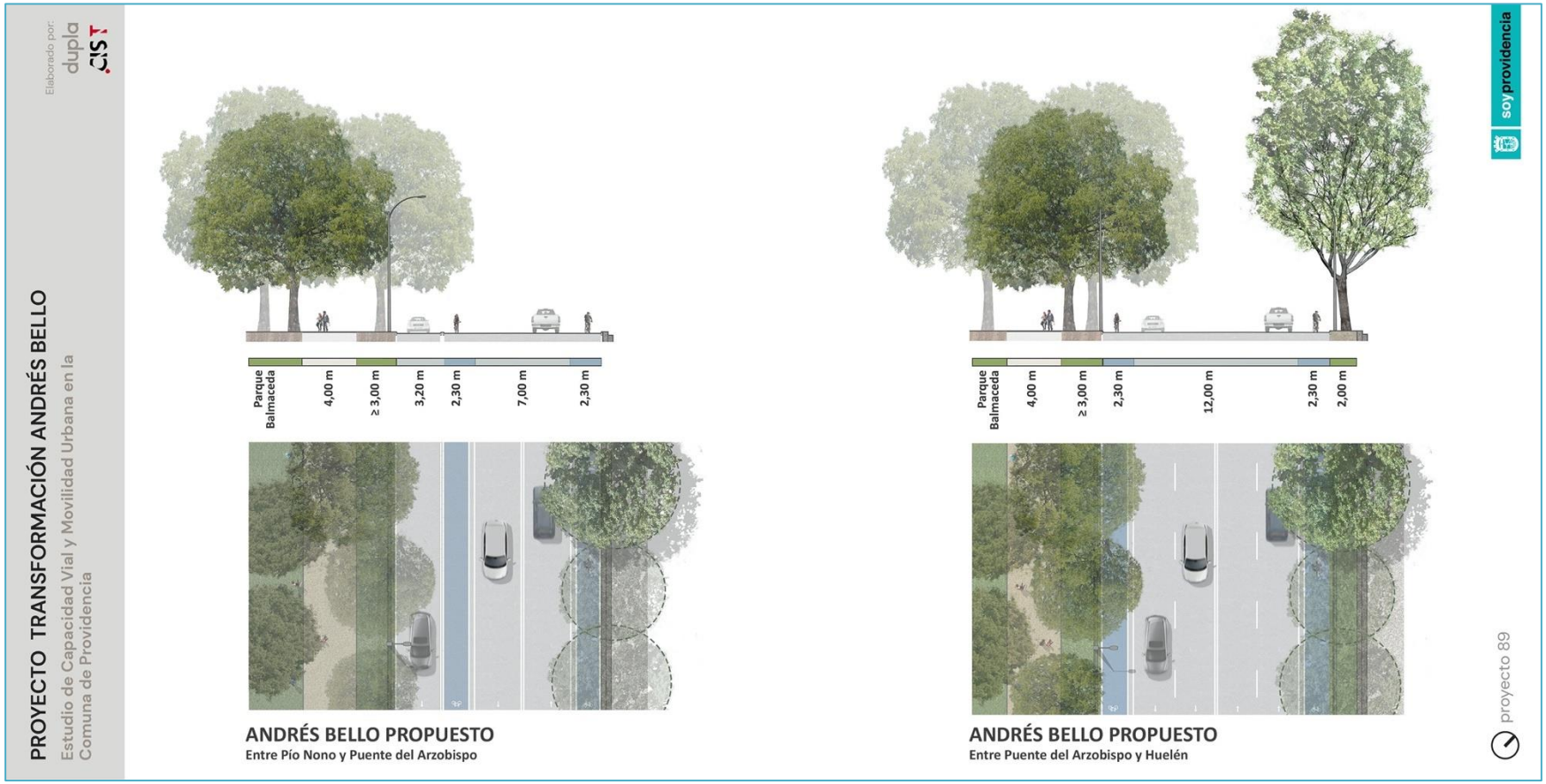
Las modificaciones de gestión vial y las intersecciones, se encuentran descritas en el punto 5.3 de la Tarea 34.

FIGURA Nº 5.1-25: PERFIL-PLANTA ACTUAL Y PERFIL-PLANTA PROPUESTA PARA EJE ANDRES BELLO (TRAMO PEDRO DE VALVIA - LA CONCEPCION)



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 5.1-26: PERFIL-PLANTA ACTUAL Y PERFIL-PLANTA PROPUESTA PARA EJE ANDRES BELLO (OTROS TRAMOS)



Fuente: Elaboración Propia

- **Proyecto Aumento de Facilidades al Transporte Público Eje Bilbao**

Dada la necesidad de contar con mayores facilidades al transporte público, en vías paralelas al Sur del eje Providencia, se propuso originalmente como proyecto de largo plazo un corredor de transporte público tipo Bus Rapid Transit (BRT), para el eje Bilbao. Dado el carácter intercomunal de este eje, la idea es que esta propuesta de BTR comprenda al eje Bilbao, en la comuna de Providencia y también en la comuna de Las Condes.

Los corredores de transporte público tipo BRT, al disponer el derecho de paso por carriles independientes y semáforos programados, proporcionan niveles de servicio muy superiores a las pistas solo bus. También al mejorar las velocidades de circulación, permiten mayores frecuencias de pasadas de los vehículos con la misma flota.

Además, si se dispone de buses de mayor capacidad y eléctricos, es posible aumentar considerablemente la capacidad del corredor para el transporte masivo de pasajeros y disminuir la contaminación atmosférica y de ruido que provocan los buses de combustible tradicionales. Si bien una línea de Metro es el modo de transporte público masivo capaz de mover más pasajeros y menos contaminante, los corredores BRT le siguen en capacidad e impacto ambiental, si se reúnen estás condiciones de los buses. Por su parte, el costo de construcción de un corredor BRT es considerablemente inferior a una línea de Metro y se ejecuta el proyecto en un tiempo más breve.

En la actualidad, existen muchos diseños de BTR que no son intrusivos en el espacio público, generando mejoras considerables para la circulación de modos sustentables, al aumentar el espacio para la circulación de peatones, con diseños seguros y más ecológicos (áreas verdes), que mantienen las caracterices y vocaciones de los ejes donde se localizan. En la figura siguiente, se muestra un ejemplo de la ciudad de Vitoria Gasteiz en España, que reúne algunas características similares al eje Bilbao de la comuna de Providencia.

FIGURA Nº 5.1-27: BRT DE VITORIA_GASTEIZ ESPAÑA



Fuente: https://twitter.com/dloisga/status/1573325794153233922?s=48&t=tlBcspe9gaS60HYdYBploQ

– ***Características del Proyecto Propuesto***

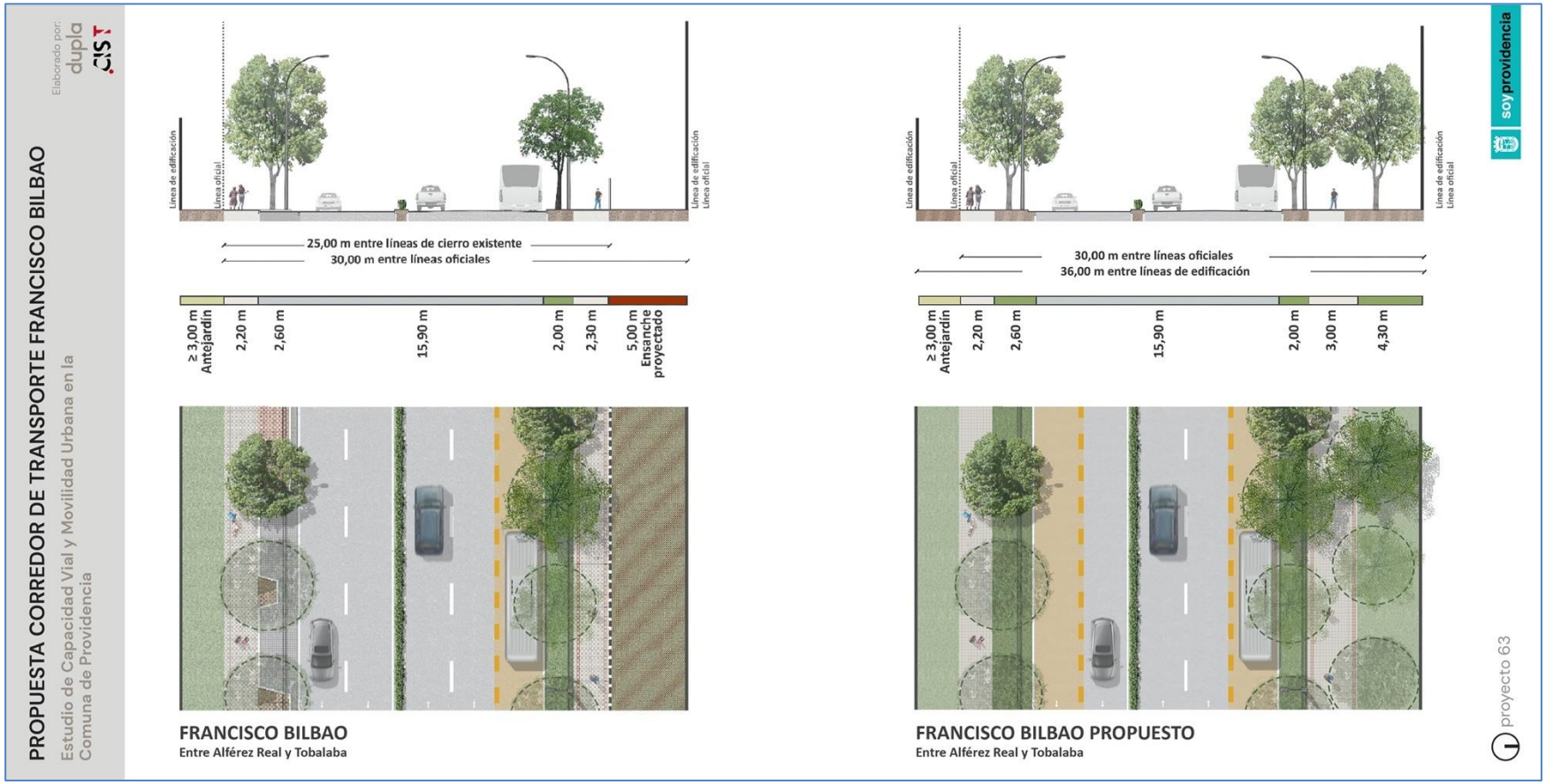
Dada las dificultades de ancho de faja disponible que presenta el Eje Bilbao sin intervenciones mayores y la necesidad de la municipalidad de contar con soluciones menores de gestión vial en el corto plazo, se propone a continuación una solución para el eje con facilidades de menor alcance, consistentes en la generación de pistas solo bus en ambas calzadas, con mejoras para los virajes del transporte privado a la derecha e izquierda en algunas intersecciones que lo requieran.

Las modificaciones de gestión vial y las intersecciones donde se generan las pistas de virajes a la izquierda semaforizadas, se encuentran descritas en el punto 5.3 de la Tarea 34.

- ***Perfil Posible***

La figura siguiente presenta un perfil transversal y su planta respectiva, propuestas para el Eje Bilbao

FIGURA Nº 5.1-28: PROYECTO MEJORAMIENTO DEL EJE BILBAO



Fuente: Elaboración Propia

- **Proyecto de Intermodalidad de Líneas de Metro**

Este proyecto incorpora los proyectos Nº 60, 61 y 62 propuestos, y debe tratarse de manera conjunta, de manera de configurar un proyecto integrado de intermodalidad en el sector de Avda. Providencia donde se ubican actualmente los accesos a las estaciones de las Líneas 6, 4 y 1 y los accesos de las futuras estaciones de la Línea 7 y 8 del Metro. Se debe considerar además que la Línea 6, actualmente llegando hasta Providencia con Suecia, se extenderá hasta Isidora Goyenechea como parte de la construcción de la Línea 7 actualmente en desarrollo, combinando también con esta línea en la estación de L7 que se ubica en el sector de la Plaza en la intersección de las calles Isidora Goyenechea con Andrés Bello.

Las nuevas líneas del Metro aumentarán la conectividad desde distintas comunas de Santiago hacia la comuna de Providencia, pero presentan un desafío en cuanto a la intermodalidad y el uso del espacio público que se generará en el entorno de las estaciones. Específicamente, las nuevas estaciones tendrán un flujo importante de pasajeros que deberán acceder, usualmente caminando, a las escotillas de metro. Un porcentaje de los viajes se realizarán con interconexiones con buses, autos y bicicletas. Luego, surge la necesidad de preparar la infraestructura de este sector para que sea capaz de recibir esta nueva demanda de viajes, siendo de vital importancia las obras de intermodalidad y la ampliación de las veredas en las zonas aledañas a las futuras estaciones, generando circuitos apropiados para las rutas de los peatones que combinan entre modos.

Dado lo anterior, se propone mejorar y dar continuidad a vías del sector propicias para paseos peatonales o calles vivas, para que cumplan además con la función de dar acceso a la red de Metro.

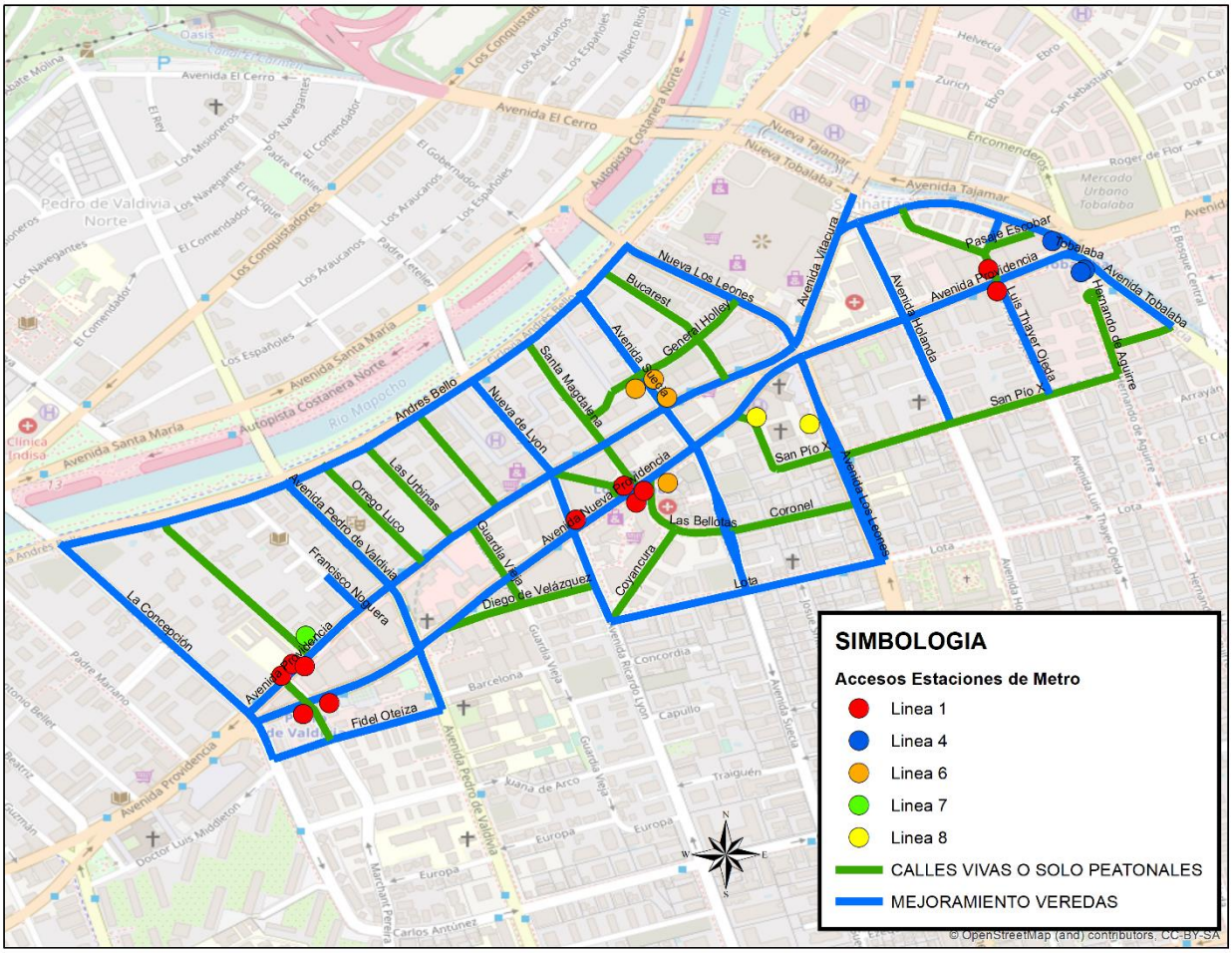
El cuadro y figuras siguientes presentan la ubicación de las escotillas de las líneas de Metro del sector junto con las calles del entorno que podrían estar preparadas de distinta forma para este fin.

CUADRO Nº5.1-28: RED PEATONAL PROYECTO DE INTERMODALIDAD

"CALLES VIVAS" O SOLO PEATONALES	CALLES CON MEJORAMIENTO DE VEREDAS
Marchant Pereira entre Fidel Oteiza y Nueva Providencia	Providencia entre La Concepción y Tobalaba
Monseñor Sotero Sanz entre Providencia y A.Bello	Nueva Providencia entre La Concepción y Tobalaba
Orrego Luco entre Providencia y A.Bello	Los Leones entre Lota y A.Bello
La Urbinas entre Providencia y A.Bello	Suecia entre Lota y A.Bello
A. de Fuenzalida entre Providencia y A.Bello	Ricardo Lyon entre Lota y A.Bello
Santa Magdalena entre Nueva Providencia y A.Bello	P. de Valdivia entre F. Oteiza y A.Bello
Paseo Las Palmas	La Concepción (C. Antunez) entre F. Oteiza y A.Bello
General Holley (paseo La Villa) entre Santa Magdalena y Nueva Los Leones	Lota entre R.Lyon y Los Leones
Bucarest entre Providencia y A.Bello	Andrés Bello entre La Concepción y Nueva Los Leones
Guardia Vieja entre Diego Velásquez y Nueva Providencia	Tobalaba entre Nueva Providencia y José Antonio Soffia
Diego Velásquez entre Nueva Providencia y Ricardo Lyon	Fidel Oteiza entre Carlos Antúnez y P.de Valdivia
Coyancura entre Ricardo Lyon y Las Bellotas	
Las Bellotas entre Suecia y Nueva Providencia	
Coronel entre Suecia y Los Leones	
Mardoqueo Fernández entre Nueva Providencia y San Pio X	
San Pio X entre Mardoqueo Fernández y Hernando de Aguirre	
Hernando de Aguirre entre San Pio X y Nueva Providencia	
José Antonio Soffia entre Tobalaba y Hernando de Aguirre	
Luis Thayer Ojeda entre Providencia y Nueva Providencia (2 Tramos)	
Pasaje Escobar entre Luis Thayer Ojeda y Nueva Providencia	

Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 5.1-29: RED PEATONAL DE PROYECTO INTERMODALIDAD A LINEAS DE METRO Y VIAS POTENCIALES DE ACCESO



Fuente: Elaboración Propia

Las imágenes siguientes presentan los tramos de las vías propuestas cercanas al eje Providencia de los proyectos N°60, 61 y 62 de intermodalidad, dadas las líneas de Metro futuras de la comuna.

FIGURA Nº 5.1-30: PEATONALIZACION CALLE MARCHANT PEREIRA



FIGURA Nº 5.1-31: PROYECTO PEATONALIZACION CALLES GUARDIA VIEJA Y DIEGO VELASQUEZ



Fuente: Elaboración Propia

- **Centro de Logística para Transporte de Carga**

Este proyecto incorpora conceptualmente al Pyto. Nº90, propuesto para transporte de carga menor**,** obedece a mejorar la movilidad del transporte de carga menor de la comuna, provisto en la actualidad en su mayoría por el modo delivery y de última milla, lo cual genera problemas viales importantes en el eje Providencia principalmente, por los estacionamientos de motonetas y bicicletas en las veredas y aceras del sector. En muchos casos, el estacionamiento se realiza también en la calzada, por vehículos de carga menores como camionetas y furgones, durante las horas de trabajo diurno de días laborales. Dentro de los beneficios de esta propuesta se encuentran:

- Disminución de los tiempos de despacho y de la congestión vehicular, de ciclos y peatonal. Al concentrar a los vehículos de entrega en un solo punto, se puede construir un sistema de despacho eficiente que reduzca las externalidades propias de este tipo de servicio cuando no es regulado. En esta línea, se propone el uso de herramientas tecnológicas (apps u otros) que optimicen la ruta de despacho.

- Apoyar al comercio local. A diferencia de los grandes centros comerciales, los pequeños comerciantes no siempre tienen acceso a sistemas eficientes de despacho de sus productos. Luego, un centro logístico puede ayudar a ofrecer un mejor servicio a sus clientes y, por lo tanto, a potenciar a micro empresarios.

  Si las tiendas y/o restaurantes adheridos a este centro logístico lo quieren, se puede ofrecer además un centro de servicio al cliente omnicanal, de tal forma que el comercio minorista no deba interactuar directamente con el cliente cuando hay problemas con el despacho de productos, o bien si es necesario cambiar un producto o devolverlo.

  En este contexto, resulta de suma importancia la comunicación con el comercio minorista, para entender sus necesidades y generar una propuesta atractiva.

- Reducción de las emisiones contaminantes, producto de una mejor gestión de la cadena logística. En este contexto, se sugiere, además, del uso de herramientas tecnológicas, dar prioridad a los vehículos eléctricos o cero-emisiones en cualquiera de sus modalidades (motos, camionetas, bicicletas, etc.).

- Reasignar usos a predios o espacios sub (o mal) utilizados, reordenando la operación del transporte

Por esta razón, se propone un proyecto del tipo “terminal de despacho” o zonas de estacionamientos de transporte de carga menor de corta estadía, entendido como una experiencia tipo piloto, a realizar en primera instancia solo con vehículos menores de carga en un lugar céntrico de la comuna. Se proponen sectores cercanos a la calle Bucarest, donde se concentran estos vehículos en la actualidad según las mediciones realizadas en este estudio. Esto podría incluir, una o más zonas de terminales o estacionamientos de carga; donde a través de un operador del terminal, se controlen logísticamente los movimientos de los vehículos delivery o de carga menor, desde el terminal hacia los distintos puntos (tiendas comerciales, restaurantes, farmacias, supermercados, etc.) de la comuna, donde retirarían los encargos, para posteriormente dirigirse a los destinos de los viajes previamente conocidos.

El terminal debería ser operado logísticamente por una empresa independiente a la comuna, bajo un modelo de negocio que debe ser predefinido, en el cual se cobra por la permanencia y ocupación de espacios o sitios del terminal. Las características y las dimensiones del terminal, deberán ser diseñadas de acuerdo a los tamaños y tipos de vehículos de transporte de carga a servir, por lo cual podría haber terminales de carga en distintos lugares de la comuna y de características distintas, aunque operando bajo el mismo concepto.

El terminal debe disponer de un equipamiento adecuado para sus usuarios, como baños, comedores (para evitar que los despachadores coman en la vía pública) y zonas de espera para esperar los llamados a retirar los encargos de despacho.

En las siguientes figuras se muestran algunos ejemplos internacionales:

Centro de estacionamiento de Lyon, Francia, para bicicletas e-cargo (eléctricas). El terminal cuenta con seguridad, cargadores y casilleros para sus usuarios.

https://www.leadproject.eu/livinglabs/lyon/



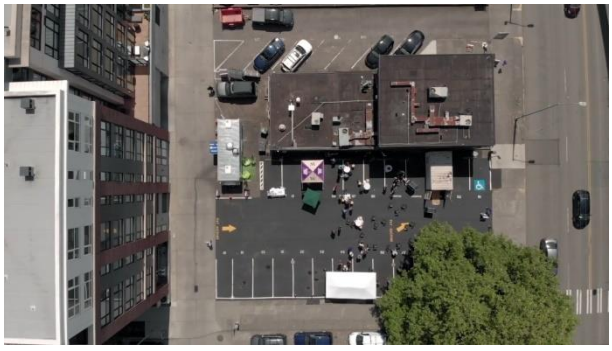
Centro de distribución en Londres, Inglaterra. Los camiones buscan los paquetes en las bodegas ubicadas en las afueras de la ciudad, y los entregan a los despachadores de última milla (que caminan o viajan en bicicleta), ubicados en un sector céntrico.

http://www.autotrade.ie/index.php/ford-trails-last-mile-delivery-service-in-london/43470



Delivery Hub en Seattle, EEUU. A este centro llegan tanto los productos como los despachadores, de tal forma de concentrar las actividades logísticas cerca de los clientes finales.

https://www.seattleneighborhoodhub.com/



- **Gestión Vial Eje Pedro de Valdivia**

  – ***Características del Proyecto***

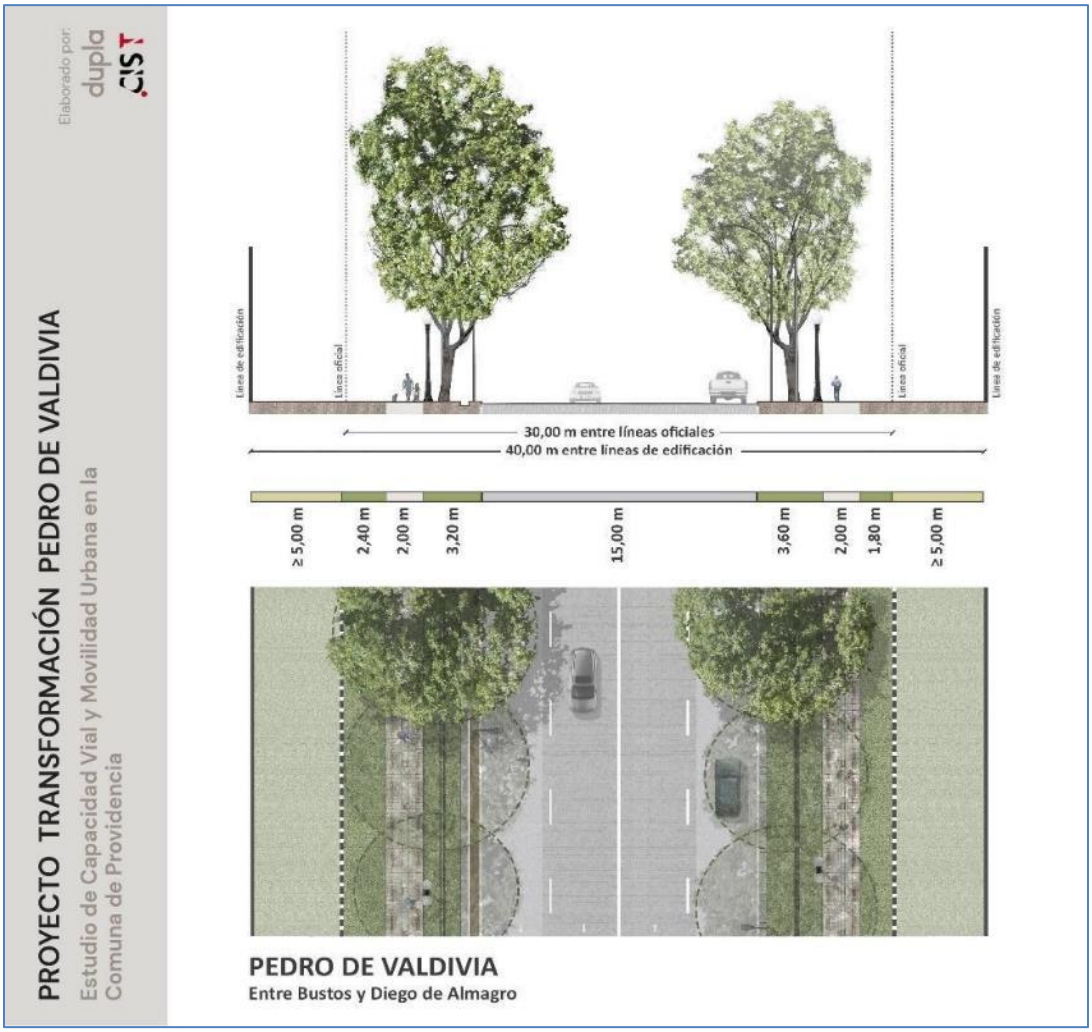
Este proyecto incorpora elementos del proyecto N°88 y del proyecto Nº19 propuestos en el Plan 2, que proponen un bandejón central para la calle Pedro de Valdivia en algunos tramos del eje, para permitir el viraje a la izquierda de los vehículos en intersecciones semaforizadas, en una fase especial del semáforo y mayor resguardo de los peatones al cruzar el eje.

Las modificaciones de gestión vial y las intersecciones donde se generan las pistas de virajes a la izquierda semaforizadas, se encuentran descritas en el punto 5.3 de la Tarea 34.

  – ***Perfil Propuesto***

Las imágenes de la figura siguiente presentan el perfil para el Eje Pedro de Valdivia que es muy similar a la situación actual.

FIGURA Nº 5.1-32: PERFIL Y PLANTA PEDRO DE VALDIVIA



Fuente: Elaboración Propia

5.2 Tarea 34. Desarrollo de Propuestas para el Plan de Movilidad y Espacio Público y para el PRCP

En esta tarea, se realiza en primer lugar la situación con el modelo de red SATURN calibrado de la comuna proveniente de la Etapa 3 del estudio del Plan 2 optimista ajustado, bajo las condiciones del escenario de demanda optimista ajustado, para tener plena compatibilidad de los crecimientos esperados para la comuna en el largo plazo.

Posteriormente, se realiza la microsimulación con los modelos AIMSUN Next de las áreas críticas de proyectos, identificadas en los análisis realizados en la Etapa 4.

Finalmente, a partir de estos resultados, se realizan análisis y cruces de las principales variables que incidirán en la movilidad y transporte, en el espacio público y en el Medio Ambiente y Riesgos en el futuro de la comuna.

5.2.1 Modelación SATURN Plan 2 Optimista Ajustado

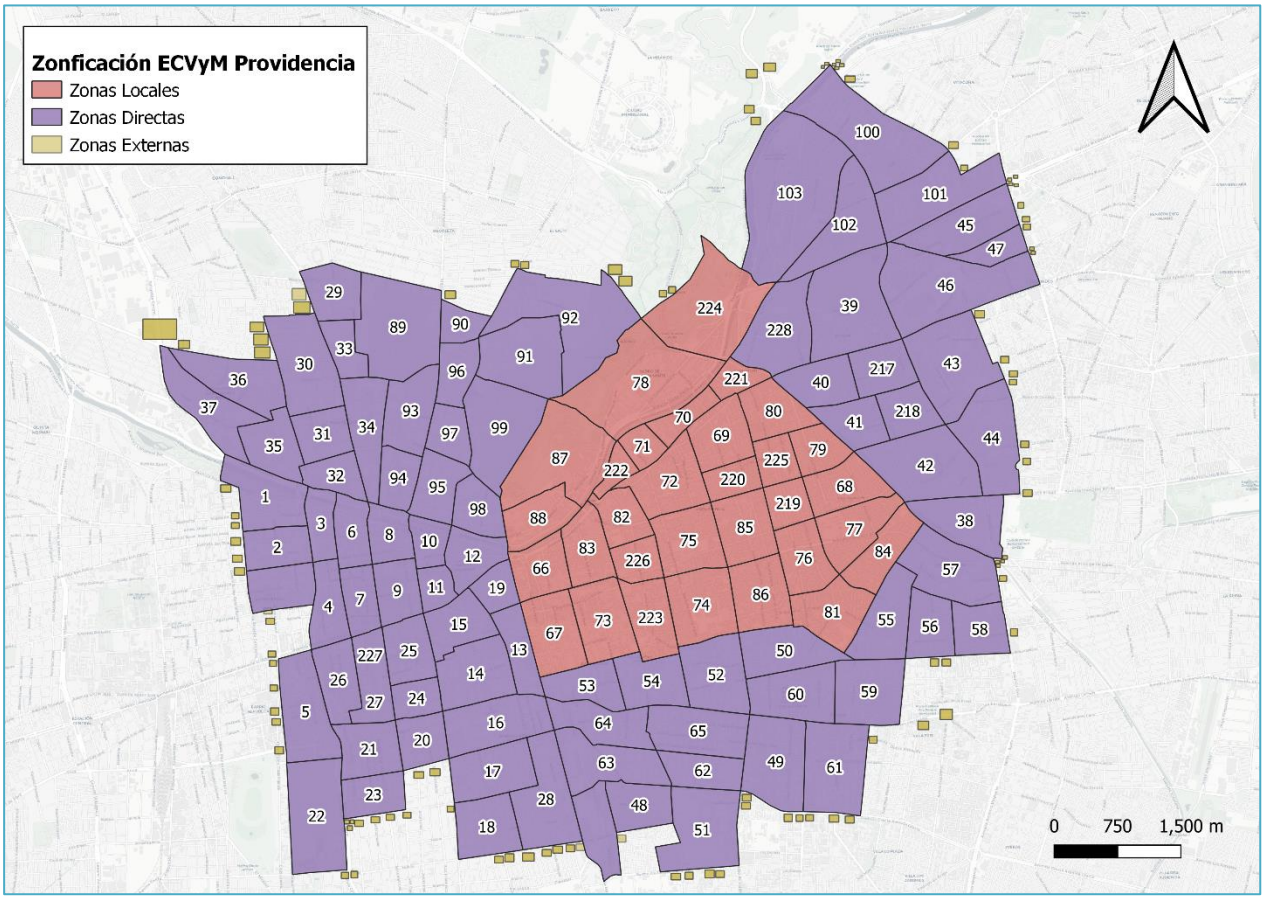
5.2.1.1 Obtención de Matrices de Viajes en Transporte Privado

En primer lugar se desarrolla la proyección de matrices de viaje de transporte privado requeridas por la red táctica de modelación. Esto fue realizado para cada categoría de usuario, período y corte temporal utilizando como base los Escenarios de Demanda, cuyo detalle fue descrito inicialmente en la Tarea 17 del informe anterior y actualizado en la Tarea 33 del presente informe.

Es importante señalar que la zonificación de la red táctica utilizada difiere en parte respecto de la utilizada a nivel metropolitano por ESTRAUS, dadas sus características particulares. A saber, se distinguen tres clases de zonas:

- **Interna/Local:** Corresponde a zonas internas, es decir, cuya oferta vial fue modelada y además pertenecen a la comuna de Providencia.
- **Interna/Directa:** Zonas internas no pertenecientes a la comuna de Providencia.
- **Externas:** Corresponde a zonas cuyo origen/destino se encuentra fuera de la red de modelación y por ende se encuentra conectadas de forma exclusiva a vialidad en el límite de la red de modelación.

FIGURA Nº 5.2-1: ZONIFICACIÓN TÁCTICA SEGÚN CARACTERÍSTICAS DE OFERTA VIAL



Fuente: Elaboración propia.

Para determinar el volumen de viajes a proyectar se estiman vectores de generación-atracción, que indican el volumen de viajes que inician y finalizan en una zona determinada. Esta proyección es directa de los Escenarios de Demanda (Tareas 17 y 33) en el caso de la comuna de Providencia y sus cercanías. No obstante, dado que la red táctica comprende un área menor que su contraparte estratégica, se debe realizar una estimación sobre los viajes que entran y salen de dicha área, buscando un enfoque alternativo.

Los viajes externos fueron estimados utilizando el Escenario Sectra al año 2030, mediante el análisis de las vías a acceso y egreso de la red. Este análisis es válido para cada Escenario de Demanda puesto que toda la vialidad analizada se encuentra fuera de la comuna de Providencia.

El detalle de cálculo utilizado para determinar los vectores de generación y atracción se entregan en el anexo digital 21.2 de este informe.

Concluido lo anterior, se debe determinar la distribución de los viajes en la matriz, es decir que se cuantifica la cantidad de viajes que tendrá cada par origen-destino presente en la red. Para llevar esto a cabo se utilizará un modelo de distribución del tipo *Biproporcional*,[46] que utiliza factores de balance para ajustar vectores de generación y atracción utilizando una matriz a priori previamente calibrada. Las matrices de calibración de la Situación Actual de 2021 son utilizadas para este efecto.

[46]Juan de Dios Ortuzar, J., & Willumsen, L. G. (2011). Modelling Transport. John Wiley & Sons.

A partir de la metodología anterior, se obtuvieron las matrices para cada Escenario de Demanda propuesto, cuyo resumen se presenta en los siguientes cuadros. El volumen de la matriz de viajes aumentó un 28% respecto de la situación calibrada en 2021 para los Escenarios Base y Conservador.

CUADRO Nº5.2-1: TOTAL DE VIAJES PUNTA MAÑANA POR ESCENARIO DE DEMANDA

SITUACIÓN ACTUAL 2021

Tipo Zona	Local	Directa	Externa	Total
Local	9.521	12.853	861	**23.235**
Directa	11.847	30.367	1.234	**43.448**
Externa	7.387	14.784	49.062	**71.233**
Total	**28.756**	**58.003**	**51.157**	**137.916**

ESCENARIO 1 BASE 2021

Tipo Zona	Local	Directa	Externa	Total
Local	14.647	19.676	692	**35.015**
Directa	16.104	40.642	886	**57.631**
Externa	12.138	27.923	44.212	**84.272**
Total	**42.888**	**88.240**	**45.790**	**176.919**

ESCENARIO 2 CONSERVADOR 2030

Tipo Zona	Local	Directa	Externa	Total
Local	14.766	19.826	696	**35.288**
Directa	16.058	40.685	888	**57.631**
Externa	12.082	27.910	44.280	**84.272**
Total	**42.906**	**88.421**	**45.864**	**177.191**

ESCENARIO 3 OPTIMISTA 2030

Tipo Zona	Local	Directa	Externa	Total
Local	13.421	17.568	661	**31.650**
Directa	14.843	39.463	854	**55.161**
Externa	12.420	27.174	42.990	**82.584**
Total	**40.684**	**84.206**	**44.505**	**169.395**

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO Nº5.2-2: TOTAL DE VIAJES PUNTA MEDIODÍA POR ESCENARIO DE DEMANDA

SITUACIÓN ACTUAL 2021

Tipo Zona	Local	Directa	Externa	Total
Local	10.210	9.970	4.383	**24.564**
Directa	10.293	23.504	8.901	**42.699**
Externa	6.293	13.110	44.482	**63.885**
Total	**26.796**	**46.585**	**57.767**	**131.148**

ESCENARIO 1 BASE 2021

Tipo Zona	Local	Directa	Externa	Total
Local	17.563	10.689	5.064	**33.317**
Directa	16.731	25.156	9.028	**50.915**
Externa	11.457	15.423	55.255	**82.135**
Total	**45.751**	**51.268**	**69.347**	**166.367**

ESCENARIO 2 CONSERVADOR 2030

Tipo Zona	Local	Directa	Externa	Total
Local	18.665	10.884	5.177	**34.726**
Directa	17.166	24.828	8.917	**50.911**
Externa	11.833	15.296	55.006	**82.135**
Total	**47.664**	**51.007**	**69.100**	**167.771**

ESCENARIO 3 OPTIMISTA 2030

Tipo Zona	Local	Directa	Externa	Total
Local	16.647	11.842	5.677	**34.166**
Directa	15.320	25.860	9.729	**50.910**
Externa	10.027	17.055	55.056	**82.137**
Total	**41.994**	**54.756**	**70.463**	**167.213**

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO Nº5.2-3: TOTAL DE VIAJES PUNTA TARDE POR ESCENARIO DE DEMANDA

SITUACIÓN ACTUAL 2021

Tipo Zona	Local	Directa	Externa	Total
Local	12.004	10.587	12.472	**35.063**
Directa	10.496	21.344	21.111	**52.951**
Externa	3.123	2.380	46.587	**52.090**
Total	**25.623**	**34.311**	**80.170**	**140.104**

ESCENARIO 1 BASE 2021

Tipo Zona	Local	Directa	Externa	Total
Local	20.909	12.815	16.417	**50.141**
Directa	18.703	22.134	24.504	**65.342**
Externa	5.727	3.045	54.313	**63.085**
Total	**45.340**	**37.994**	**95.234**	**178.568**

ESCENARIO 2 CONSERVADOR 2030

Tipo Zona	Local	Directa	Externa	Total
Local	21.600	12.923	16.588	**51.111**
Directa	19.081	21.977	24.282	**65.340**
Externa	5.760	3.043	54.283	**63.085**
Total	**46.441**	**37.943**	**95.152**	**179.536**

ESCENARIO 3 OPTIMISTA 2030

Tipo Zona	Local	Directa	Externa	Total
Local	19.683	12.867	16.662	**49.212**
Directa	18.848	22.718	26.886	**68.452**
Externa	4.867	2.385	54.605	**61.857**
Total	**43.399**	**37.970**	**98.152**	**179.521**

Fuente: Elaboración Propia

5.2.1.2 Codificación de la Red Vial

Para el análisis de los Escenarios de Oferta (Planes de Proyectos), es necesario ajustar la red táctica de modelación presentada y ajustada durante la etapa de calibración. Este proceso se realiza de forma secuencial y se describe detalladamente en los siguientes apartados.

Como escenario de contraste, se codificó el Plan de Proyectos 2 Ajustado que fue acordado en conjunto con la Municipalidad de Providencia. La forma en que fue abordado cada proyecto para efectos de la modelación táctica se resume en el siguiente cuadro.

CUADRO Nº5.2-4: PROYECTOS MUNICIPALES DEL PLAN 2 AJUSTADO E IMPACTO EN OFERTA DE TRANSPORTE PRIVADO

ID CIS	Clasificación	Tipo Proyecto	Ubicación	Impacto en la oferta de transporte privado
1	Caminabilidad	Paseo Peatonal	Las Bellotas entre Coyancura y Nueva Providencia	Nulo, vías no incorporadas en red
2			Granaderos entre M. Montt y Barros Borgoño	
3	Gestión Vial	Semaforización	Suecia con Bustos	Nuevos semáforos en los cruces respectivos
4			Seminario con María Luisa Santander	
5			Tobalaba con Carmen Sylva	
6			El Bosque con Diego de Almagro	
7			Carmen Sylva con Hernando De Aguirre	
8			Carmen Sylva con Luis Thayer Ojeda	
9			Antonio Varas con Dr. Solís de Ovando	
10			Providencia con Padre Mariano	
11			Sta. María con Los Piñones	
12			Dávalos con Bellavista	
13			Providencia con Almirante Pastene	
14	Ciclo inclusión	Ciclovía	Carlos Antúnez desde Andrés Bello a Tobalaba	Reducción de capacidad en todo el eje. Ajuste de semáforos donde corresponda
15			Ciclovía J.M. Infante	Rectificación del eje José Miguel Infante a dos pistas. Se eliminan terceras pistas donde actualmente existen
16			Puyehue - Marín	Ajuste de capacidad en intersecciones afectadas
17			Antonio Varas	
18		Ciclopaseo	Tobalaba desde Lota a Vitacura	
19	Gestión Vial	Gestión Vial	Pedro de Valdivia desde Providencia a Diagonal Oriente	Prohibición de virajes a la izquierda en cruces no regulados. Ajuste de semáforo en intersecciones.
20	Caminabilidad	Semaforización	Antonio Bellet con Providencia	Se cambia la regulación de estos cruces por semáforos, se reduce la capacidad de viraje en los existentes.
21			General Del Canto con Avenida Nueva Providencia	
22			Santa Beatriz con Providencia	
23			Antonio Varas con Providencia	
24			Antonio Varas con Avenida Nueva Providencia	
25			Alcalde Rafael Vives con Avenida Nueva Providencia	
26			Providencia Entre Marchant Pereira Y La Concepción	
27			Providencia con Miguel Claro	
28			Marchant Pereira con Avenida Nueva Providencia	
29	Caminabilidad	Semaforización	Santa Isabel con José Manuel Infante	Se cambia la regulación de estos cruces por semáforos, se reduce la capacidad de viraje en los existentes.
30			Almirante Pastene con Providencia	
31			Holanda con Bustos	
32			Bustos con Luis Thayer Ojeda	

ID CIS	Clasificación	Tipo Proyecto	Ubicación	Impacto en la oferta de transporte privado
33			Providencia con Padre Mariano	
34			Seminario con Rodolfo Vergara Antúnez	
35			Providencia con Obispo Pérez De Espinoza	
36			Providencia con General Bustamante	
37			Santa Isabel con Julio Prado	
38			Fco. Puelma con Bellavista	
39	Gestión Vial	Gestión Vial	Fin Reversibilidad de Andrés Bello	Se normaliza la oferta de transporte de Andrés Bello para los tres períodos de análisis.
40	Ciclo inclusión	Ciclovía	Ciclovía Hernando de Aguirre entre Pocuro y Eliecer Parada	Rectificación del eje a dos pistas de circulación. Eliminación de terceras pistas donde actualmente existan.
41		Ciclovías	Luis Thayer Ojeda Entre Pocuro Y Diego De Almagro	
42			Renato Zanelli Entre Diego De Almagro Y Echeñique	
43			Chile-España Entre Echeñique Y Jaime Guzmán Errazuriz	
44	Caminabilidad	Mejoramiento integral	Mejoramiento Tobalaba entre Eliecer Parada y Pocuro	Rediseño del cruce de Francisco Bilbao. Eliminación de virajes izquierda por Bilbao y ajustes de perfil a dos pistas. Aumenta ancho de islas peatonales. Perfil homogéneo de dos pistas por sentido, respetando facilidades de transporte público actuales
			Mejoramiento Tobalaba entre Providencia y Pocuro.	
45	Ciclo inclusión	Mejoramiento Integral	Mejoramiento Manuel Montt entre Nueva Providencia Y Eliodoro Yáñez	Ajuste de capacidad en intersecciones afectadas. Cantidad de pistas de circulación no se ve afectada, ya que se eliminan zonas de estacionamiento.
			Mejoramiento Manuel Montt entre Eliodoro Yáñez Y Diagonal Oriente	
46		Mejoramiento Integral	Mejoramiento Santa Isabel entre General Bustamante Y Manuel Montt	Ajuste de capacidad en intersecciones afectadas. Se reduce ancho de pista en tramos con ciclovía. Área compartida (tramo Manuel Montt - Antonio Varas) reduce velocidad de circulación a máximo 30 km/h.
			Mejoramiento Santa Isabel Entre Manuel Montt Y Diagonal Oriente	
47		Ciclovías	Rancagua Entre Diagonal Rancagua Y Benjamín Vicuña Mackenna	Perfil uniforme de tres pistas, una exclusiva para buses; se ajusta capacidad de virajes hacia el norte debido a posicionamiento de ciclovía y continuidad con Pocuro
			Alférez Real Entre Antonio Varas Y Diagonal Rancagua	
48		Ciclovía	Ciclovía G. Bustamante - R. Carnicer entre Providencia y límite comunal	Se ajusta capacidad de intersecciones, sin afectar composición de pistas actual. Se rectifican velocidades a nuevo escenario.
49		Mejoramiento integral	Seminario Entre Francisco Bilbao Y Malaquías Concha	Se ajusta capacidad de intersecciones, sin afectar composición de pistas actual. Se rectifican velocidades a nuevo escenario
			Seminario Entre Providencia Y Francisco Bilbao	
50		Mejoramiento Integral	Andrés Bello, rediseño del perfil y cicloinclusión	Se elimina una pista de circulación para bajar ciclovía a nivel calzada y compatibilizar con proyecto 89

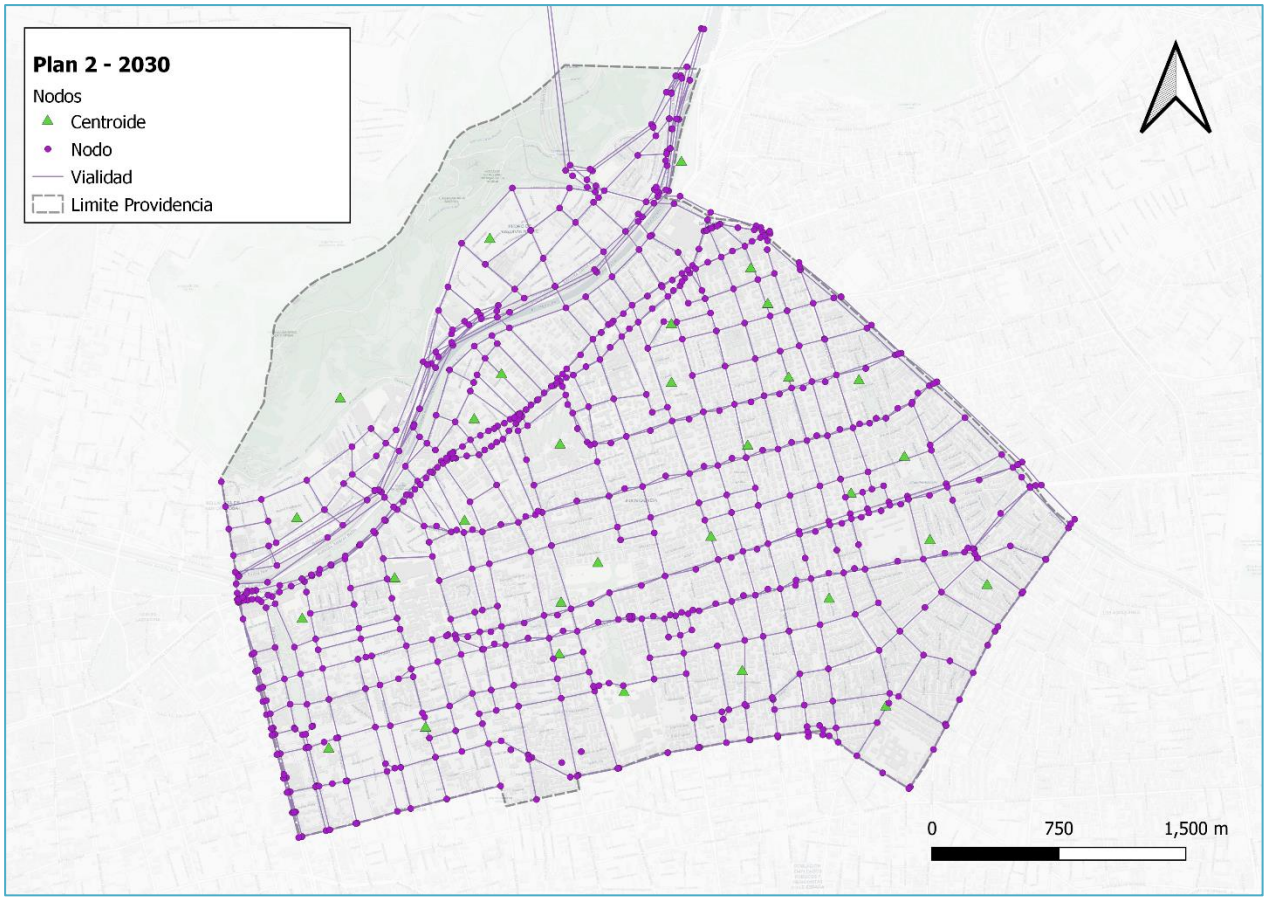
ID CIS	Clasificación	Tipo Proyecto	Ubicación	Impacto en la oferta de transporte privado
51		Mejoramiento Integral	Rediseño calle Bellavista desde Carlos Reed a Pio Nono	Se ajusta capacidad de intersecciones, sin afectar composición de pistas actual.
52		Mejoramiento Integral	Mejoramiento Santa María desde Del Arzobispo al Oriente en toda su extensión.	Rectificación de velocidad y capacidades a lo largo del eje.
53		Ciclovía	Par ciclovial en calle Eliecer Parada desde Tobalaba a Diagonal Oriente	Perfil uniforme de una pista por sentido con capacidad reducida en viraje. Prohibición de virajes hacia la izquierda en todas las intersecciones sin fase exclusiva.
54	Gestión vial	Mejoramiento Integral	Mejoramiento Diego de Almagro desde Eliecer Parada a Pedro de Valdivia.	Perfil de una pista por sentido, con capacidad completa donde se elimina una pista, capacidad reducida donde solo existe una pista de circulación en la actualidad. Se mantienen virajes izquierda solo en intersecciones reguladas (Amapolas)
55		Gestión Vial	Conexión al norte plaza 18 Septiembre, Los Leones con Pedro Lautaro Ferrer	Rediseño de la plaza de acuerdo con proyecto Providencia 8/80. Se entrega conectividad directa entre Pedro Lautaro Ferrer y Jaime Guzmán Errazuriz.
56	Ciclo inclusión	Ciclovías	Seminario	Sin impacto en red vial futura
57		Ciclovía existentes	Marchant Pereira	
58			Pocuro	
59	Gestión Vial		Eliminar Reversibilidad Salvador	Ajuste períodos Punta Mañana y Punta Tarde
60	Intermodalidad Metro	Calles Peatonales	Marchant Pereira L7 y L1 Metro; entre Barros Errázuriz y Providencia. Peatonalización de Calle Monseñor Sotero Sanz	Cierre de tránsito en Marchant Pereira. Tramo Fidel Oteiza - Providencia
61			Guardia Vieja L6, L8 , L1, L4 Metro; entre Providencia y Diego de Velásquez	Cierre Guardia Vieja, tramo Providencia – Diego de Velásquez. Se mantiene acceso por Diego de Velásquez entre Lyon y Guardia Vieja.
62			Diego Velásquez L6, L8 , L1, L4 Metro; pasaje desde Guardia Vieja hacia Nueva Providencia	
63	Transporte Público	Facilidades para Transporte Público en Eje Bilbao	Pistas solo bus ambas calzadas Eje Bilbao entre Tobalaba y Román Díaz, gestión vial de virajes transporte Privado.	Ajuste en tramo Román Diaz – Tobalaba. Se agrega pista solo bus en calzada sur. Se prohíben virajes a la derecha en intersecciones de Pedro de Valdivia y Los Leones
64		Pistas solo bus	Eliodoro Yáñez en el sentido Oriente Poniente	Perfil uniforme de tres pistas, una solo bus.
65			Carlos Antúnez sentido Poniente a Oriente	
66			Pocuro en el sentido Poniente a Oriente	
67	Ciclo inclusión Gestión Vial	Nuevas Ciclovías Eliminar acceso autopista	Dr. Lautaro Ferrer	Reducción de capacidad en virajes, según ubicación de ciclovía.
68			Rancagua	
69			Alférez Real	
71			Plaza Baquedano / Acceso a Costanera Norte	
72	Transporte Público	Buses expresos	Andrés Bello	Cierre de acceso en cruce V. Mackenna/Pio Nono – Andrés Bello

ID CIS	Clasificación	Tipo Proyecto	Ubicación	Impacto en la oferta de transporte privado
73	Gestión Vial	Eje Ambiental	Los Leones	Se modelan trazados entre Estación Mapocho e Isidora Goyenechea, con frecuencia al 20% de Av. Providencia
74	Gestión Vial	Eje Ambiental	Francisco Bilbao	No se modelan por tratarse de eventos excepcionales.
75	Gestión Vial	Eje Ambiental	Salvador	
76	Gestión Vial	Reversibilidad	Santa Isabel/Diagonal Ote./Pedro Lautaro Ferrer/Jaime Guzmán	
77	Transporte Publico	Frecuencia de servicios	Eliodoro Yáñez	Ajuste períodos Punta Mañana y Punta Tarde
78	Transporte Publico	Frecuencia de servicios	Carlos Antúnez	Incremento de frecuencia de servicios en un 100% respecto a Sit. Base
79	Transporte Publico	Frecuencia de servicios	Los Conquistadores	
80	Gestión Vial	Eje Ambiental y Mejoramiento Intersecciones	Tobalaba	
81	Gestión Vial	Eliminar movimiento	Coyancura esquina Ricardo Lyon/Lota	Desarrollado en conjunto a proyecto 44
82	Transporte Público	Nuevos servicios bus	Alférez Real / Pocuro	Se elimina movimiento oriente-norte desde Coyancura, permitiendo únicamente movimiento por calle Lota.
83	Ciclo inclusión	Nuevas Ciclovias	Santa Isabel / Diag. Oriente entre Gral. Bustamante y Manuel Montt	Se replican servicios existentes en par Rancagua-Bilbao, incluyendo sus frecuencias.
84	Semaforización	Nuevos semáforos	Pedro de Valdivia	Desarrollado en conjunto a proyecto 48
85	Semaforización	Nuevos semáforos	Tobalaba	Se incorporan nuevos semáforos en cruces con Biarritz, Vasconia y Diego de Almagro.
86	Semaforización	Nuevos semáforos	Manuel Montt	Semáforos en Carmen Sylva y El Vergel
87	Ciclo inclusión	Ciclovía	Manuel Montt Pedro de Valdivia desde Providencia a Diagonal Oriente	Desarrollado en conjunto a proyecto 45
88	Espacio Público y Movilidad	Gestión Vial		
89	Gestión Vial	Gestión Vial	Mediana en Andrés Bello	Desarrollado en conjunto a proyecto 84
90	Espacio Público y Movilidad	Centro logístico de Transporte de Carga Delivery	Calle Bucarest entre Andrés Bello y Gral. Holley u otros sitios por definir.	Desarrollado en conjunto a proyecto 50
1	Caminabilidad	Paseo Peatonal	Las Bellotas entre Coyancura y Nueva Providencia	No se modela

Fuente: Elaboración Propia en conjunto con DDU Municipalidad de Providenci

Con las definiciones anteriores se procede a codificar la red del Plan de proyectos. Esta red, a diferencia de la Situación Base y Plan conservador presentados previamente, incorpora proyectos de mayor envergadura que pueden afectar sustancialmente la movilidad del sector, ya sea mediante la incorporación de nueva oferta de transporte público, modos no motorizados y facilidades peatonales, como también es la regulación de cruces, eliminación de reversibilidad y otros ajustes que afectan la vialidad estructurante de la comuna.

FIGURA Nº 5.2-2: RED DE MODELACIÓN TÁCTICA – AÑO 2030



Fuente: Elaboración Propia

Si bien no se observan grandes cambios a simple vista, es importante destacar el cambio operacional de los ejes Salvador y Diagonal Oriente, que eliminan sur reversibilidad. También destaca la modificación de la Plaza 18 de septiembre de acuerdo al proyecto “Providencia 8/80” y las pistas solo bus por Carlos Antúnez, Eliodoro Yáñez y Pocuro como facilidades de transporte público, además de las facilidades ciclo inclusivas consideradas en diversos ejes.

5.2.1.3 Resultados Asignación de Proyectos

A continuación se presentan los resultados generales de la red vial modelada, en término de Flujo Total y Grado de Saturación (vehículos sobre capacidad de la vía). Se hará una breve reseña general y se presentan imágenes detalladas de cinco sectores de la comuna para lograr una mejor comprensión de los resultados. El modelo utilizado se incluye en el Anexo 22.1 del presente informe.

5.2.1.3.1 Punta Mañana

Vista General

Se presenta el flujo total simulado en el período punta mañana.

FIGURA Nº 5.2-3: FLUJO TOTAL DE LA RED – PLAN 2 2030 PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración Propia

A simple vista se observan los mayores cambios en Andrés Bello, Salvador y Diagonal Oriente producto de los cambios en reversibilidad. Otros cambios se notan en el análisis por zona que sigue.

FIGURA Nº 5.2-4: GRADO DE SATURACIÓN DE LA RED – PLAN 2 2030 PUNTA MAÑANA



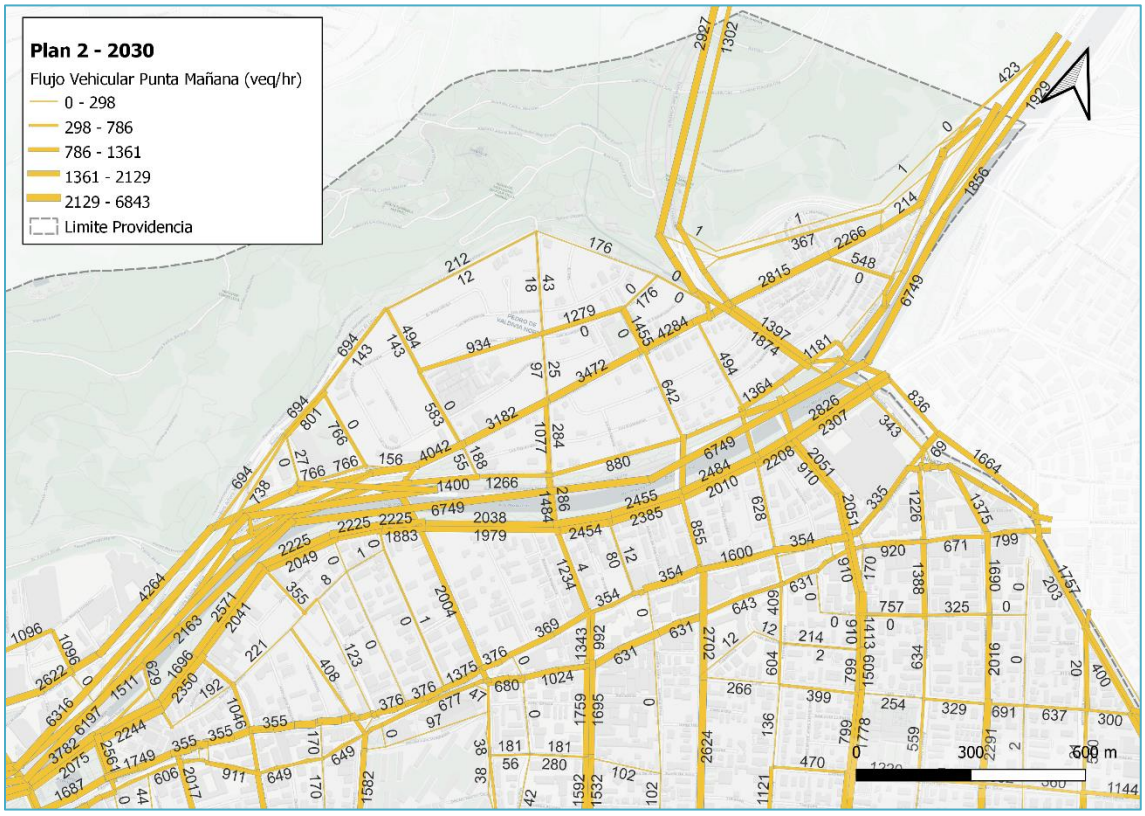
Fuente: Elaboración Propia

La operación de la red, salvo las vías reversibles, no varían mayormente. El efecto de las otras medidas del plan de proyectos implementado se traduce en mayores demoras en diversos ejes producto de la restricción de capacidad. Un análisis más detallado, por zonas de la comuna, se presenta a continuación.

Sector Nororiente: Pedro de Valdivia Norte - Andrés Bello – Av. Providencia

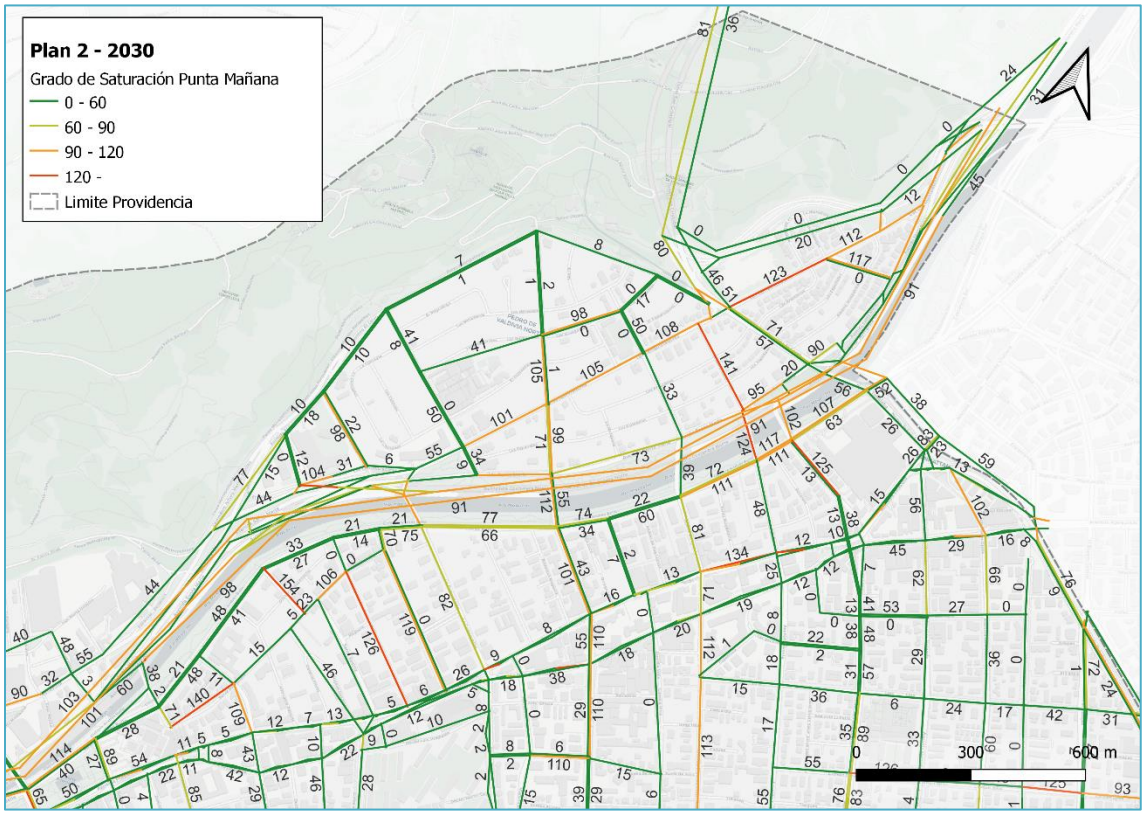
Se presentan figuras de flujo vehicular y grado de saturación para la zona nororiente de la comuna, buscando observar el detalle respecto de su operación particular.

FIGURA Nº 5.2-5: FLUJO TOTAL SECTOR NORORIENTE – PLAN 2 2030 PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 5.2-6: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR NORORIENTE– PLAN 2 2030 PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración Propia

Respecto de la Situación Base se observa que el eje Los Conquistadores presenta mayor demanda y peores indicadores de saturación. No obstante, el sector de Costanera Andrés Bello y Santa María mejoró considerablemente su operación; esto en concordancia con lo ya visto en el Plan 1 Conservador.

Sector Norponiente: Bellavista – Parque Bustamante

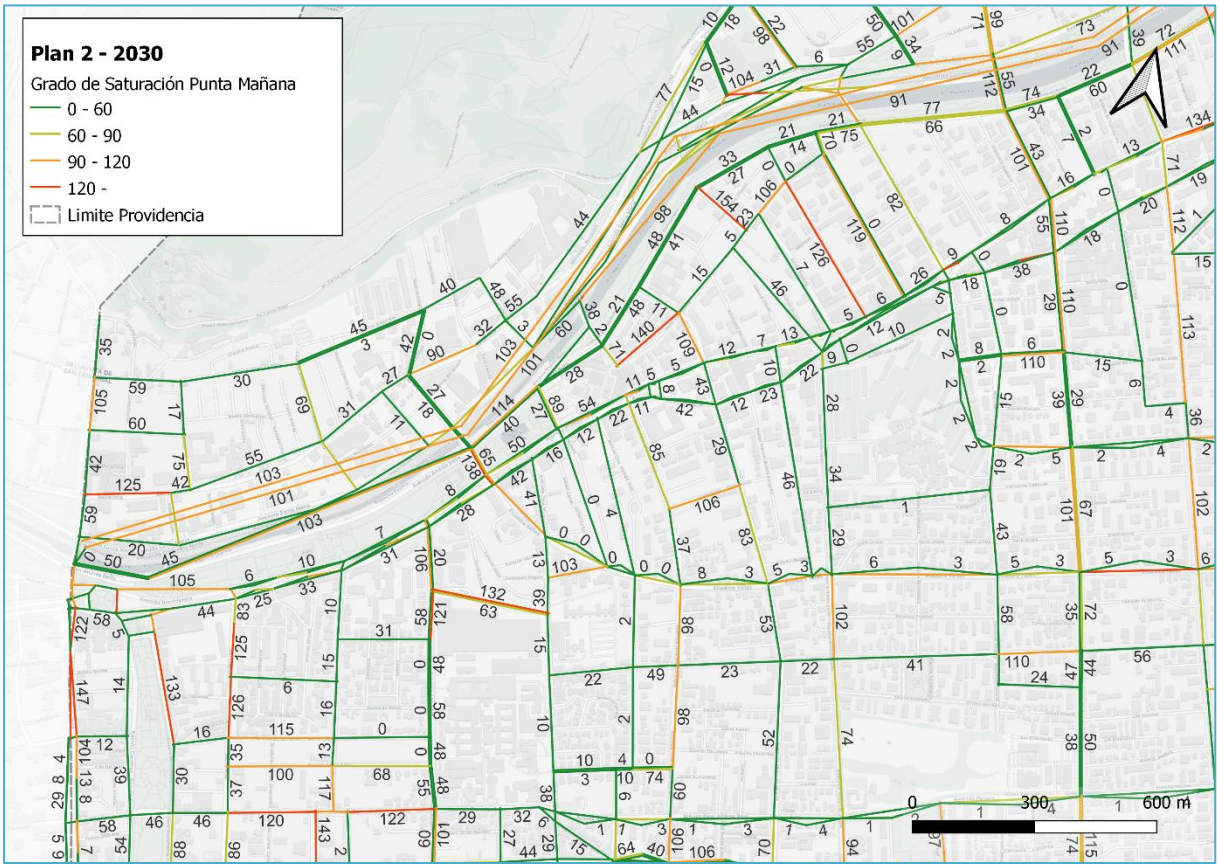
Se presentan figuras de flujo vehicular y grado de saturación para la zona norponiente, correspondiente a los sectores de Barrio Bellavista, Plaza Baquedano y Parque Bustamante, buscando observar el detalle de su operación particular.

FIGURA Nº 5.2-7: FLUJO TOTAL SECTOR NORPONIENTE – PLAN 2 2030 PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 5.2-8: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR NORPONIENTE– PLAN 2 2030 PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración Propia

La operación del sector respecto a la Situación Base se mantiene en niveles similares, presentándose los mayores conflictos en Bellavista con Pio Nono y Rancagua con Condell. Cabe destacar que Plaza Baquedano presenta una leve mejoría en su operación debido al cierre del acceso a Costanera Norte. No obstante, esto no soluciona la altísima demanda proveniente del eje Vicuña Mackenna y afecta negativamente al flujo de paso por la comuna debido a una reasignación en otros sectores ya congestionados.

Sector Surponiente: Barrio Italia – Santa Isabel

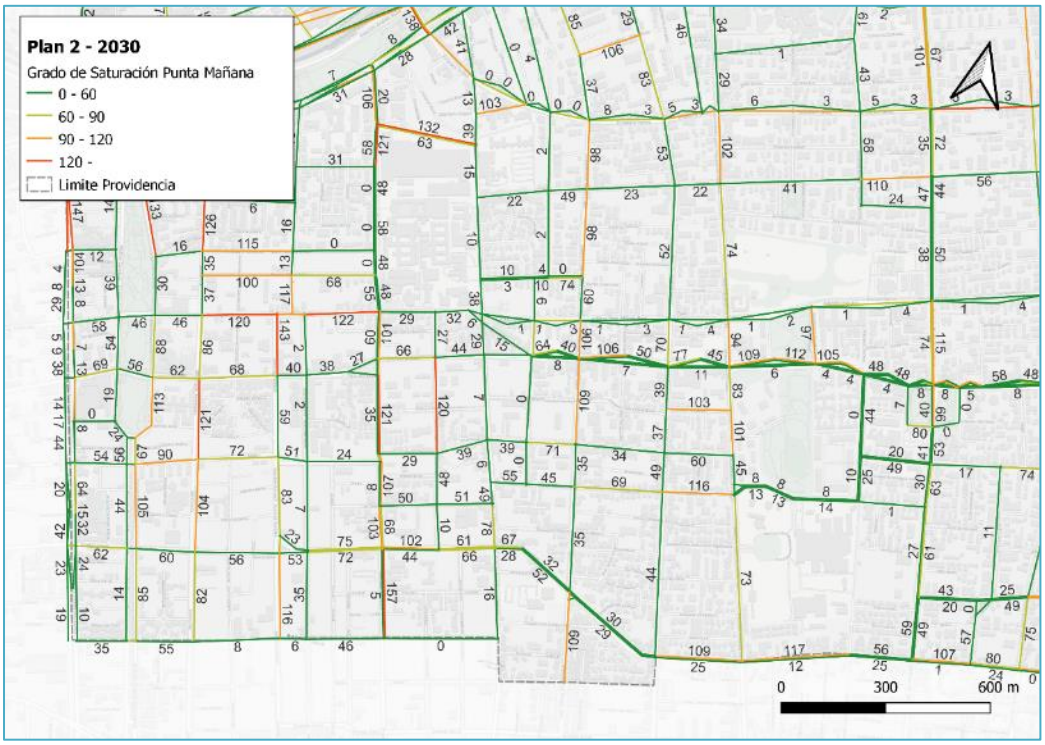
A continuación se presentan figuras de flujo vehicular y grado de saturación para la zona surponiente, correspondiente a los sectores de Barrio Italia y Santa Isabel, con objeto de ver el detalle de su operación particular.

FIGURA Nº 5.2-9: FLUJO TOTAL SECTOR SURPONIENTE – PLAN 2 2030 PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 5.2-10: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR SURPONIENTE– PLAN 2 2030 PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración Propia

En este sector se observa que el eje de mayor demanda corresponde a Av. Salvador, donde la reversibilidad atrae una cantidad importante de vehículos en sentido norte-sur. En el caso de Diagonal Oriente se sigue

observando un flujo predominante desde el sector oriente, viéndose impactado negativamente producto del fin de la reversibilidad en el eje.

Sector Suroriente: Pocuro – El Aguilucho

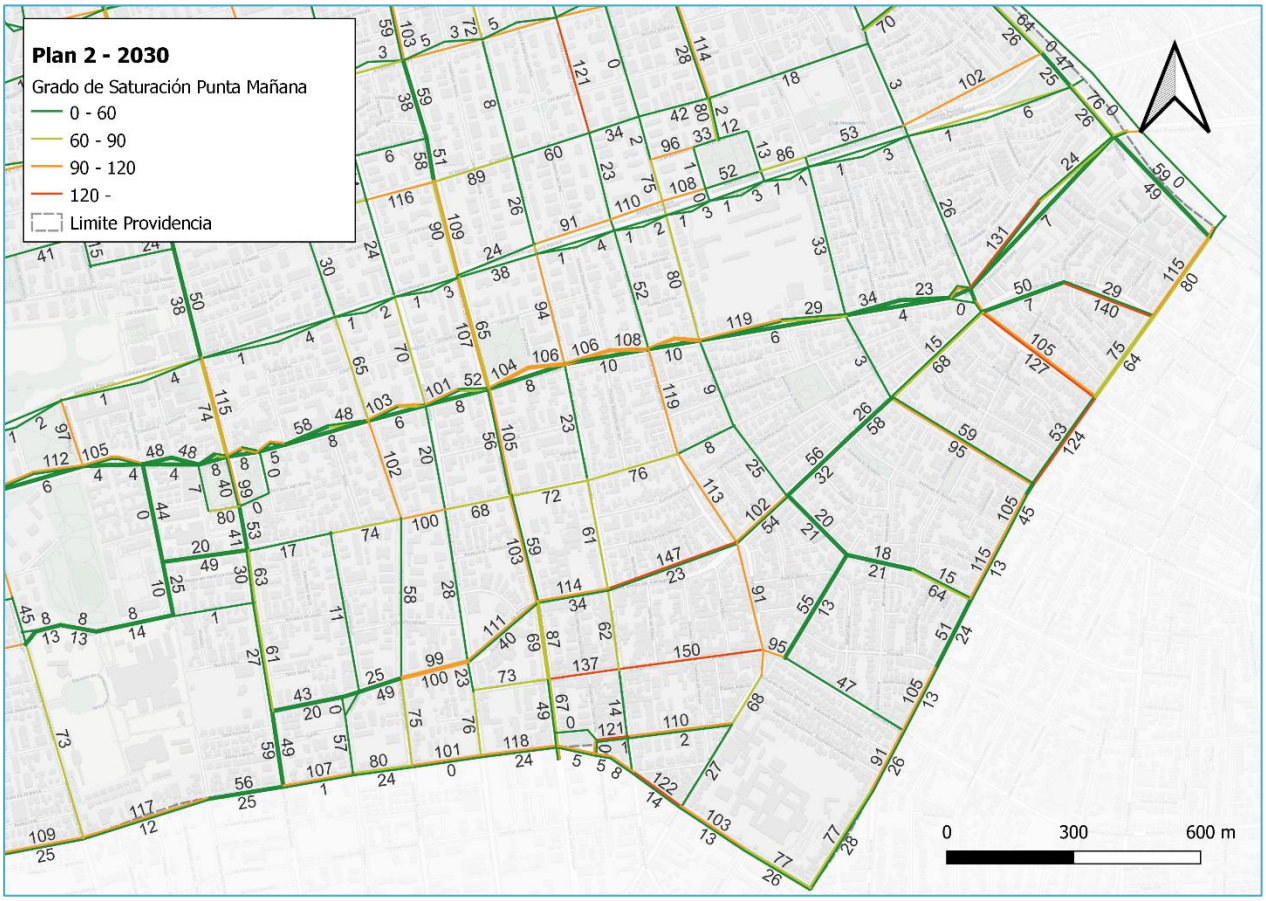
Las siguientes figuras de flujo vehicular y grado de saturación corresponden a la zona suroriente, incluyendo los sectores de Pocuro y El Aguilucho, esto a fin de ver el detalle de su operación particular.

FIGURA Nº 5.2-11: FLUJO TOTAL SECTOR SURORIENTE – PLAN 2 2030 PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 5.2-12: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR SURORIENTE– PLAN 2 2030 PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración Propia

El principal cambio se observa en el sector de Diagonal Oriente, con el fin de la reversibilidad y la modificación de Plaza 18 de septiembre, con alta demanda en ambos sentidos. En el caso de Francisco Bilbao se observa una demanda muy alta hacia el poniente, que afecta en menor medida a los buses dada la presencia de pistas solo bus.

Sector Centro Cívico: Carlos Antúnez – Eliodoro Yáñez

Para finalizar se presentan las figuras de flujo vehicular y grado de saturación correspondientes a la zona aledaña a la Ilustre Municipalidad de Providencia, incluyendo los sectores de Carlos Antúnez y Eliodoro Yáñez, observando el detalle de su operación particular.

FIGURA Nº 5.2-13: FLUJO TOTAL SECTOR CENTRO CIVICO – PLAN 2 2030 PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 5.2-14: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR CENTRO CIVICO – PLAN 2 2030 PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración Propia

En el sector no se aprecian mayores cambios. Destaca el hecho de incorporar nuevos semáforos por Pedro de Valdivia, sin afectar mayormente la operación vehicular, ya bastante congestionada desde la Situación Base.

5.2.1.3.2 Punta Mediodía

Vista General

A continuación se presentan los flujos y niveles de saturación obtenidos para el período Punta Mediodía.

FIGURA Nº 5.2-15: FLUJO TOTAL DE LA RED – PLAN 2 2030 PUNTA MEDIODÍA



Fuente: Elaboración Propia

Los flujos, al igual que en la Situación Base, se moderan respecto de la Punta Mañana, siendo los ejes de mayor carga Eliodoro Yáñez, Rancagua, Pocuro y Los Conquistadores. También se observa gran demanda entre los ejes Providencia y Andrés Bello, como se observa en los grados de saturación reportados.

FIGURA Nº 5.2-16: GRADO DE SATURACIÓN DE LA RED – PLAN 2 2030 PUNTA MEDIODÍA



Fuente: Elaboración Propia

Se puede señalar que esta red presenta diferencias mínimas respecto de la base al no verse afectada por el efecto de reversibilidades.

Sector Nororiente: Pedro de Valdivia Norte - Andrés Bello – Av. Providencia

Se presentan figuras de flujo vehicular y grado de saturación para la zona nororiente de la comuna, buscando observar el detalle respecto de su operación particular.

FIGURA Nº 5.2-17: FLUJO TOTAL SECTOR NORORIENTE – PLAN 2 2030 PUNTA MEDIODÍA

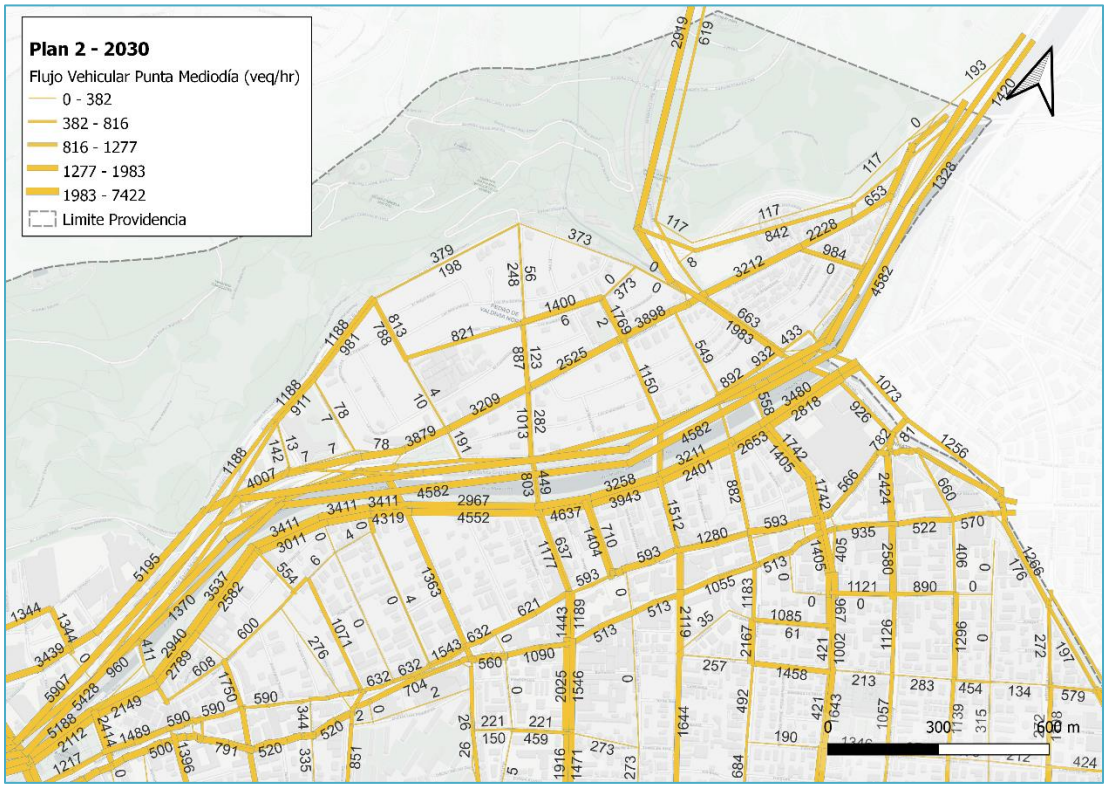
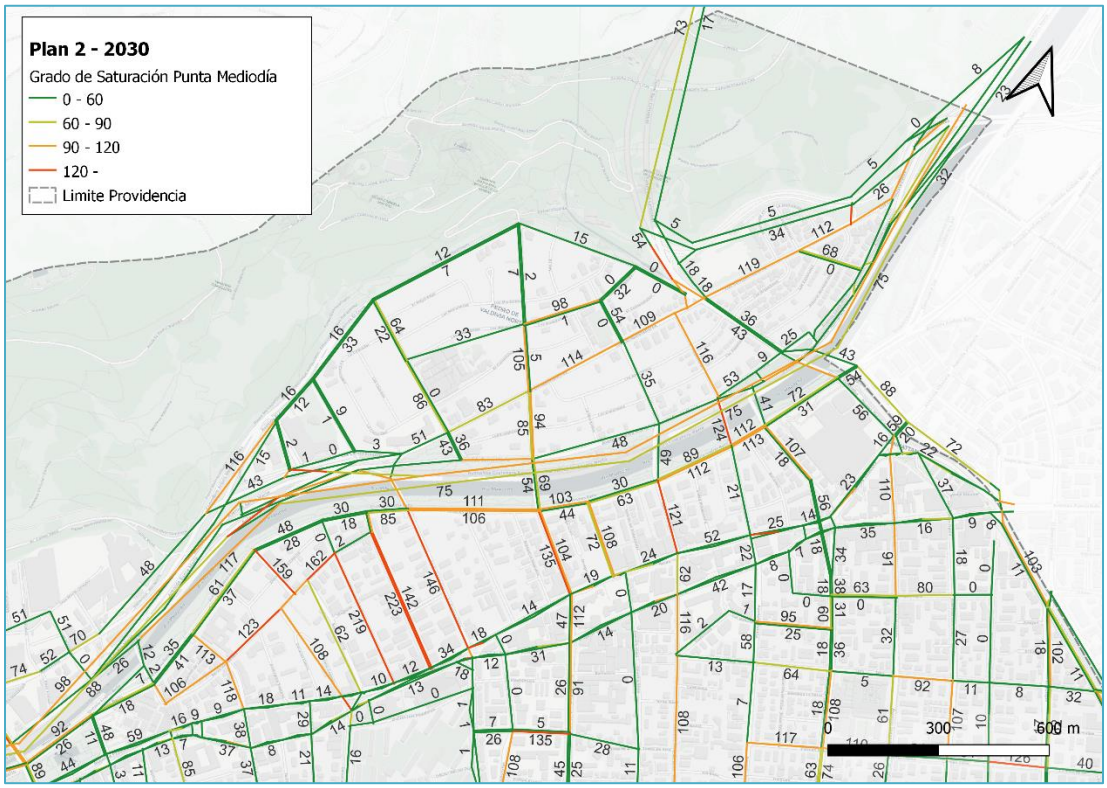


FIGURA Nº 5.2-18: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR NORORIENTE– PLAN 2 2030 PUNTA MEDIODÍA



Fuente: Elaboración Propia

Similar a la Situación Base, se observan conflictos importantes en varias intersecciones como Pedro de Valdivia con Andrés Bello, La Concepción con Providencia y Marchant Pereira con Nueva Providencia; además de la salida de Costanera Norte junto a la Clínica Indisa.

Sector Norponiente: Bellavista – Parque Bustamante

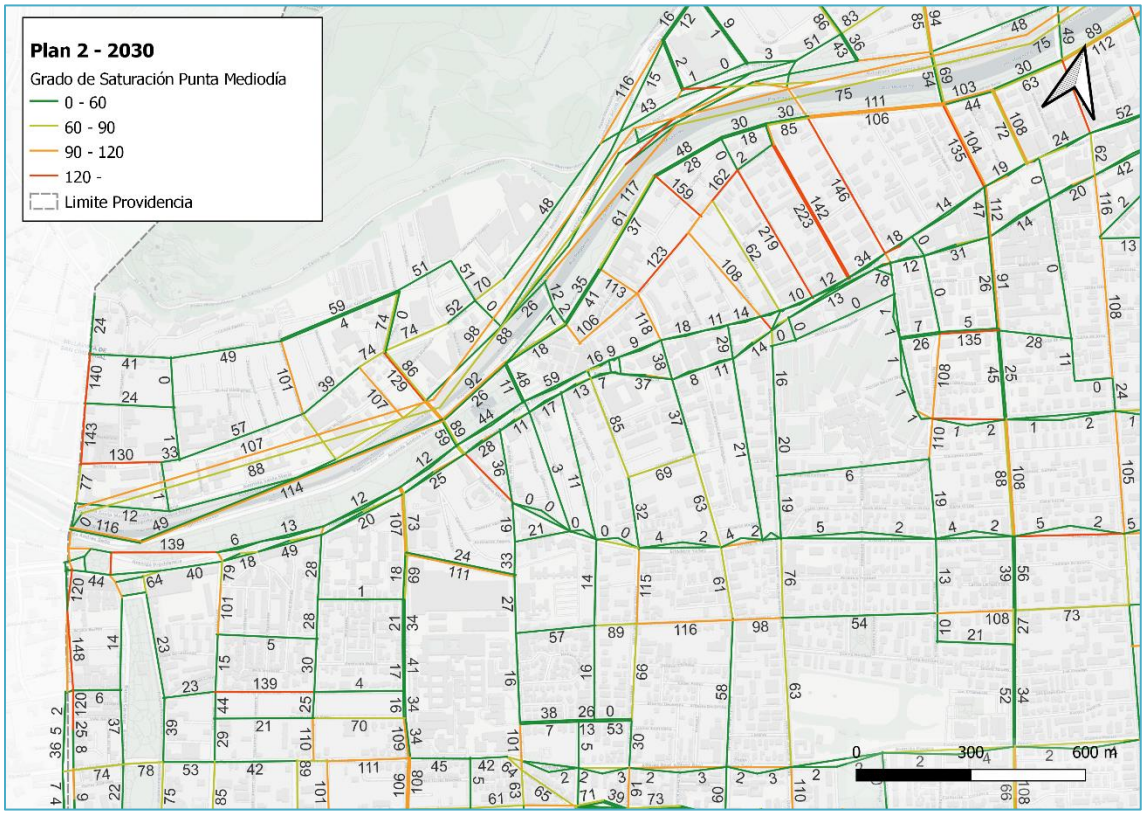
Se presentan figuras de flujo vehicular y grado de saturación para la zona norponiente, correspondiente a los sectores de Barrio Bellavista, Plaza Baquedano y Parque Bustamante, buscando observar el detalle de su operación particular.

FIGURA Nº 5.2-19: FLUJO TOTAL SECTOR NORPONIENTE – PLAN 2 2030 PUNTA MEDIODÍA



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 5.2-20: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR NORPONIENTE– PLAN 2 2030 PUNTA MEDIODÍA



Fuente: Elaboración Propia

Se observa un muy leve empeoramiento en la operación vehicular del sector respecto a la situación evaluada como Situación Base y Plan 1, no obstante las diferencias debieran ser imperceptibles dada la congestión del sector.

Sector Surponiente: Barrio Italia – Santa Isabel

A continuación se presentan figuras de flujo vehicular y grado de saturación para la zona surponiente, correspondiente a los sectores de Barrio Italia y Santa Isabel, con objeto de ver el detalle de su operación particular.

FIGURA Nº 5.2-21: FLUJO TOTAL SECTOR SURPONIENTE – PLAN 2 2030 PUNTA MEDIODÍA

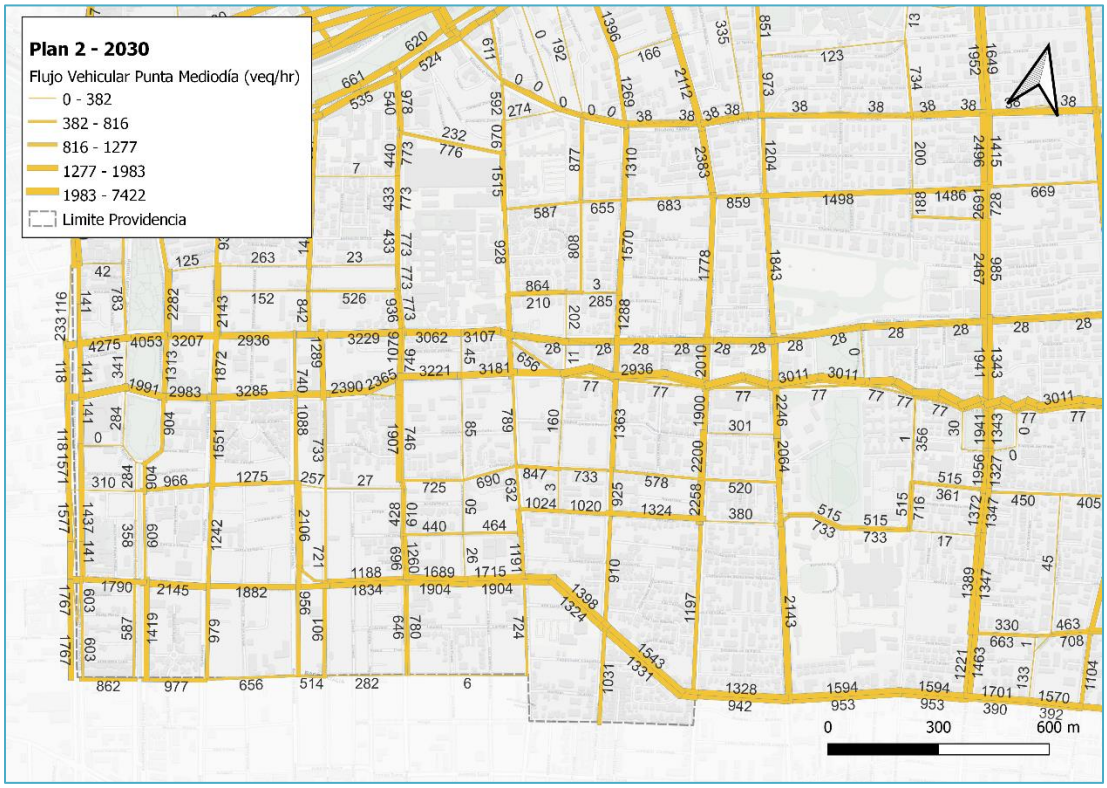
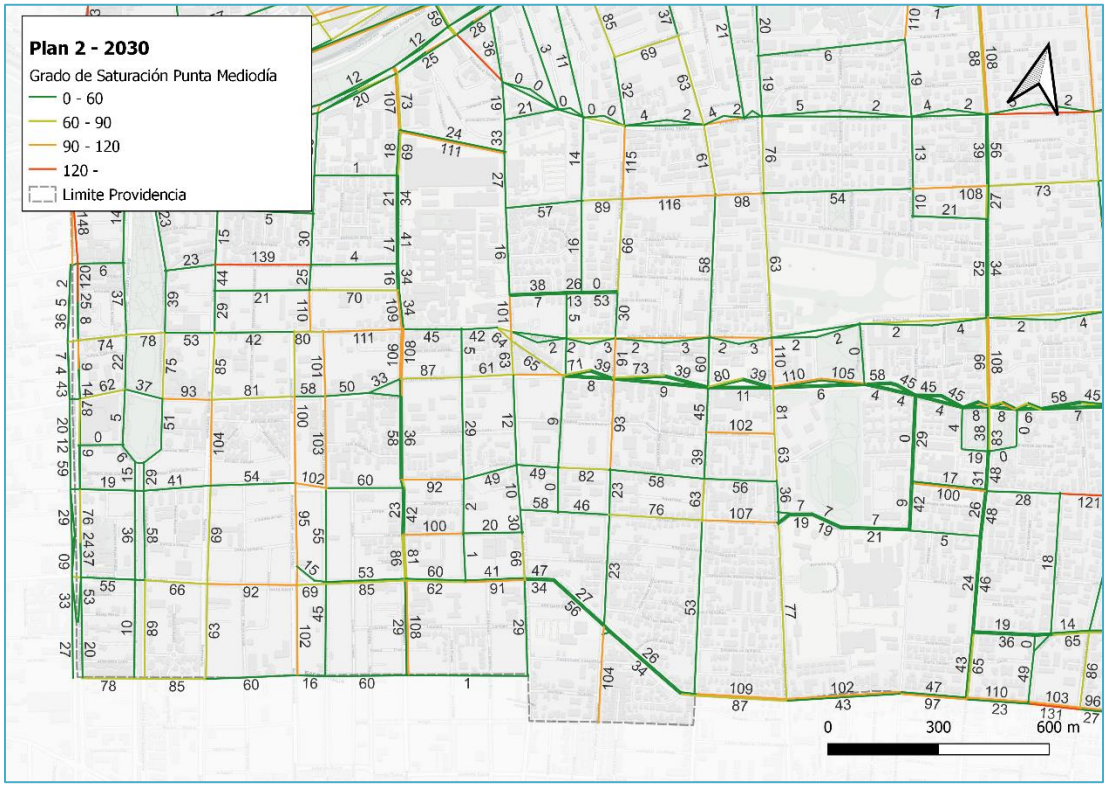


FIGURA Nº 5.2-22: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR SURPONIENTE– PLAN 2 2030 PUNTA MEDIODÍA



Fuente: Elaboración Propia

Este sector presenta una operación adecuada, siendo el sector de mayor demanda el comprendido por el par vial de Condell e Italia. Similar a la base, los ejes Rancagua y Bilbao concentran la mayor demanda oriente-poniente, se encuentran saturados y siguen dentro de los límites de operación.

Sector Suroriente: Pocuro – El Aguilucho

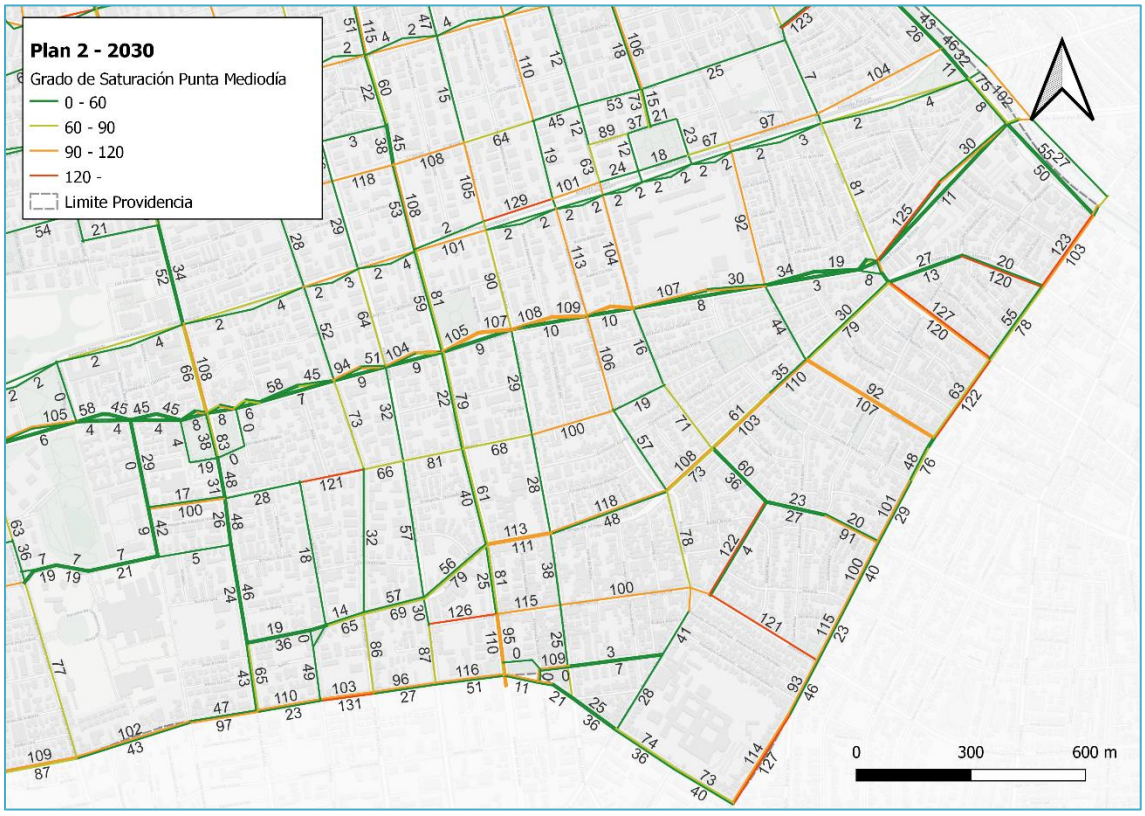
Las siguientes figuras de flujo vehicular y grado de saturación corresponden a la zona suroriente, incluyendo los sectores de Pocuro y El Aguilucho, esto a fin de ver el detalle de su operación particular.

FIGURA Nº 5.2-23: FLUJO TOTAL SECTOR SURORIENTE – PLAN 2 2030 PUNTA MEDIODÍA



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 5.2-24: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR SURORIENTE– PLAN 2 2030 PUNTA MEDIODÍA



Fuente: Elaboración Propia

La operación de Echeñique, El Aguilucho y Diagonal Oriente es deficiente producto de la alta demanda procedente de Ñuñoa. También es importante mencionar el eje de Amapolas en sentido sur-norte. El eje Francisco Bilbao captura una alta demanda en sentido oriente-poniente, sin afectar la operación de buses.

Sector Centro Cívico: Carlos Antúnez – Eliodoro Yáñez

Para finalizar se presentan las figuras de flujo vehicular y grado de saturación correspondientes a la zona aledaña a la Ilustre Municipalidad de Providencia, incluyendo los sectores de Carlos Antúnez y Eliodoro Yáñez, observando el detalle de su operación particular.

FIGURA Nº 5.2-25: FLUJO TOTAL SECTOR CENTRO CIVICO – PLAN 2 2030 PUNTA MEDIODÍA



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 5.2-26: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR CENTRO CIVICO – PLAN 2 2030 PUNTA MEDIODÍA



Fuente: Elaboración Propia

Aquí se observa gran cantidad de conflictos en sentido norte-sur entre Carlos Antúnez y Eliodoro Yáñez, que se atribuible a la alta demanda de ambos ejes y la imposibilidad de acoger mayor tráfico. En el caso de Pedro de Valdivia la incorporación de nuevos semáforos no supone mayores demoras.

5.2.1.3.3 Punta Tarde

Vista General

Finalmente, se presentan los flujos simulados y niveles de saturación del período Punta Tarde al año 2030.

FIGURA Nº 5.2-27: FLUJO TOTAL DE LA RED – PLAN 2 2030 PUNTA TARDE



Fuente: Elaboración Propia

Al comparar con la Situación Base es particularmente relevante el efecto sobre la Costanera Andrés Bello, Salvador y Diagonal Oriente, que operan sin reversibilidad.

Se observan los mayores niveles de saturación de la red, aunque mejoran ligeramente respecto de la situación previa.

FIGURA Nº 5.2-28: GRADO DE SATURACIÓN DE LA RED – PLAN 2 2030 PUNTA TARDE



Fuente: Elaboración Propia

Los ejes a tener en cuenta son Eliodoro Yáñez, Los Conquistadores. También se observa alta congestión en Bilbao hacia el poniente y Carlos Antúnez hacia el oriente. Se añade Nueva Los Leones dado la menor oferta para acceder a Costanera Center desde el poniente.

Sector Nororiente: Pedro de Valdivia Norte - Andrés Bello – Av. Providencia

Se presentan figuras de flujo vehicular y grado de saturación para la zona nororiente de la comuna, buscando observar el detalle respecto de su operación particular.

FIGURA Nº 5.2-29: FLUJO TOTAL SECTOR NORORIENTE – PLAN 2 2030 PUNTA TARDE

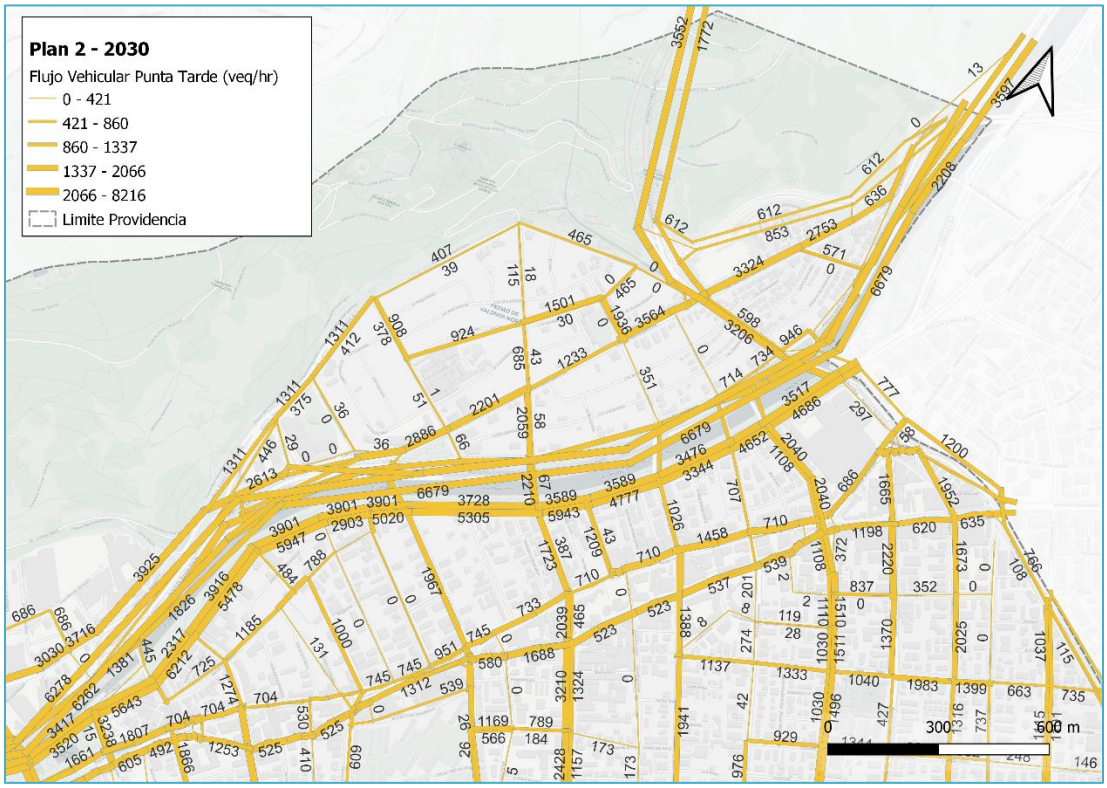
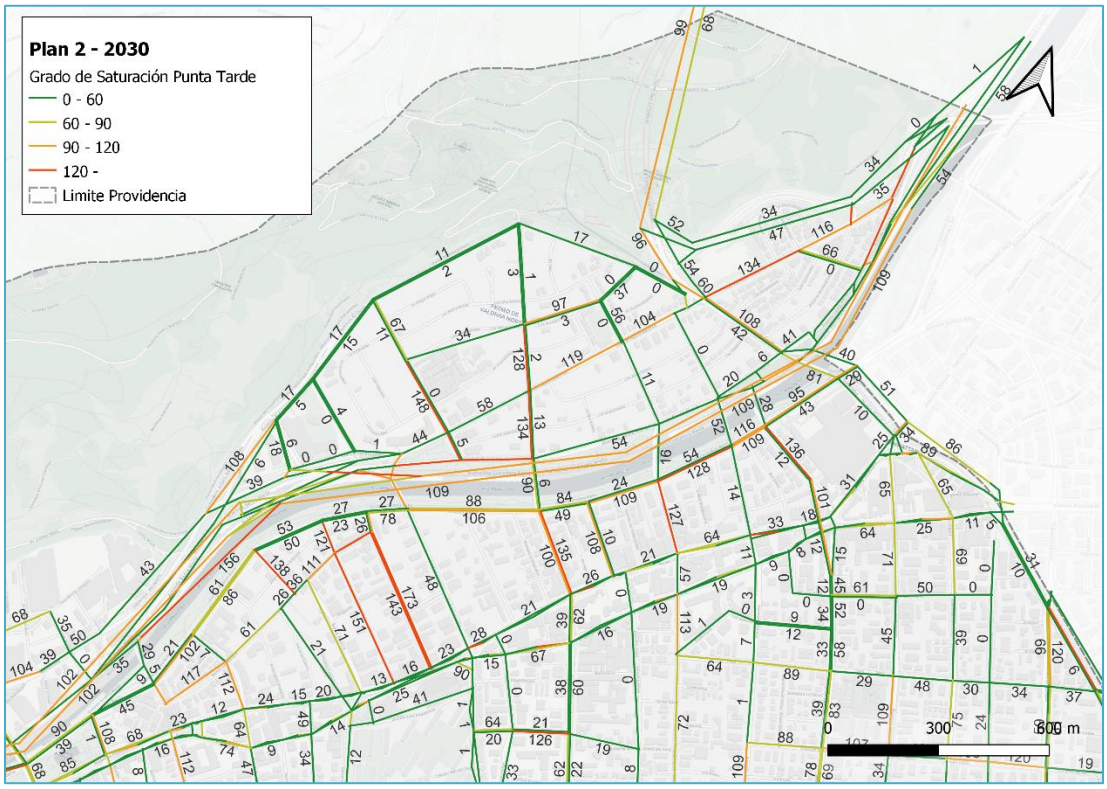


FIGURA Nº 5.2-30: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR NORORIENTE– PLAN 2 2030 PUNTA TARDE



Fuente: Elaboración Propia

Aquí, en contraposición a la Punta Mañana, el eje Santa María empeora su operación a la vez que Andrés Bello mejora. Un elemento disonante es el cruce de Los Conquistadores y El Cerro, que sigue presentando niveles de operación deficientes fruto de la demanda asociada al Túnel San Cristóbal. Esto se mantiene respecto a los visto en el Plan 1 de proyectos

Sector Norponiente: Bellavista – Parque Bustamante

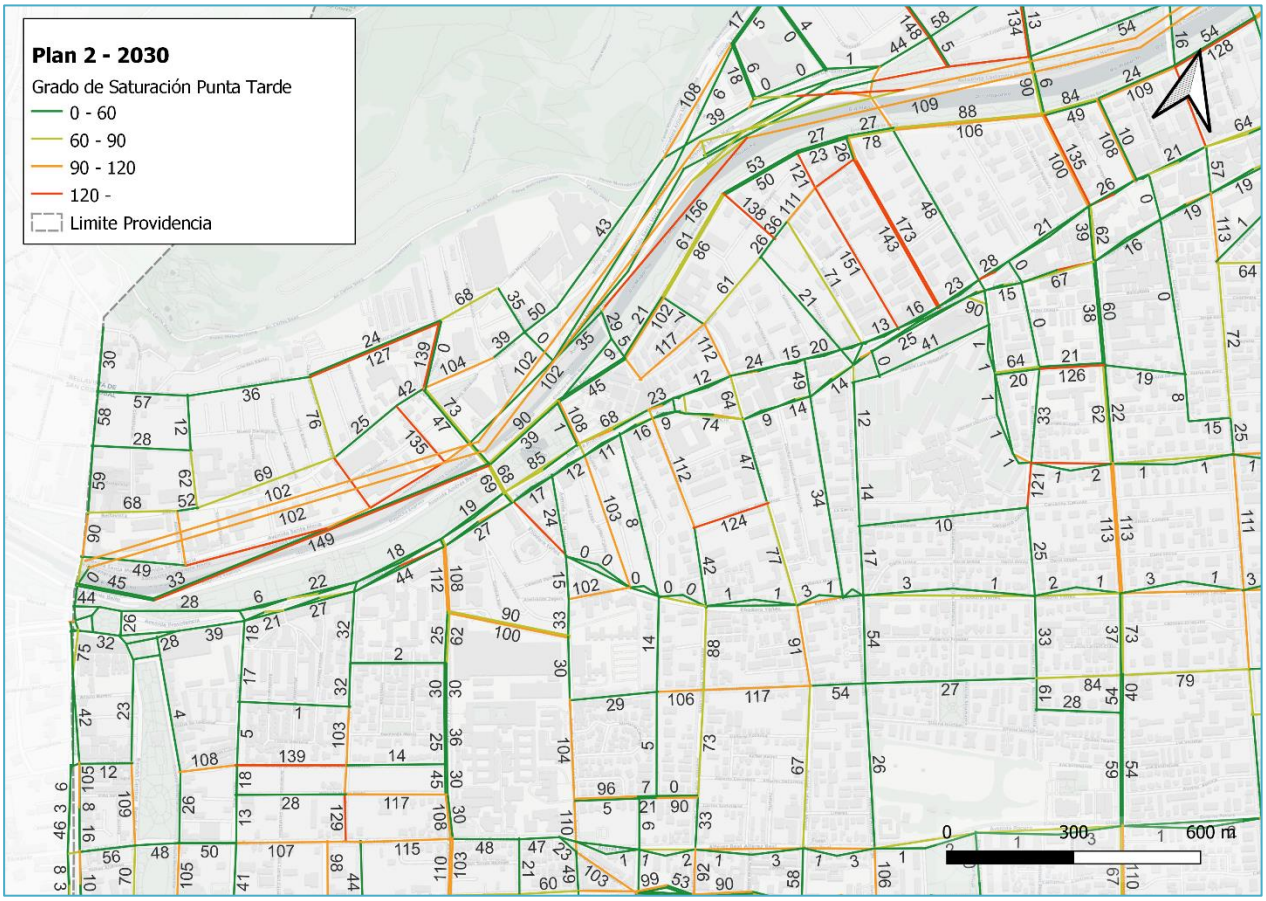
Se presentan figuras de flujo vehicular y grado de saturación para la zona norponiente, correspondiente a los sectores de Barrio Bellavista, Plaza Baquedano y Parque Bustamante, buscando observar el detalle de su operación particular.

FIGURA Nº 5.2-31: FLUJO TOTAL SECTOR NORPONIENTE – PLAN 2 2030 PUNTA TARDE



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 5.2-32: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR NORPONIENTE– PLAN 2 2030 PUNTA TARDE



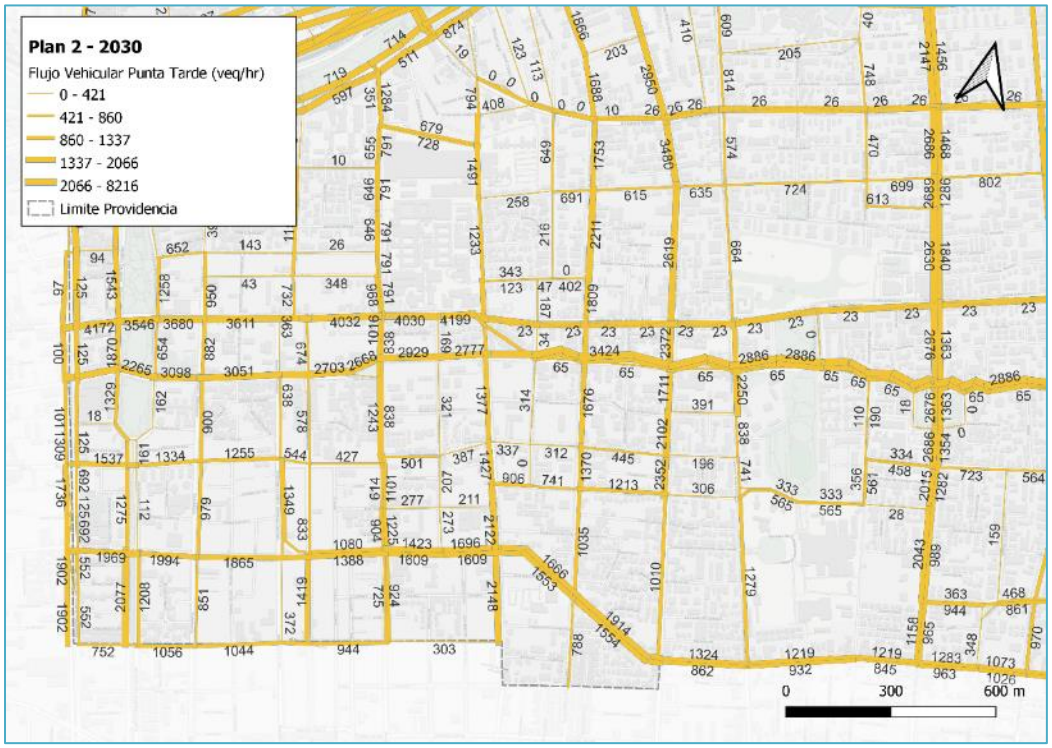
Fuente: Elaboración Propia

Siguiendo la tónica observada en el sector anterior, se observan mejoras en la Costanera y en general del flujo oriente-poniente fruto de eliminar la reversibilidad en Andrés Bello. No obstante, el eje Santa María incrementa notablemente su congestión y se mantiene el punto crítico de Eliodoro Yáñez y Providencia. El mayor beneficiado es el sector de Plaza Baquedano y Bellavista, que ven reducida su congestión notablemente, más aun con la eliminación del acceso a Costanera Norte, aunque ello impacte en el flujo de paso que busca otras alternativas de acceso desde el poniente.

Sector Surponiente: Barrio Italia – Santa Isabel

A continuación se presentan figuras de flujo vehicular y grado de saturación para la zona surponiente, correspondiente a los sectores de Barrio Italia y Santa Isabel, con objeto de ver el detalle de su operación particular.

FIGURA Nº 5.2-33: FLUJO TOTAL SECTOR SURPONIENTE – PLAN 2 2030 PUNTA TARDE



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 5.2-34: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR SURPONIENTE– PLAN 2 2030 PUNTA TARDE



Fuente: Elaboración Propia

En general se mantienen las condiciones de operación observadas en la Situación Base y Plan 1, salvo en el caso de Rancagua y su continuación al oriente, consecuencia directa de la eliminación de reversibilidad en Andrés Bello. Los puntos de mayor conflicto son Rancagua con Condell, Diagonal Rancagua con Román Diaz y Manuel Montt con Diagonal Oriente. El sector de Diagonal Oriente, entre Manuel Montt y Antonio Varas, presenta conflictos importantes producto de la reducida capacidad de la via.

Sector Suroriente: Pocuro – El Aguilucho

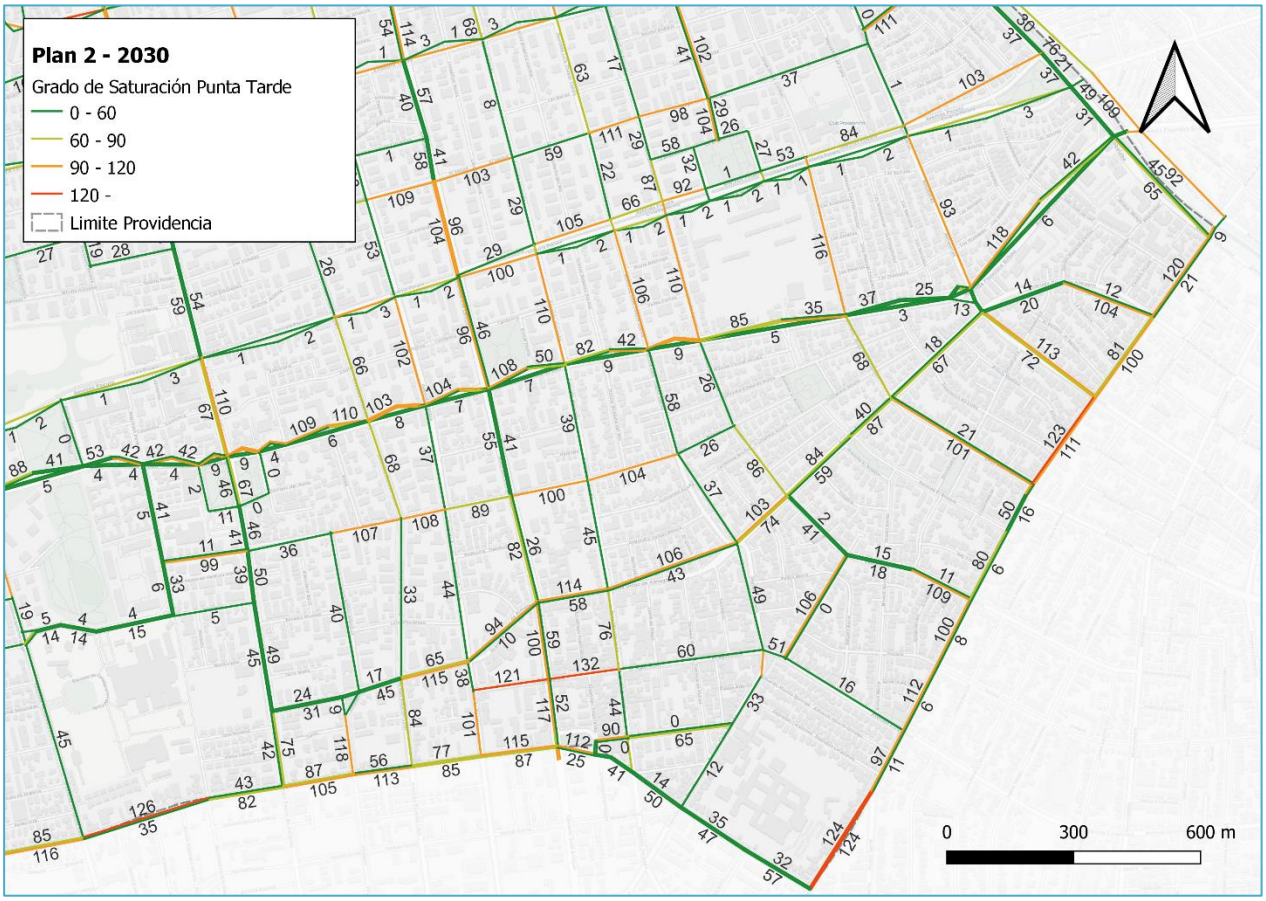
Las siguientes figuras de flujo vehicular y grado de saturación corresponden a la zona suroriente, incluyendo los sectores de Pocuro y El Aguilucho, esto a fin de ver el detalle de su operación particular.

FIGURA Nº 5.2-35: FLUJO TOTAL SECTOR SURORIENTE – PLAN 2 2030 PUNTA TARDE



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 5.2-36: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR SURORIENTE– PLAN 2 2030 PUNTA TARDE



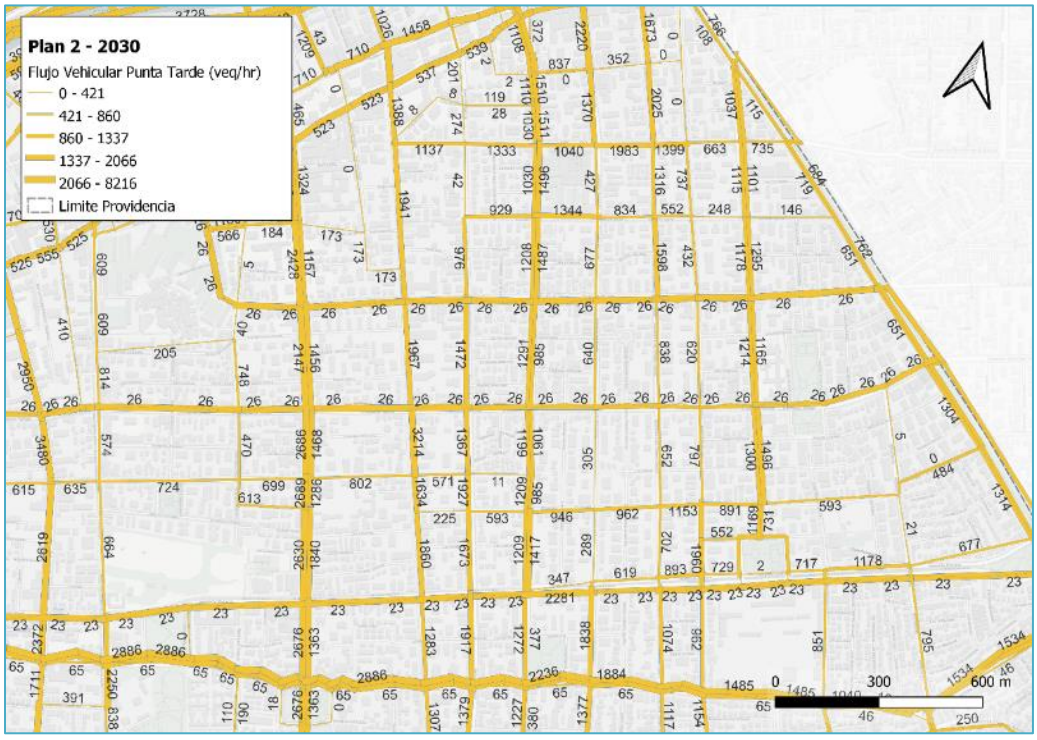
Fuente: Elaboración Propia

En Pedro Lautaro Ferrer y Diagonal Oriente se observa presencia de contraflujos razonables, justificando la eliminación de la reversibilidad en el sector. Ejes que ven afectada su operación son Francisco Bilbao, Pocuro y Diego de Almagro producto de las nuevas facilidades de transporte público y ciclos, respectivamente.

Sector Centro Cívico: Carlos Antúnez – Eliodoro Yáñez

Para finalizar se presentan las figuras de flujo vehicular y grado de saturación correspondientes a la zona aledaña a la Ilustre Municipalidad de Providencia, incluyendo los sectores de Carlos Antúnez y Eliodoro Yáñez, observando el detalle de su operación particular.

FIGURA Nº 5.2-37: FLUJO TOTAL SECTOR CENTRO CIVICO – PLAN 2 2030 PUNTA TARDE



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 5.2-38: GRADO DE SATURACIÓN SECTOR CENTRO CIVICO – PLAN 2 2030 PUNTA TARDE



Fuente: Elaboración Propia

La operación del sector no presenta mayores cambios, los ejes con mayor congestión corresponden a Carlos Antúnez y Eliodoro Yáñez, cuyo incremento en la congestión se debe a la implementación de pistas solo bus, que benefician al transporte público.

5.2.2 Microsimulación en AIMSUN de Áreas Críticas de la Comuna

En esta tarea se presenta la microsimulación del Plan 2 ajustado a nivel de áreas de la comuna, que contienen las zonas más críticas de la red vial, de acuerdo a los resultados de los análisis realizados en las tareas anteriores.

La microsimulación se realiza con un modelo de transporte dinámico de nivel micro, a diferencia del modelo SATURN que es un modelo estático de nivel meso, utilizando para esto el modelo AIMSUN Next 20, que permite representar en detalle la operación vehículo a vehículo y también la interacción con el modo peatón, lo cual es muy importante dadas las características de los proyectos propuestos del Plan 2 ajustado.

El objetivo de la microsimulación es garantizar la funcionalidad física y operacional de los proyectos y medidas propuestas para las áreas críticas de la comuna.

5.2.2.1 Metodología

La incorporación de técnicas de microsimulación, permite representar en detalle la operación vehículo a vehículo en una red, incorporando la interacción propia entre ellos (e.g. adelantamientos, bloqueos de pistas, virajes conflictivos) e incluyendo el detalle geométrico del área de estudio (curvas, pendientes, desniveles, vías exclusivas, etc.). Una representación adecuada de estos fenómenos es fundamental para análisis detallados, los que permiten además, interactuar con las etapas del diseño de alternativas.

Para desarrollar esta tarea se utilizó el modelo AIMSUN Next 20, generando un análisis detallado de la operación de vehículos en la red e identificación de conflictos. Esta versión de AIMSUN Next 20, incluye un módulo peatonal integrado que fue desarrollado para interactuar directamente con el modelo vehicular.

Se trabajó con una única red AIMSUN para cada una de las 3 áreas de microsimulación y para cada periodo a modelar: Punta Mañana, Fuera de Punta y Punta Tarde. La red AIMSUN fue codificada a partir de los catastros realizados en terreno y las mediciones utilizadas como parte del proceso de calibración de las redes SATURN.

La modelación AIMSUN es posible realizarla mediante la opción *Estados de Tráfico* o la opción *Asignación de Matrices*. La opción *Asignación de Matrices,* involucra en la codificación del proyecto, además de los cambios en la topología de la red vial, el traspaso de la información de demanda, ingresando al modelo de microsimulación matrices de viaje por tipo de vehículo.

Como parte de la construcción de las redes AIMSUN, se incluyeron las programaciones de las redes semaforizadas vigentes proporcionadas por la Unidad Operativa de Control de Tráfico (UOCT). Estas programaciones fueron revisadas y ajustadas si corresponde. Una situación similar de ajuste se realizó con los recorridos de buses del sistema Red y de taxis colectivos.

En términos generales, la simulación con AIMSUN realizó los siguientes pasos:

- **Recopilación de Información de Entrada**

  Esta actividad corresponde a la recopilación de toda la información requerida para codificar la red, que en el caso de este estudio fue entregada por el mandante. En general ésta información se puede clasificar en las siguientes categorías:

  - Información Física: Para el caso de la calibración del modelo, esta información consta de catastros viales y operacionales del área de estudio (incluyendo el uso de pistas en las intersecciones), y base gráfica con el detalle geométrico de las calles
  - Información Operacional: Definición de cruces semaforizados, diseño de desfases, desfases entre semáforos, etc. En la caso de la calibración del modelo, esta información se obtiene de catastros de los semáforos de la situación actual en el área de estudio
  - Información de Demanda: Flujos vehiculares y características físicas y operacionales por tipo de vehículo. Para la calibración del modelo esta información se obtiene por las mediciones realizadas en las diferentes calles que componen la red analizada incluyendo el detalle de cada movimiento en las intersecciones y desagregado por tipo de vehículo.

- **Codificación de la Red AIMSUN**

  Utilizando la información descrita en el punto anterior, se realizó el siguiente paso que corresponde al ingreso de datos a la red AIMSUN. Esta tarea se desglosa en las siguientes etapas:

  - Definición de la Red de Modelación: En esta tarea se debe definir geométricamente la red vial a modelar, tanto en lo que se refiere a su planimetría, intersecciones, uso de pistas y ancho de pistas.
  - Definición de los sistemas de Control: Se debe especificar para cada intersección el tipo de control, es decir, si es semaforizado o posee señal de prioridad. En el caso de ser semaforizado, se debe ingresar la programación de cada plan a definir y modelar.
  - Descripción del Plan de Transporte Público: Se debe ingresar las líneas de transporte público, junto con la información de frecuencias para cada plan a modelar y también la estimación de los tiempos de detención.
  - Definición de las Demandas de Tráfico: En esta tarea se debe ingresar la demanda vehicular por tipo de vehículo (si así es requerido), en todas aquellas secciones de entrada a la red de modelación, para luego definir sólo los porcentajes de cada movimiento vehicular al interior de la red vial de modelación.
  - Definición de los Parámetros Básicos de la Modelación: Se deben ingresar aquellos parámetros que corresponden a los atributos vehiculares, locales y globales. Generalmente el software posee para cada tipo de vehículo valores por defecto. Por este motivo se debe calibrar la red.

5.2.2.2 Definición de las Áreas Críticas de Microsimulación

Como primera actividad de esta tarea, se definieron en conjunto con la contraparte técnica las áreas de la comuna a microsimular. Dada la magnitud de la comuna, no es posible por los tiempos y recursos comprometidos en el estudio, calibrar una red completa de microsimulación con el modelo AIMSUN para toda la red vial táctica del estudio. Dado lo anterior, se acordó trabajar con áreas de las zonas más críticas del punto de vista de la movilidad de la comuna.

Los criterios considerados para definir las áreas de microsimulación fueron los siguientes:

- Cada área de microsimulación debe cubrir la mayor cantidad de proyectos identificados en la Situación Base y los Planes, de manera de estudiar la interacción dinámica entre modos que no es posible de captar con el modelo SATURN calibrado.
- Dada la magnitud de cada área, algunos de los proyectos pueden estar completamente o parcialmente incorporados al interior de ella.

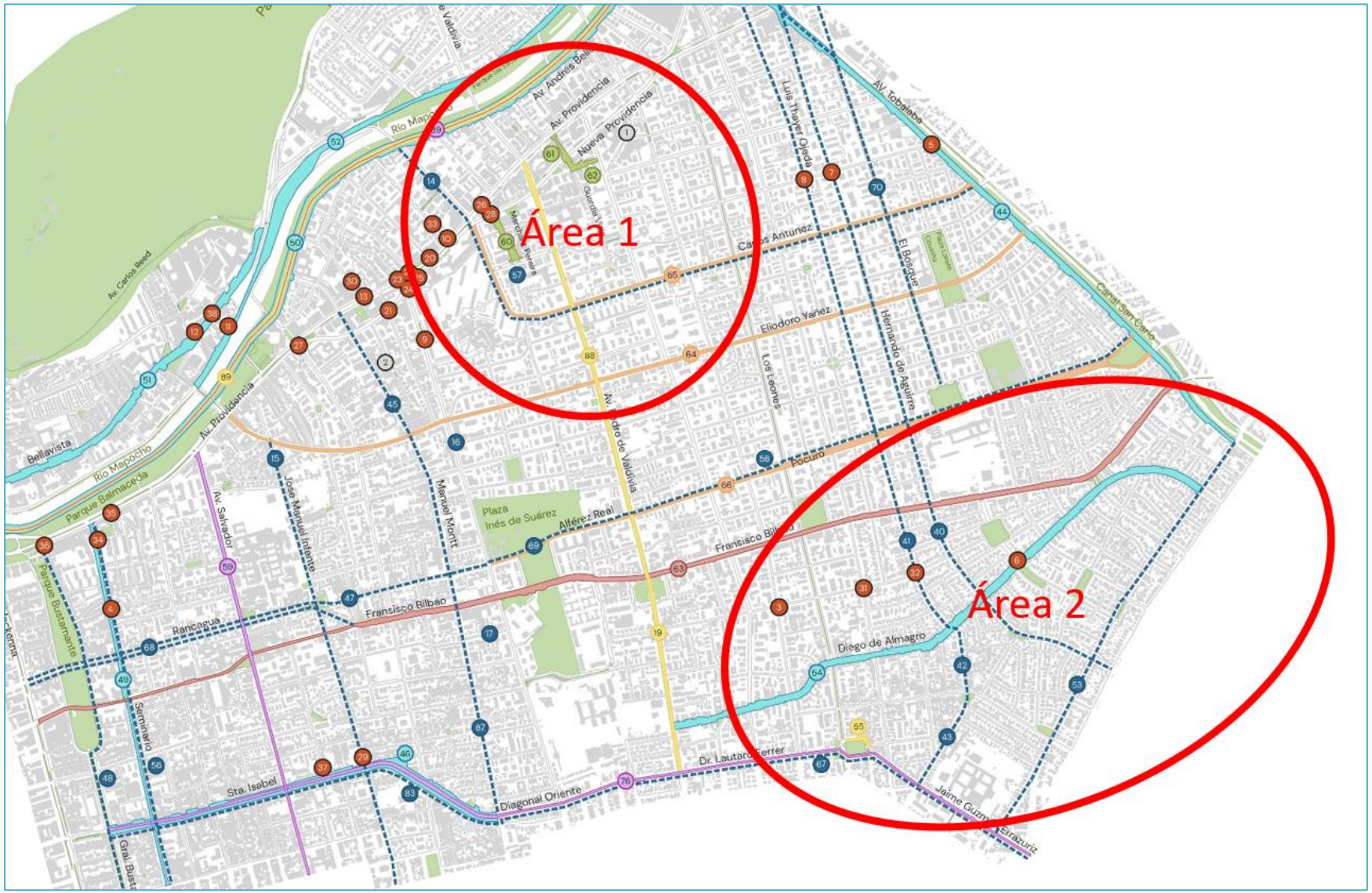
- Se identificaron 2 áreas de microsimulación:

    - Área Nº1: Entre Santa María y Eliodoro Yáñez de norte a sur, y entre Antonio Varas y Los Leones de poniente a oriente

    - Área Nº2: Entre Francisco Bilbao y Diagonal Oriente de norte a sur, y entre Suecia y Eliecer Parada de poniente a oriente

La figura y cuadro siguientes presentan la ubicación de cada área de microsimulación y los proyectos que las conforman.

FIGURA Nº 5.2-39: ÁREAS DE MICROSIMULACIÓN Y PROYECTOS A MODELAR



Fuente: Elaboración propia.

CUADRO Nº5.2-5: PROYECTOS MODELADOS EN MICROSIMULACIÓN

ID CIS	Plan Municipal	Tipo Proyecto	Ubicación	Características	Área 1	Área 2
1	Caminabilidad	Paseo Peatonal	Las Bellotas entre Coyancura y Nueva Providencia	Prioridad en la movilidad de peatones	x	
14	Cicloinclusión	Ciclovía	Carlos Antúnez desde Andrés Bello a Tobalaba	Ciclovía en calzada, por costado derecho, se reduce una pista vehicular	x	
39	Gestión Vial	Gestión Vial	Fin Reversibilidad de Andrés Bello	Termino de reversibilidad entre Pio Nono y Nueva Tobalaba	x	
50	Cicloinclusión	Mejoramiento Integral	Andrés Bello, rediseño del perfil y ciclo inclusión	Rediseño con ciclovías en calzada, unidireccional por ambos lados de la calzada.	x	
53	Cicloinclusión	Ciclovia	Par ciclo vial en calle Eliecer Parada desde Tobalaba a Diagonal Oriente	Implementa una ciclovía unidireccional en Eliecer Parada que conecte la ciclovía de Tobalaba y conforme el par ciclovial.		x
54	Gestión vial	Mejoramiento Integral	Mejoramiento Diego de Almagro desde Eliecer Parada a Pedro de Valdivia.	Una pista vehicular con ciclovía en tramos donde no existe bandejón, y donde existen dos pistas vehiculares ajustar ancho de calzada para una pista ciclista por lado más una pista ancha de circulación vehicular. Facilidades peatonales, reperfilamiento geométrico, nuevos semáforos y soluciones que calmen la velocidad.		x
55	Gestión vial	Gestión Vial	Conexión al norte plaza 18 Septiembre, Los Leones con Pedro Lautaro Ferrer	Modifica vialidad eliminando rama norte de Pedro Lautaro Ferrer. Rediseño de vialidad en torno a la plaza que permita la conexión peatonal con barrio El Aguilucho.		x
57	Cicloinclusion	Ciclovia existentes	Marchant Pereira		x	
60	Intermodalidad Metro	Calles Peatonales	Marchant Pereira L7 y L1 Metro; entre Barros Errazuriz y Providencia	Proyecto Intermodalidad Metro L7	x	
61	Intermodalidad Metro	Calles Peatonales	Guardia Vieja L6, L8 , L1, L4 Metro; entre Providencia y Diego de Velásquez	Proyecto Intermodalidad Metro L8, EISTUs del sector	x	
62	Intermodalidad Metro	Calles Peatonales	Diego Velásquez L6, L8 , L1, L4 Metro; pasaje desde Guardia Vieja hacia Nueva Providencia	Proyecto Intermodalidad Metro L8, EISTUs del sector	x	
63	Transporte Publico	Facilidades para Transporte Público en Eje Bilbao	Pistas solo bus ambas calzadas Eje Bilbao entre Tobalaba y Román Díaz, gestión vial de virajes transporte Privado.	Facilidades Tpte. Publico sector intermedio de la comuna sentido Oriente-Poniente		x
64	Transporte Publico	Pistas solo bus	Eliodoro Yáñez en el sentido Oriente Poniente	Mejorar niveles de servicios Buses sentido oriente Poniente	x	
65	Transporte Publico	Pistas solo bus	Carlos Antúnez sentido Poniente a Oriente	Mejorar niveles de servicios Buses sentido oriente Poniente	x	
76	Gestion Vial	Reversibilidad	Santa Isabel/Diagonal Ote./Pedro Lautaro Ferrer/Jaime Guzman	Eliminar reversibilidad existente en horas Punta Mañana y Punta Tarde		x
81	Gestion Vial	Eliminar movimiento	Coyancura esquina Ricardo Lyon/Lota	Permitir únicamente acceso hacia calle Lota desde calle Coyancura.	x	

Fuente: Elaboración propia.

5.2.2.3 Resultados Microsimulación de Áreas Críticas

El proceso de calibración de AIMSUN se realizó en dos etapas. La primera, dice relación con el análisis y ajuste de los parámetros globales del modelo y de las características de los tipos de vehículos a ser simulados. Luego, revisadas y ajustadas las características de los vehículos, se procedió a verificar que el modelo reproduzca adecuadamente la capacidad en intersecciones.

Ajustados los parámetros globales y de vehículos, una segunda etapa de calibración del modelo se realizó sobre la red misma de modelación. Desde el punto de vista topológico, operacional y regulación de intersecciones, cada red por estación se codificó de acuerdo a los catastros y datos reales de terreno, y será plenamente compatible en estos atributos con los datos medidos Los flujos medidos para la situación actual en el área de estudio de cada estación ingresaron al modelo AIMSUN como matrices de viaje. Esta segunda etapa de calibración se centró en realizar pequeños ajustes en la red que permitan que todo el flujo ingresado pueda efectivamente ser acomodado en la red, es decir, que el microsimulador reproduzca los flujos por movimiento ingresados.

Para realizar una corrida de AIMSUN se debe generar un *Escenario* el cual define aspectos relativos al periodo a simular, las matrices de viaje a considerar, el plan de transporte público, el plan de programaciones de semáforo. También se seleccionan una serie de opciones de salida de resultados. Luego se debe definir un *Experimento*, el cual define aspectos como el periodo de *Calentamiento*, que corresponde a un periodo previo a la simulación propiamente tal, en el cual la red, inicialmente vacía, se carga.

También se definen en el experimento algunas variables de comportamiento relativas a los modelos seguimiento vehicular y cambio de pista, velocidad de formación de cola y salida de cola; tiempo de reacción. Finalmente, la corrida propiamente tal se denomina "*replicación*", la cual representa un posible resultado de operación en la red, dado el carácter aleatorio del modelo. Luego, los resultados propiamente tales deben corresponder al promedio de varias replicaciones. Como parte de la simulación AIMSUN se consideró un calentamiento de la red de 30 minutos y el uso de 5 replicaciones por escenario.

La modelación se realizó con *Matrices de Viaje*, lo que implica que la *Demanda de Tráfico* donde se define la demanda para todos los modos (tanto vehiculares como peatonales), se debe modelar con Matrices de Viaje en cada uno de ellos. El proceso de determinación de matrices se realizó de la forma que se explica a continuación.

En primer lugar se definieron centroides en cada una de las entradas y salidas de la red, los cuales determinan una matriz de viajes entre orígenes y destinos. Entre cada par origen-destino se definió una ruta compuesta por diferentes secciones consecutivas en AIMSUN. En la gran mayoría de los casos esta ruta es única y en los casos en que hubiera más de una ruta se escogió la ruta mínima.

El problema de optimización para determinar los viajes de cada par Origen Destino se planteó de la siguiente forma. Cada una de las rutas definidas por par Origen Destino pasa por un conjunto de movimientos en la red donde se tienen conteos de tráfico, los cuales se pueden obtener de las mediciones realizadas o de los *Estados de Tráfico* ya definidos y calibrados.

Para cada par Origen Destino se definió una cantidad de viajes iniciales que corresponden a los valores iniciales en el proceso de calibración (v_{ij0}). La sumatoria de estos valores iniciales, que denominamos FC puede expresarse como $FC = \sum_{i,j} \quad v_{ij0}$

La determinación de los viajes definitivos (v_{ijM}) por par Origen Destino se ha realizado contrastando la sumatoria de viajes por par origen destino donde existen flujos observados (conjunto *AFO*), para cada modo (*m*), lo que puede expresarse como $FM = \sum_{i,j,k} \quad v_{ijM} con\ j \in AFO.$

Utilizando la herramienta *Solver* de Excel, que opera optimizando una función objetivo sujeta a una serie de restricciones (como un problema de programación lineal), se minimiza el módulo de la diferencia entre flujos observados y viajes iniciales por par Origen Destino, en un conjunto acotado de arcos de la red (conjunto *AFO*). Es decir:

$$min|FC - FM|$$

Las restricciones de este problema de programación lineal corresponden a que los viajes modelados por par Origen Destino deben ser no negativos, es decir $v_{ijM} \geq 0$.

A continuación se presenta la microsimulación realizada de cada una de las áreas estudiadas. En el anexo digital 22.2 se presentan los datos y resultados del modelo AIMSUN por periodo, incluyendo los Videos de las simulaciones.

Área 1 de Microsimulación

Codificación de la Red de Modelación

A continuación se presenta la red de microsimulación codificada para cada período en el Área de Microsimulación 1.

FIGURA Nº 5.2-40: CODIFICACIÓN AIMSUN ÁREA DE MICROSIMULACIÓN 1



Fuente: Elaboración propia.

Diagnóstico Visual de las Simulaciones

En esta etapa se caracteriza la operación de la red en términos visuales, utilizando la simulación con animación en AIMSUN. Esto incluye: detección de colas de vehículos, identificación de puntos de alta saturación, movimientos conflictivos, bloqueos, etc. Esta etapa es importante para detectar errores de codificación y realizar una validación visual del modelo.

En las siguientes figuras, se muestran imágenes de la simulación con animación de la situación actual, utilizando el simulador AIMSUN.

FIGURA Nº 5.2-41: MICROSIMULACIÓN SITUACIÓN BASE PUNTA MAÑANA



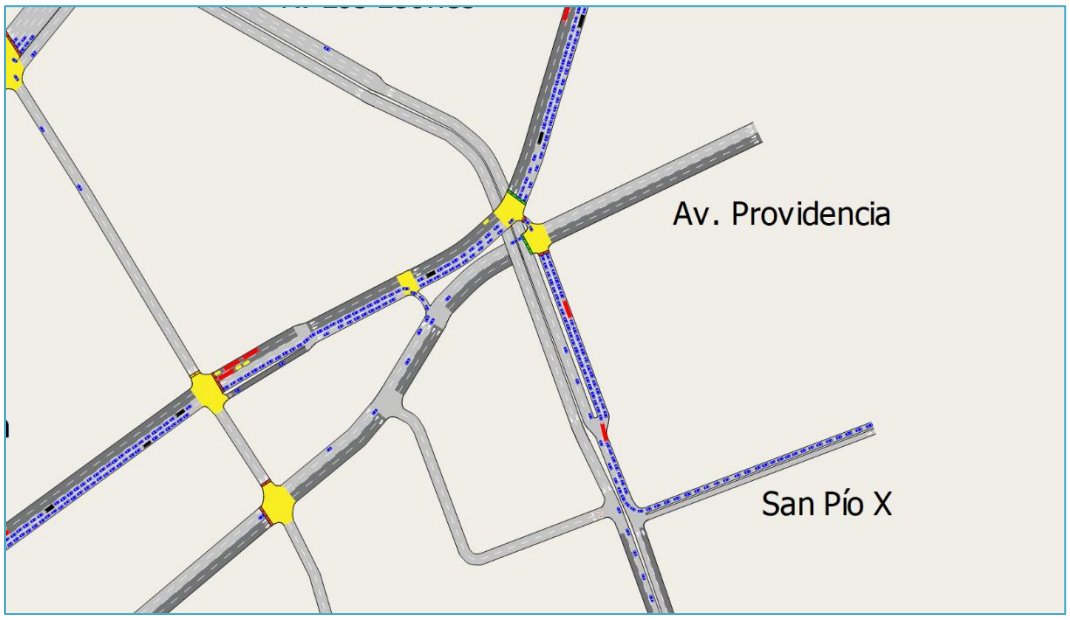
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-42: MICROSIMULACIÓN SITUACIÓN BASE PUNTA MAÑANA



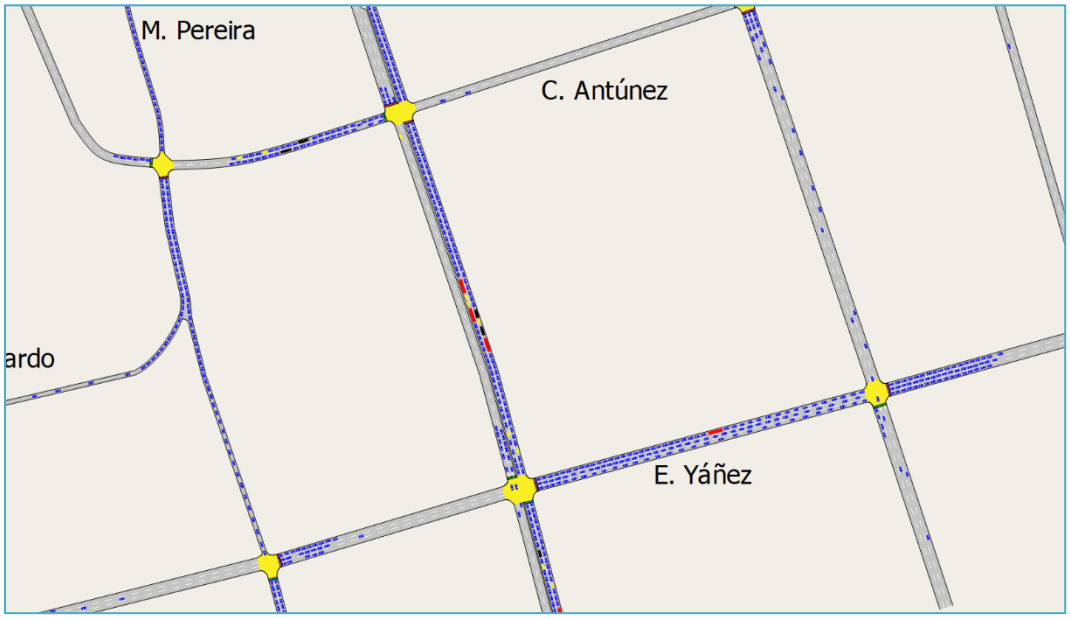
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-43: MICROSIMULACIÓN SITUACIÓN BASE PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-44: MICROSIMULACIÓN SITUACIÓN BASE PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-45: MICROSIMULACIÓN SITUACIÓN BASE PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración propia.

Análisis de Indicadores Estadísticos de Salida Situación Base

De manera de corroborar el diagnóstico anterior, en esta etapa se entregan los resultados estadísticos del modelo para diferentes puntos de la red. En primer lugar se presentan estadísticas globales para la red, y luego se presenta de manera gráfica sobre la red de simulación.

CUADRO Nº5.2-6: ESTADÍSTICAS ÁREA DE MICROSIMULACIÓN 1 SITUACIÓN BASE

Período	Variable	Auto	Bus	Taxi Colectivo	Taxi Básico	Camión Simple	Camión Pesado	Todos
Punta Mañana	Flujo (veh/h)	8968,0	82,0	56,0	44,0	91,0	22,0	9263,0
	Velocidad (km/h)	17,3	25,9	25,7	23,4	22,3	21,8	17,5
	Cola Media (veh)	2199,6	62,7	17,4	118,1	26,4	5,0	2429,2
	Número de Paradas (#/veh/km)	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
	Tiempo de Parada (seg/km)	290,6	172,9	199,0	91,0	119,4	161,7	286,1
	Distancia Total de Viaje (km)	10495,1	95,6	54,2	58,4	117,0	26,4	10846,7
	Porcentaje de Vehículos Esperando para Entrar (%)	44,4%	108,5%	82,1%	447,7%	76,9%	40,9%	47,4%
Fuera de Punta	Flujo (veh/h)	9514,0	210,0	66,0	462,0	96,0	23,0	10390,0
	Velocidad (km/h)	10,6	21,9	11,5	26,2	13,6	16,5	11,6
	Cola Media (veh)	3124,7	38,7	18,0	11,3	33,9	6,3	3286,9
	Número de Paradas (#/veh/km)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	Tiempo de Parada (seg/km)	559,7	132,0	587,4	67,1	371,9	426,9	528,3
	Distancia Total de Viaje (km)	11776,9	274,5	97,6	617,0	123,2	27,9	12955,2
	Porcentaje de Vehículos Esperando para Entrar (%)	50,9%	16,2%	62,1%	0,0%	53,1%	34,8%	48,3%
Punta Tarde	Flujo (veh/h)	11046,0	187,0	58,0	299,0	60,0	17,0	11667,0
	Velocidad (km/h)	9,9	20,5	12,6	26,6	12,5	14,7	10,5
	Cola Media (veh)	3162,6	30,2	23,2	26,0	18,4	6,5	3267,0
	Número de Paradas (#/veh/km)	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1
	Tiempo de Parada (seg/km)	586,2	168,9	602,3	63,2	661,4	987,3	567,1
	Distancia Total de Viaje (km)	13031,8	234,5	65,9	399,3	70,5	17,1	13819,1
	Porcentaje de Vehículos Esperando para Entrar (%)	68,4%	19,8%	70,7%	22,7%	171,7%	58,8%	67,0%

Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-46: FLUJO SIMULADO ÁREA DE MICROSIMULACIÓN 1 SITUACIÓN BASE PUNTA MAÑANA



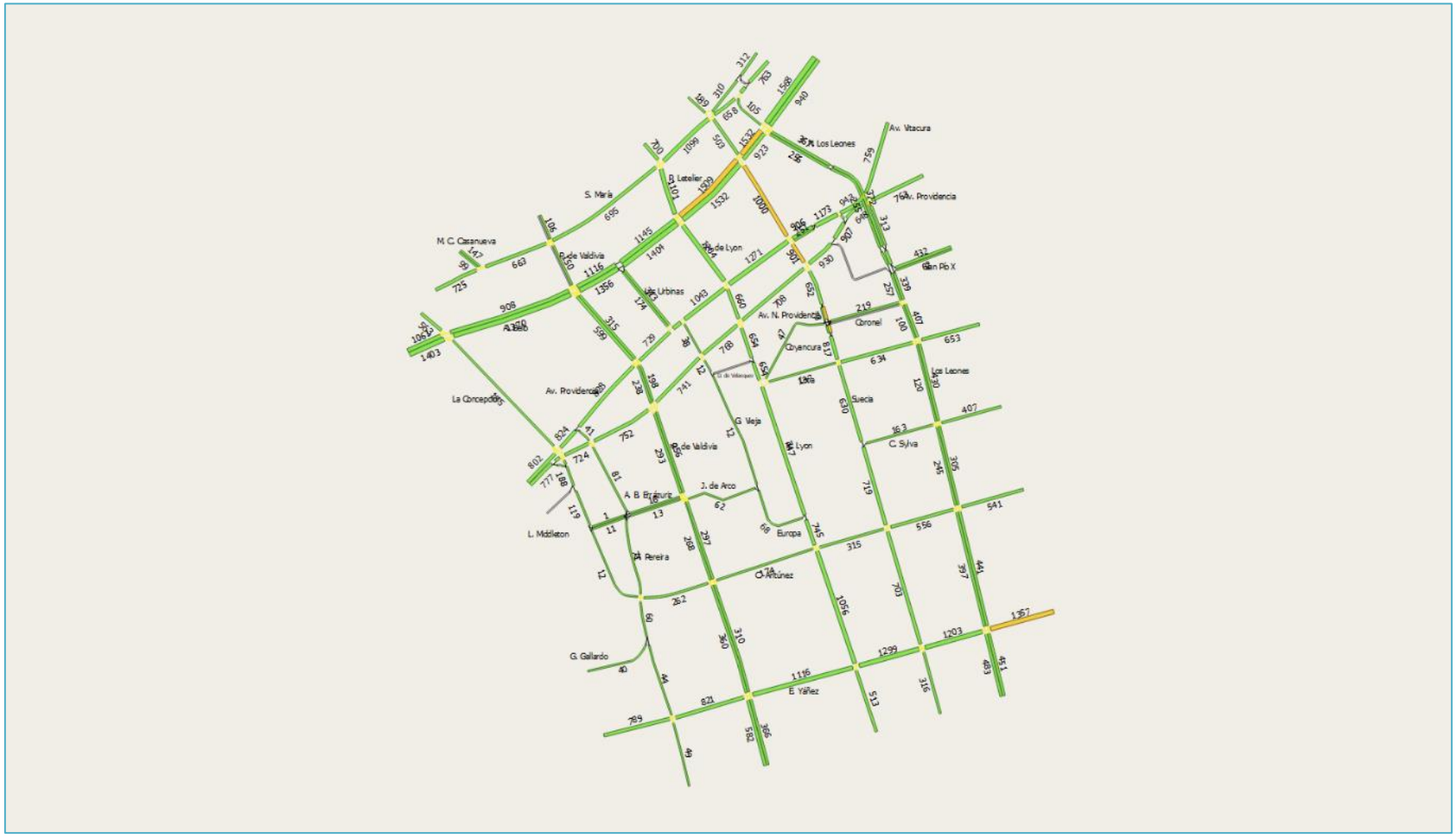
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-47: VELOCIDAD SIMULADA ÁREA DE MICROSIMULACIÓN 1 SITUACIÓN BASE PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración propia

FIGURA Nº 5.2-48: FLUJO SIMULADO ÁREA DE MICROSIMULACIÓN 1 SITUACIÓN BASE FUERA DE PUNTA



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-49: VELOCIDAD SIMULADA ÁREA DE MICROSIMULACIÓN 1 SITUACIÓN BASE FUERA DE PUNTA



Fuente: Elaboración propia

FIGURA Nº 5.2-50: FLUJO SIMULADO ÁREA DE MICROSIMULACIÓN 1 SITUACIÓN BASE PUNTA TARDE



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-51: VELOCIDAD SIMULADA ÁREA DE MICROSIMULACIÓN 1 SITUACIÓN BASE PUNTA TARDE



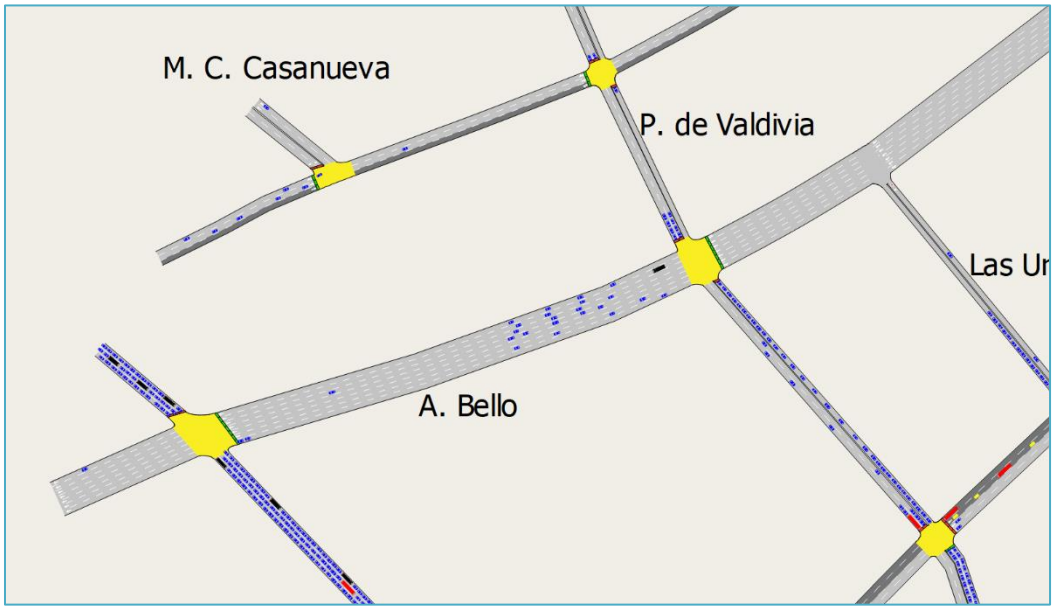
Fuente: Elaboración propia.

Microsimulación de Proyectos Área 1

Proyectos Nº 39 yNº50: Fin Reversibilidad de Andrés Bello y Rediseño de perfil y ciclo inclusión

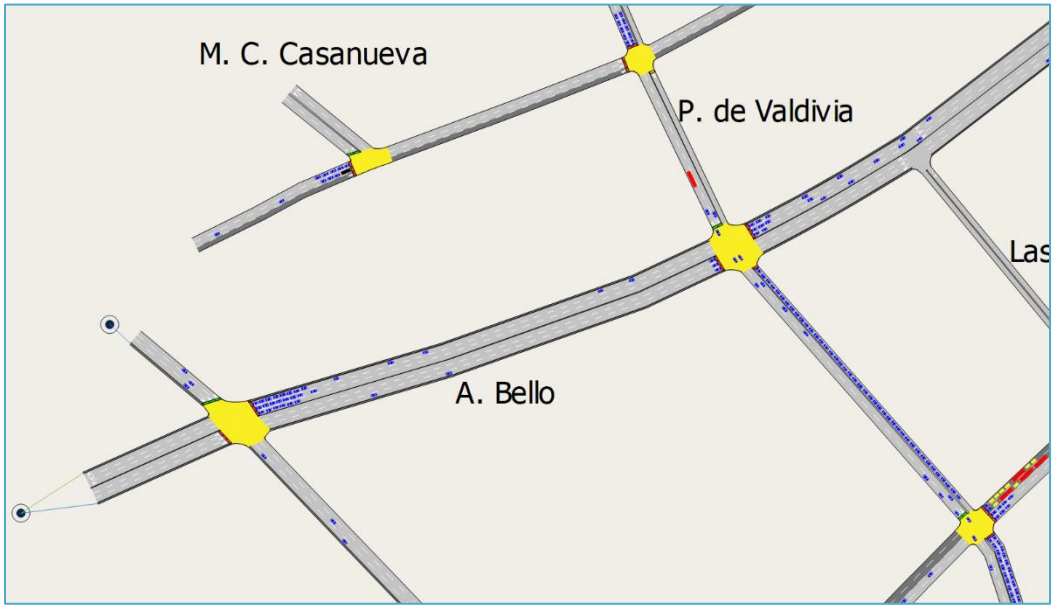
El proyecto Nº39 corresponde a la eliminación de la reversibilidad en punta mañana y punta tarde del eje Andrés Bello. Por otro lado, el proyecto Nº50 rediseña el perfil del eje quedando con 3 pistas por sentido, además de ciclovías en la calzada que utilizaba una de las pistas de vehículos. En las figuras a continuación se presenta como funciona el eje en punta mañana en la situación base con reversibilidad y en la situación con proyecto sin reversibilidad y con el nuevo diseño y las ciclovías en ambos costados.

FIGURA Nº 5.2-52: MICROSIMULACIÓN SITUACIÓN BASE FIN REVERSIBILIDAD Y REDISEÑO ANDRÉS BELLO



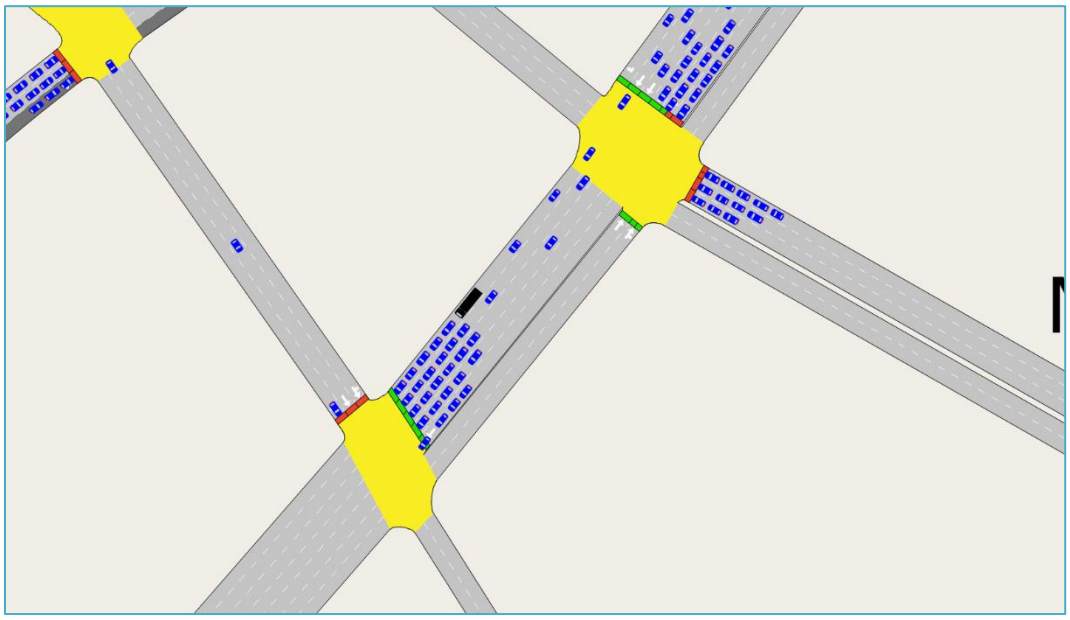
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-53: MICROSIMULACIÓN PLAN DE PROYECTOS FIN REVERSIBILIDAD Y REDISEÑO ANDRÉS BELLO



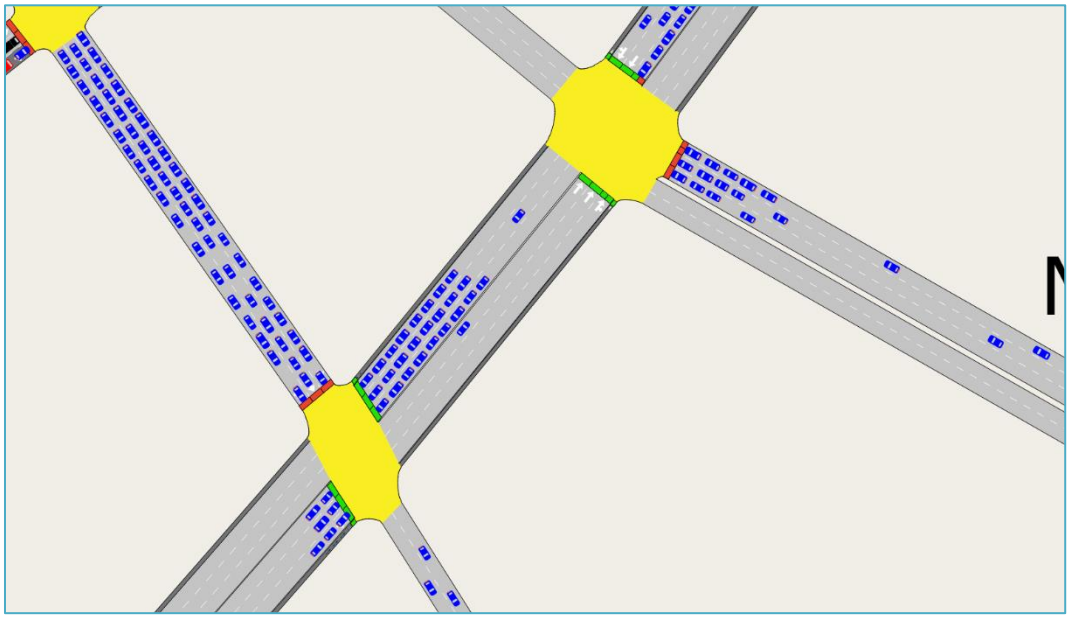
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-54: MICROSIMULACIÓN SITUACIÓN BASE FIN REVERSIBILIDAD Y REDISEÑO ANDRÉS BELLO



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-55: MICROSIMULACIÓN PLAN DE PROYECTOS FIN REVERSIBILIDAD Y REDISEÑO ANDRÉS BELLO

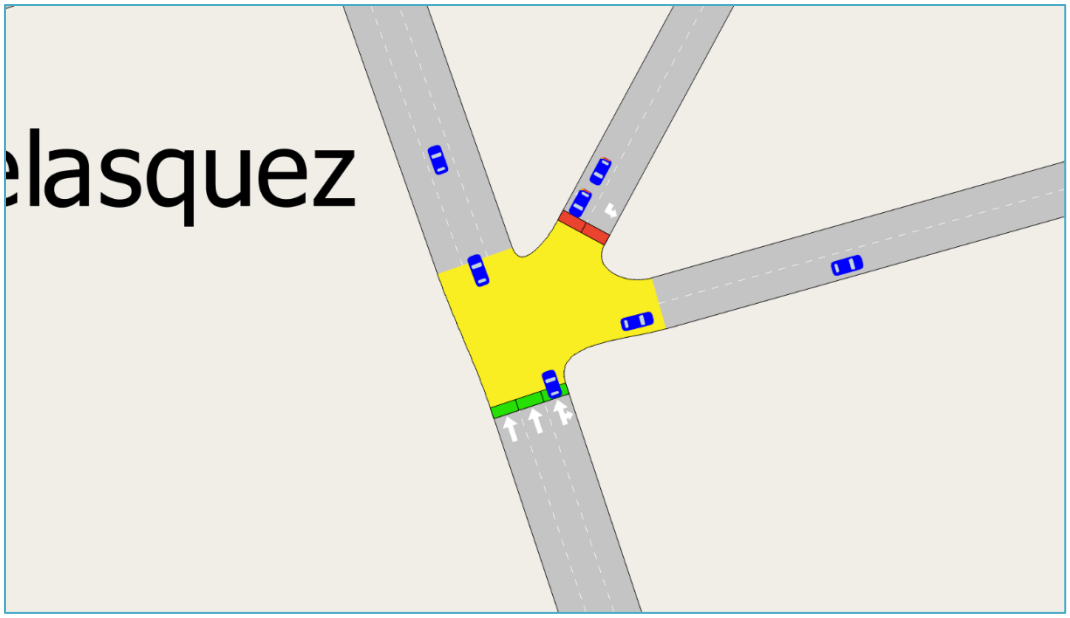


Fuente: Elaboración propia.

Proyecto Nº 81: Eliminación Viraje Coyancura esquina Ricardo Lyon/Lota

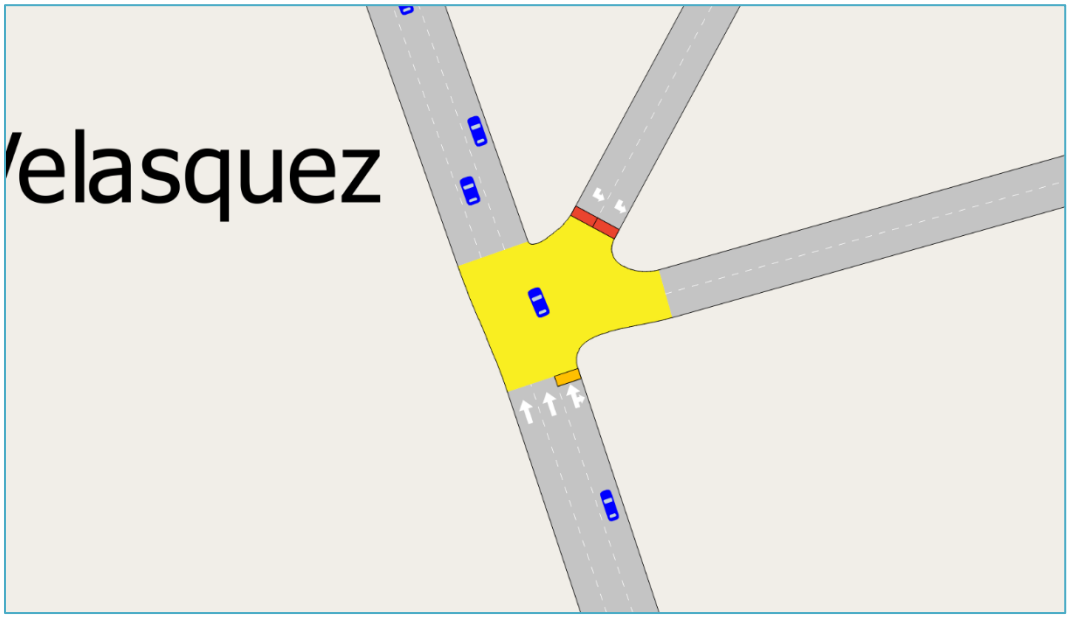
Este proyecto considera la eliminación del viraje desde Coyancura hacia Ricardo Lyon en el sentido oriente-norte. De este modo, se facilita el flujo por Lyon y ya no es necesario el semáforo para el movimiento directo de este eje. A continuación se presenta como opera la intersección antes y después de eliminar este movimiento.

FIGURA Nº 5.2-56: MICROSIMULACIÓN SITUACIÓN BASE ELIMINACIÓN VIRAJE COYANCURA



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-57: MICROSIMULACIÓN PLAN DE PROYECTOS ELIMINACIÓN VIRAJE COYANCURA

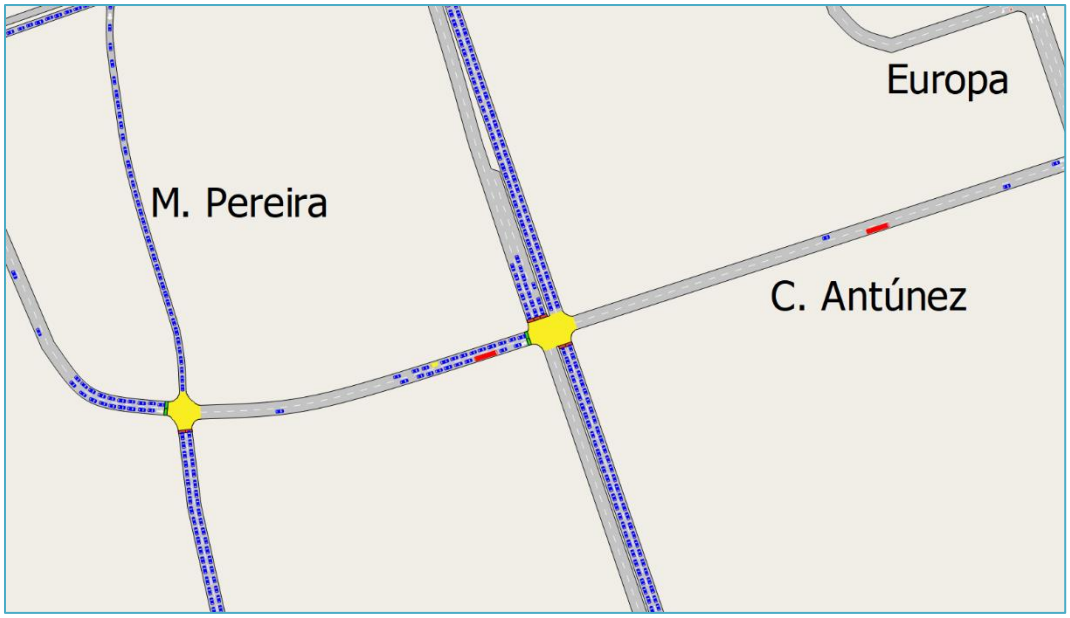


Fuente: Elaboración propia.

Proyectos Nº 14 y Nº65: Ciclovía Carlos Antúnez desde Andrés Bello a Tobalaba y Pistas solo bus Carlos Antúnez sentido Poniente a Oriente

El proyecto Nº14 corresponde a una ciclovía en Carlos Antúnez entre Andrés Bello y Tobalaba, mientras que el proyecto Nº65 corresponde a pistas solo bus en Carlos Antúnez. Ambos proyectos fueron modelados en conjunto debido a su complementariedad. A continuación se presenta la modelación.

FIGURA Nº 5.2-58: MICROSIMULACIÓN SITUACIÓN BASE CICLOVÍA Y PISTA SOLO BUS CARLOS ANTÚNEZ



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-59: MICROSIMULACIÓN PLAN DE PROYECTOS CICLOVÍA Y PISTA SOLO BUS CARLOS ANTÚNEZ

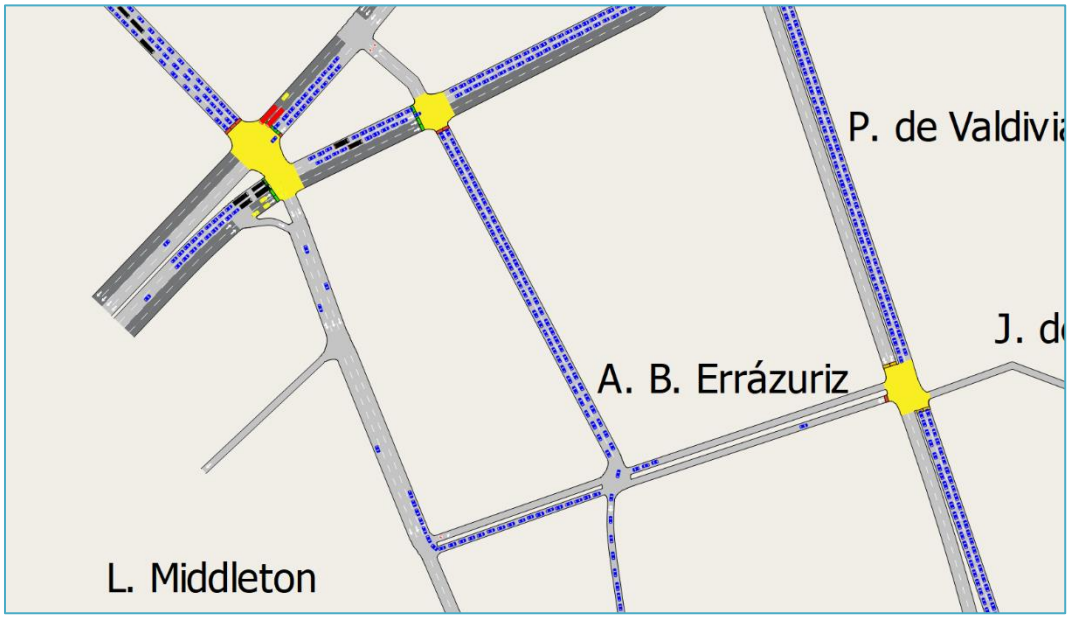


Fuente: Elaboración propia.

Proyecto Nº 60: Calle Peatonal Marchant Pereira

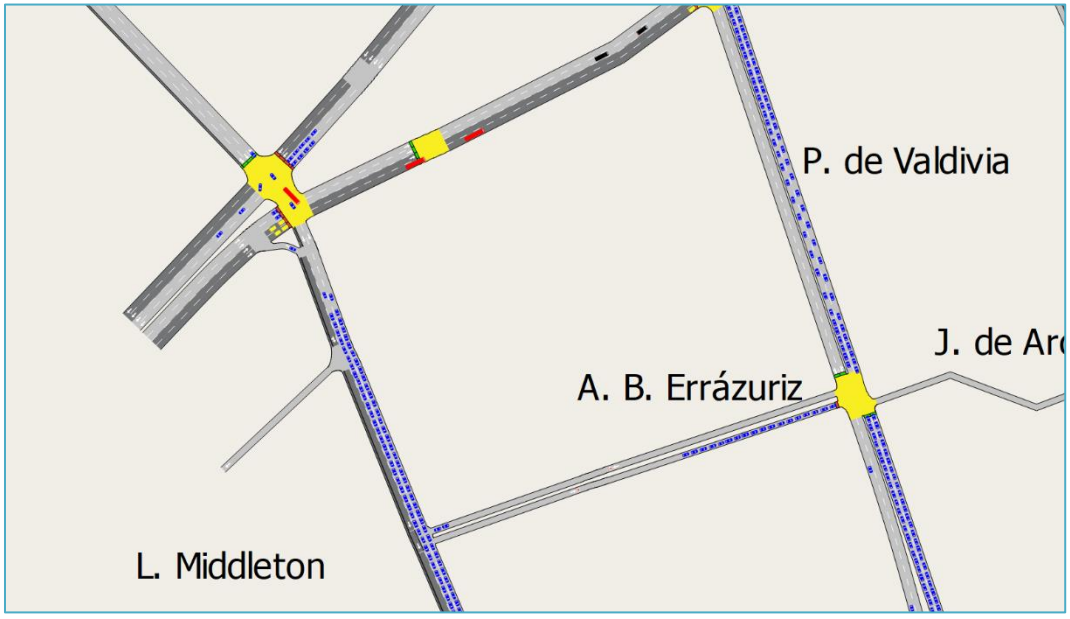
El proyecto Nº60 corresponde a la peatonalización de la calle Marchant Pereira; entre Barros Errazuriz y Providencia, para facilitar el acceso al metro a las líneas L7 y L1.

FIGURA Nº 5.2-60: MICROSIMULACIÓN SITUACIÓN BASE CALLE PEATONAL MARCHANT PEREIRA



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-61: MICROSIMULACIÓN PLAN DE PROYECTOS CALLE PEATONAL MARCHANT PEREIRA



Fuente: Elaboración propia.

Proyectos Nº 61 y Nº62: Calles Peatonales Guardia Vieja y Diego de Velásquez

El proyecto Nº61 corresponde a la peatonalización de Guardia Vieja; entre Providencia y Diego de Velásquez y el proyecto Nº62 a la peatonalización de Diego Velásquez; pasaje desde Guardia Vieja hacia Nueva Providencia. Esto por los accesos a las líneas L6, L8 , L1, L4 de Metro.

FIGURA Nº 5.2-62: MICROSIMULACIÓN SITUACIÓN BASE CALLE PEATONAL GUARDIA VIEJA Y DIEGO DE VELÁSQUEZ



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-63: MICROSIMULACIÓN PLAN DE PROYECTOS CALLE PEATONAL GUARDIA VIEJA Y DIEGO DE VELÁSQUEZ



Fuente: Elaboración propia.

Proyecto Nº 64: Pistas solo bus Eliodoro Yáñez en el sentido Oriente Poniente

El proyecto Nº64 corresponde a una pista solo bus en Eliodoro Yañez, para dar facilidades al movimiento oriente-poniente del transporte público.

FIGURA Nº 5.2-64: MICROSIMULACIÓN SITUACIÓN BASE PISTA SOLO BUS ELIODORO YAÑEZ



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-65: MICROSIMULACIÓN PLAN DE PROYECTOS PISTA SOLO BUS ELIODORO YAÑEZ



Fuente: Elaboración propia.

Análisis de Indicadores Estadísticos de Salida Plan de Proyectos

De manera de corroborar el diagnóstico anterior, en esta etapa se entregan los resultados estadísticos del modelo para diferentes puntos de la red. En primer lugar se presentan estadísticas globales para la red, y luego se presenta de manera gráfica sobre la red de simulación.

CUADRO Nº5.2-7: ESTADÍSTICAS ÁREA DE MICROSIMULACIÓN 1 PLAN DE PROYECTOS PUNTA MAÑANA

Período	Variable	Auto	Bus	Taxi Colectivo	Taxi Básico	Camión Simple	Camión Pesado	Todos
Punta Mañana	Flujo (veh/h)	9193,0	224,0	62,0	424,0	52,0	14,0	10277,0
	Velocidad (km/h)	13,2	20,3	28,0	22,2	8,3	11,2	13,8
	Cola Media (veh)	2306,9	27,4	10,9	19,2	27,3	4,6	2411,7
	Número de Paradas (#/veh/km)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	Tiempo de Parada (seg/km)	396,6	135,4	128,5	106,6	988,3	736,0	372,7
	Distancia Total de Viaje (km)	10980,9	279,9	73,8	566,5	61,3	16,3	12461,6
	Porcentaje de Vehículos Esperando para Entrar (%)	52,9%	9,4%	66,1%	0,0%	75,0%	64,3%	48,4%
Fuera de Punta	Flujo (veh/h)	9961,0	216,0	71,0	457,0	80,0	21,0	11105,0
	Velocidad (km/h)	10,9	23,8	17,8	27,2	13,6	17,0	12,1
	Cola Media (veh)	2814,8	33,5	20,9	10,5	20,3	2,4	2913,4
	Número de Paradas (#/veh/km)	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
	Tiempo de Parada (seg/km)	509,1	99,9	427,3	61,4	430,5	307,4	470,0
	Distancia Total de Viaje (km)	12148,7	285,0	87,6	610,2	89,7	24,2	13714,3
	Porcentaje de Vehículos Esperando para Entrar (%)	50,9%	14,4%	23,9%	0,0%	32,5%	28,6%	46,3%
Punta Tarde	Flujo (veh/h)	12376,0	247,0	76,0	457,0	72,0	20,0	13555,0
	Velocidad (km/h)	13,2	21,1	17,7	25,7	10,8	12,2	13,9
	Cola Media (veh)	2201,4	20,7	17,3	11,4	16,1	3,0	2274,8
	Número de Paradas (#/veh/km)	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
	Tiempo de Parada (seg/km)	385,4	167,4	420,0	69,7	400,8	333,5	363,2
	Distancia Total de Viaje (km)	14260,3	314,4	91,6	610,3	79,0	22,5	15861,1
	Porcentaje de Vehículos Esperando para Entrar (%)	55,3%	6,1%	21,1%	0,0%	51,4%	30,0%	51,1%

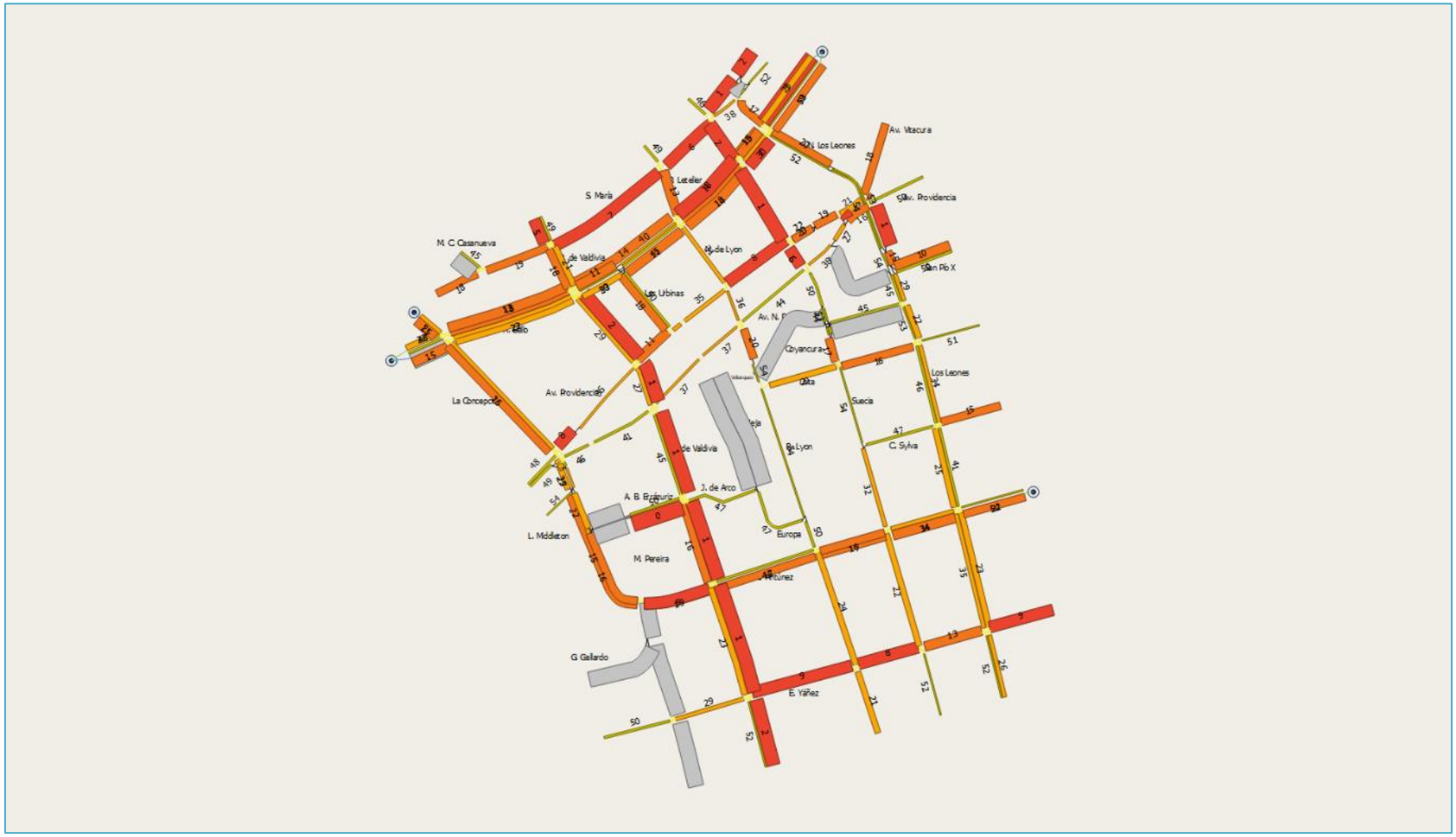
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-66: FLUJO SIMULADO ÁREA DE MICROSIMULACIÓN 1 PLAN DE PROYECTOS PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-67: VELOCIDAD SIMULADA ÁREA DE MICROSIMULACIÓN 1 PLAN DE PROYECTOS PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración propia

FIGURA Nº 5.2-68: FLUJO SIMULADO ÁREA DE MICROSIMULACIÓN 1 PLAN DE PROYECTOS FUERA DE PUNTA



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-69: VELOCIDAD SIMULADA ÁREA DE MICROSIMULACIÓN 1 PLAN DE PROYECTOS FUERA DE PUNTA



Fuente: Elaboración propia

FIGURA Nº 5.2-70: FLUJO SIMULADO ÁREA DE MICROSIMULACIÓN 1 PLAN DE PROYECTOS PUNTA TARDE



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-71: VELOCIDAD SIMULADA ÁREA DE MICROSIMULACIÓN 1 PLAN DE PROYECTOS PUNTA TARDE



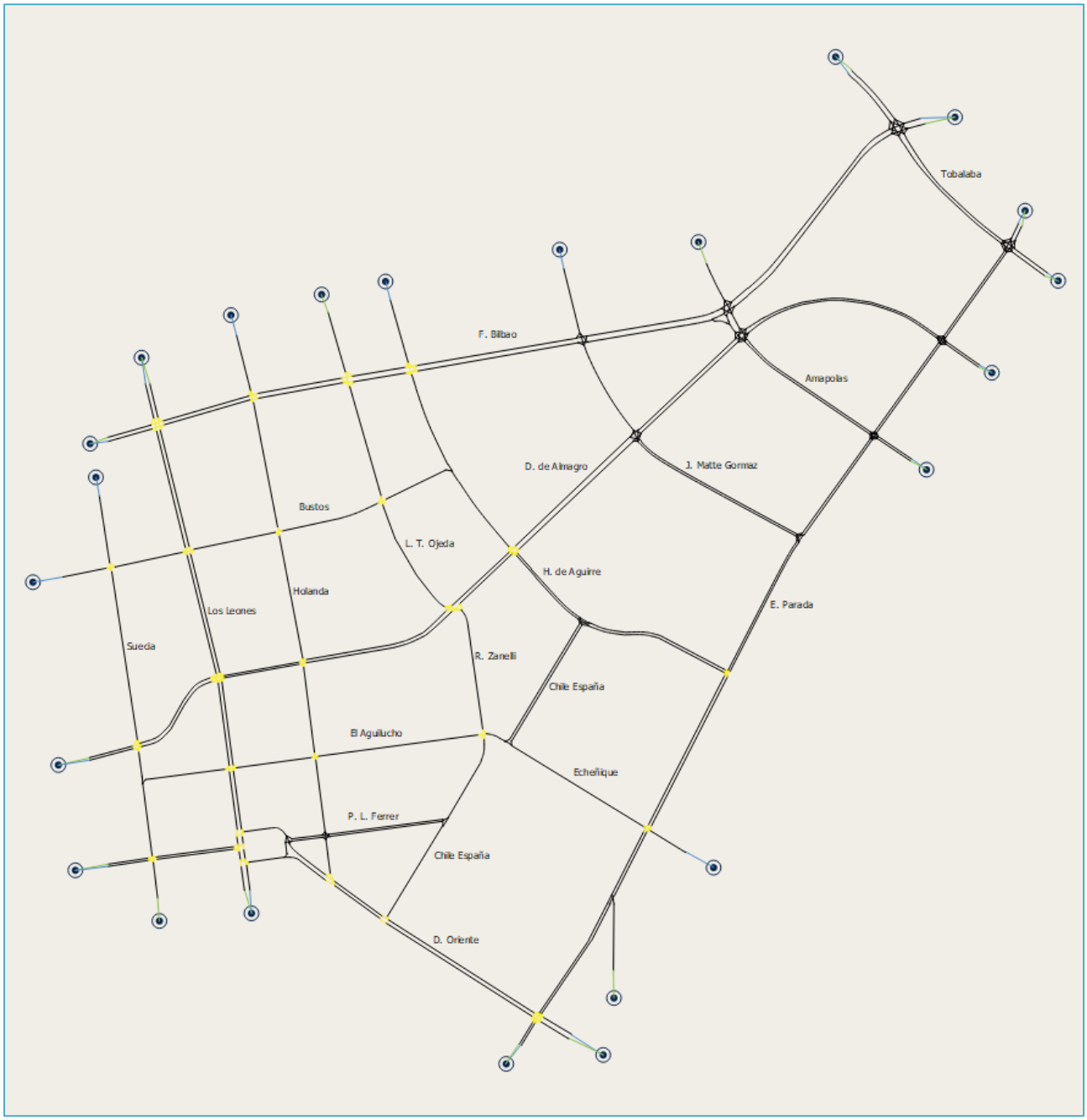
Fuente: Elaboración propia.

Área 2 de Microsimulación

Codificación de la Red de Modelación

A continuación se presenta la red de microsimulación codificada para cada período en el Área 2.

FIGURA Nº 5.2-72: CODIFICACIÓN AIMSUN ÁREA DE MICROSIMULACIÓN 2



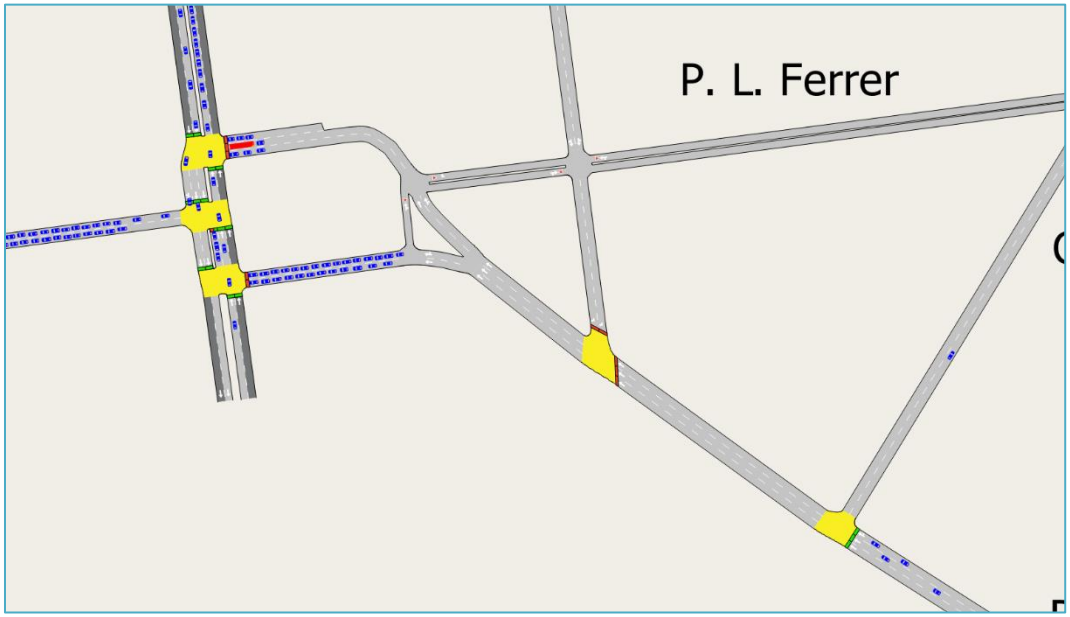
Fuente: Elaboración propia.

Diagnóstico Visual de las Simulaciones

En esta etapa se caracteriza la operación de la red en términos visuales, utilizando la simulación con animación en AIMSUN. Esto incluye: detección de colas de vehículos, identificación de puntos de alta saturación, movimientos conflictivos, bloqueos, etc. Esta etapa es importante para detectar errores de codificación y realizar una validación visual del modelo.

En las siguientes figuras, se muestran imágenes de la simulación con animación de la situación actual, utilizando el simulador AIMSUN.

FIGURA Nº 5.2-73: MICROSIMULACIÓN SITUACIÓN BASE PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-74: MICROSIMULACIÓN SITUACIÓN BASE PUNTA MAÑANA



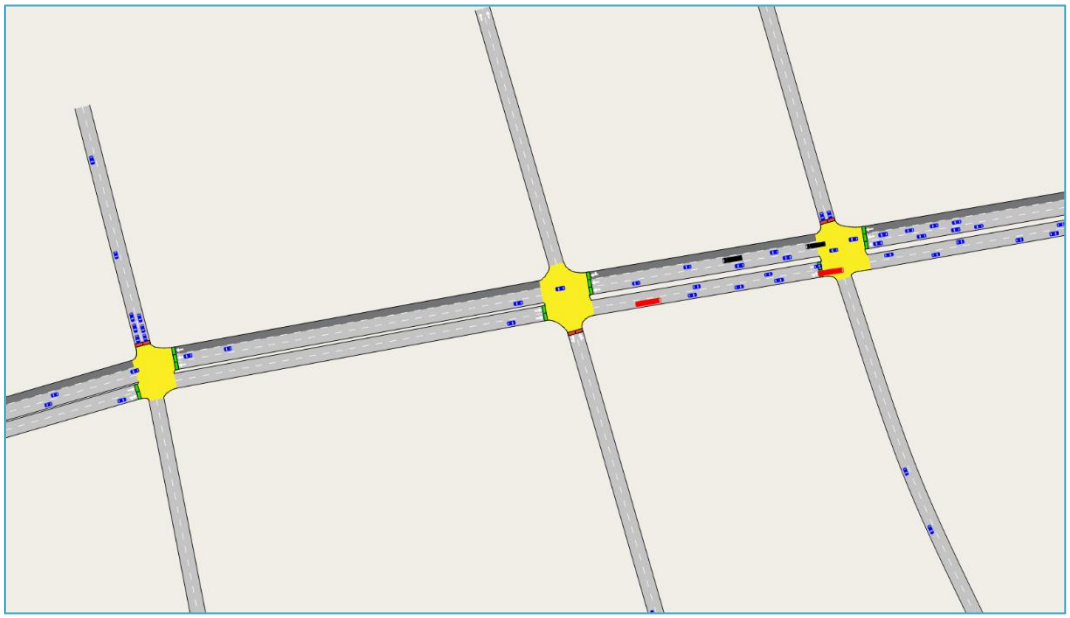
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-75: MICROSIMULACIÓN SITUACIÓN BASE PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-76: MICROSIMULACIÓN SITUACIÓN BASE PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-77: MICROSIMULACIÓN SITUACIÓN BASE PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración propia.

Análisis de Indicadores Estadísticos de Salida

De manera de corroborar el diagnóstico anterior, en esta etapa se entregan los resultados estadísticos del modelo para diferentes puntos de la red. En primer lugar se presentan estadísticas globales para la red, y luego se presenta de manera gráfica sobre la red de simulación.

CUADRO Nº5.2-8: ESTADÍSTICAS ÁREA DE MICROSIMULACIÓN 2 SITUACIÓN BASE

Período	Variable	Auto	Bus	Taxi Colectivo	Taxi Básico	Camión Simple	Camión Pesado	Todos
Punta Mañana	Flujo (veh/h)	6424,0	95,0	3,0	44,0	3,0	6569,0	6424,0
	Velocidad (km/h)	14,7	19,5	20,5	19,2	18,3	14,8	14,7
	Cola Media (veh)	1920,4	12,3	0,2	5,2	0,4	1938,4	1920,4
	Número de Paradas (#/veh/km)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	Tiempo de Parada (seg/km)	473,1	224,5	117,2	164,1	232,0	467,1	473,1
	Distancia Total de Viaje (km)	7208,1	129,9	5,1	80,6	5,5	7429,3	7208,1
	Porcentaje de Vehículos Esperando para Entrar (%)	55,5%	3,2%	0,0%	0,0%	0,0%	54,3%	55,5%
Fuera de Punta	Flujo (veh/h)	5768,0	79,0	4,0	49,0	3,0	5983,0	5768,0
	Velocidad (km/h)	14,2	14,4	6,0	21,1	21,4	14,2	14,2
	Cola Media (veh)	2369,6	17,5	2,5	3,6	0,2	2538,7	2369,6
	Número de Paradas (#/veh/km)	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
	Tiempo de Parada (seg/km)	522,9	440,5	846,0	114,4	103,2	522,0	522,9
	Distancia Total de Viaje (km)	6208,6	114,0	7,0	89,8	5,5	6593,4	6208,6
	Porcentaje de Vehículos Esperando para Entrar (%)	65,5%	7,6%	25,0%	249,0%	433,3%	68,9%	65,5%
Punta Tarde	Flujo (veh/h)	7913,0	95,0	0,0	48,0	3,0	8059,0	7913,0
	Velocidad (km/h)	20,1	19,3	-	22,8	22,6	20,1	20,1
	Cola Media (veh)	992,2	4,3	0,0	2,1	0,1	998,7	992,2
	Número de Paradas (#/veh/km)	0,1	0,1	-	0,1	0,1	0,1	0,1
	Tiempo de Parada (seg/km)	234,4	121,4	-	82,3	88,0	232,1	234,4
	Distancia Total de Viaje (km)	8945,1	130,5	0,0	87,9	5,5	9169,0	8945,1
	Porcentaje de Vehículos Esperando para Entrar (%)	25,7%	10,5%	-	6,3%	33,3%	25,4%	25,7%

Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-78: FLUJO SIMULADO ÁREA DE MICROSIMULACIÓN 2 SITUACIÓN BASE PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-79: VELOCIDAD SIMULADA ÁREA DE MICROSIMULACIÓN 2 SITUACIÓN BASE PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-80: FLUJO SIMULADO ÁREA DE MICROSIMULACIÓN 2 SITUACIÓN BASE FUERA DE PUNTA



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-81: VELOCIDAD SIMULADA ÁREA DE MICROSIMULACIÓN 2 SITUACIÓN BASE FUERA DE PUNTA



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-82: FLUJO SIMULADO ÁREA DE MICROSIMULACIÓN 2 SITUACIÓN BASE PUNTA TARDE



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-83: VELOCIDAD SIMULADA ÁREA DE MICROSIMULACIÓN 2 SITUACIÓN BASE PUNTA TARDE



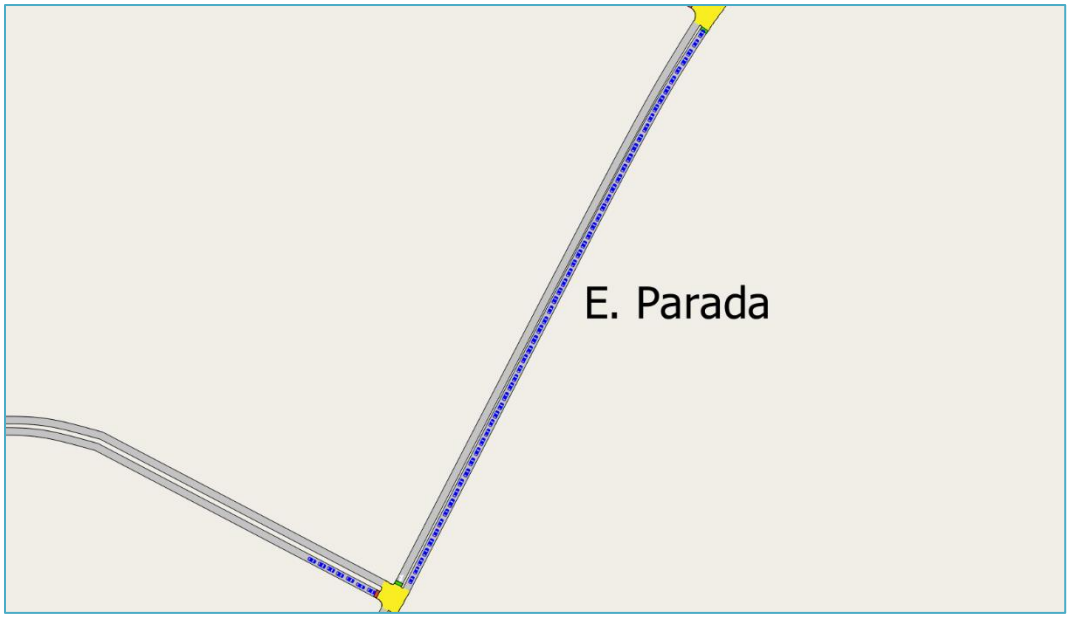
Fuente: Elaboración propia.

Microsimulación de Proyectos Área 2

Proyecto Nº 53: Par ciclo vial en calle Eliecer Parada desde Tobalaba a Diagonal Oriente

Implementa una ciclovía unidireccional en Eliecer Parada que conecte la ciclovía de Tobalaba y conforme el par ciclovial.

FIGURA Nº 5.2-84: MICROSIMULACIÓN SITUACIÓN BASE CICLOVÍA ELIECER PARADA



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-85: MICROSIMULACIÓN PLAN DE PROYECTOS CICLOVÍA ELIECER PARADA



Fuente: Elaboración propia.

Proyecto Nº 54: Mejoramiento Diego de Almagro desde Eliecer Parada a Pedro de Valdivia

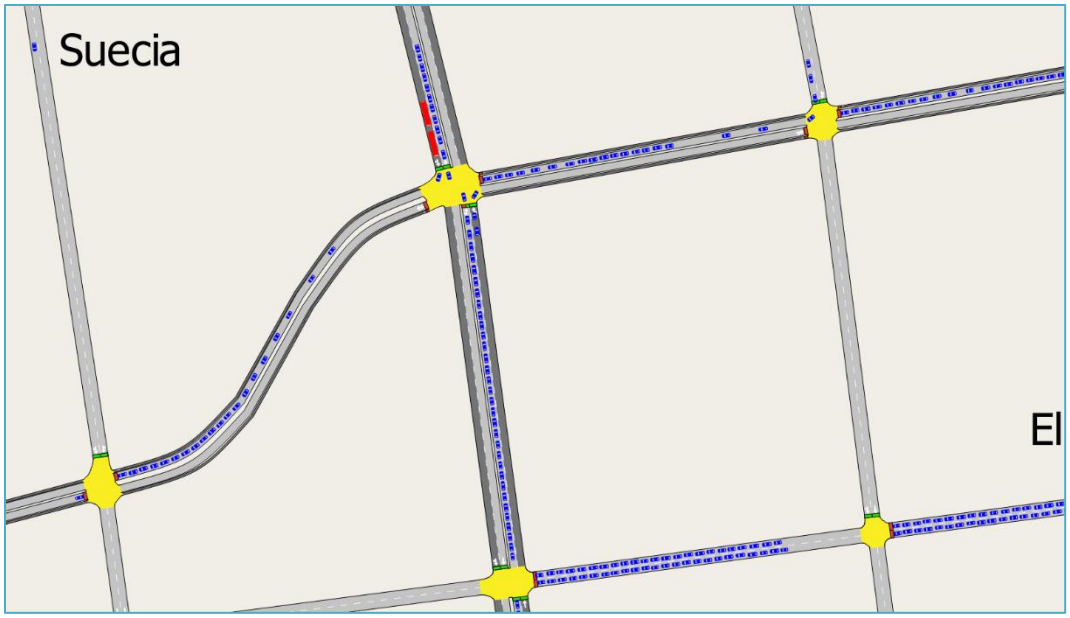
El proyecto Nº54 corresponde a una pista vehicular con ciclovía en tramos donde no existe bandejón, y donde existen dos pistas vehiculares ajustar ancho de calzada para una pista ciclista por lado más una pista ancha de circulación vehicular. Facilidades peatonales, reperfilamiento geométrico, nuevos semáforos y soluciones que calmen la velocidad.

FIGURA Nº 5.2-86: MICROSIMULACIÓN SITUACIÓN BASE CICLOVÍA ELIECER PARADA



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-87: MICROSIMULACIÓN PLAN DE PROYECTOS CICLOVÍA ELIECER PARADA

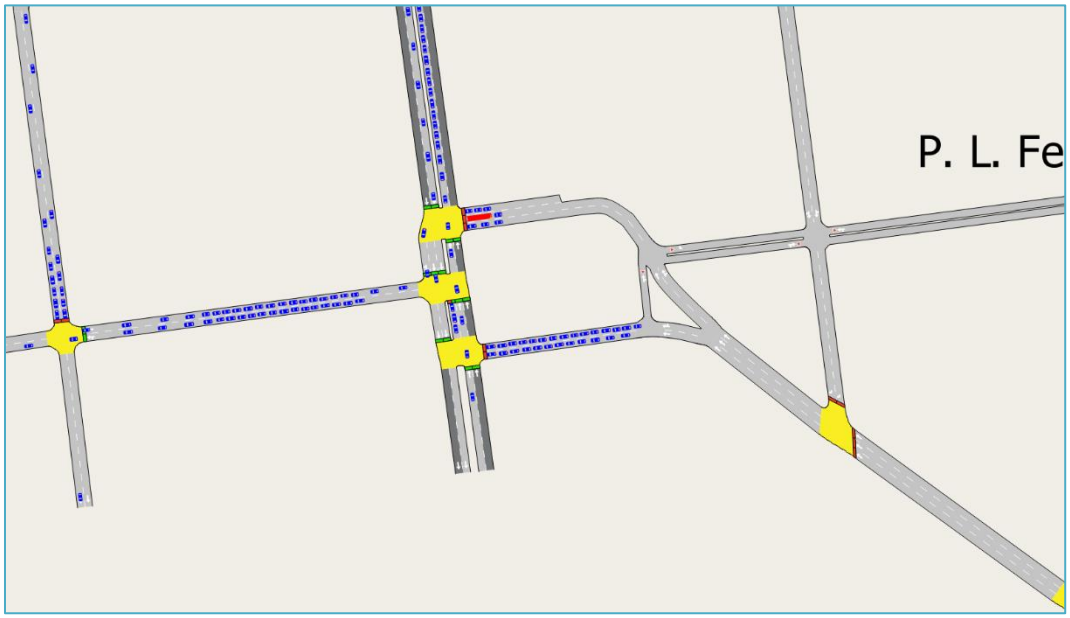


Fuente: Elaboración propia.

Proyecto Nº 55: Conexión al norte plaza 18 Septiembre, Los Leones con Pedro Lautaro Ferrer

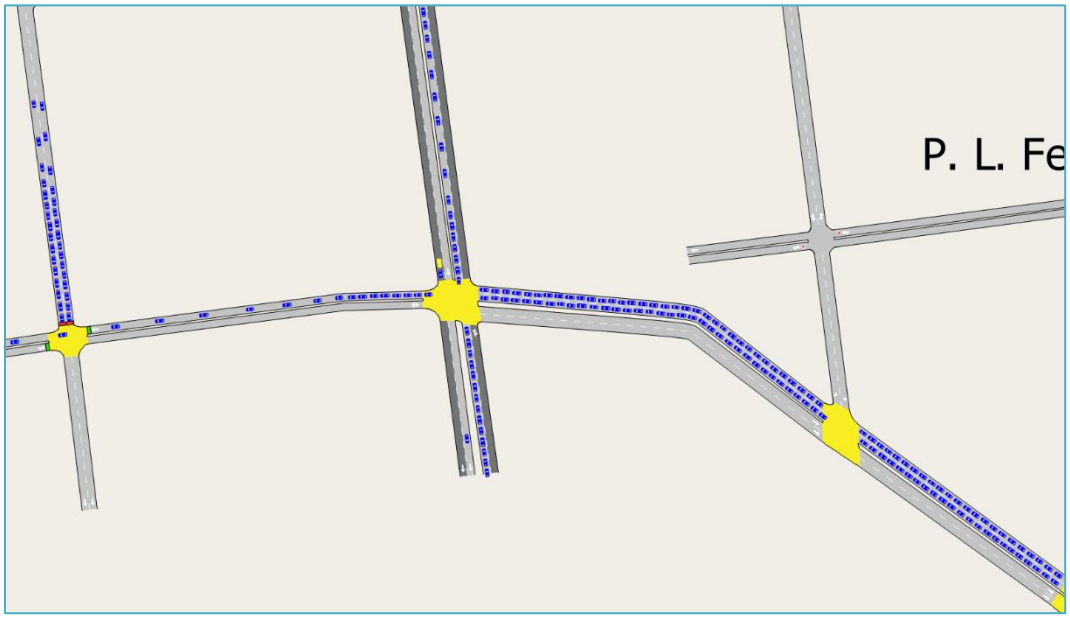
El Proyecto Nº55 modifica vialidad eliminando rama norte de Pedro Lautaro Ferrer. Rediseño de vialidad en torno a la plaza que permita la conexión peatonal con barrio El Aguilucho.

FIGURA Nº 5.2-88: MICROSIMULACIÓN SITUACIÓN BASE REDISEÑO PLAZA 18 DE SEPTIEMBRE



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-89: MICROSIMULACIÓN PLAN DE PROYECTOS REDISEÑO PLAZA 18 DE SEPTIEMBRE

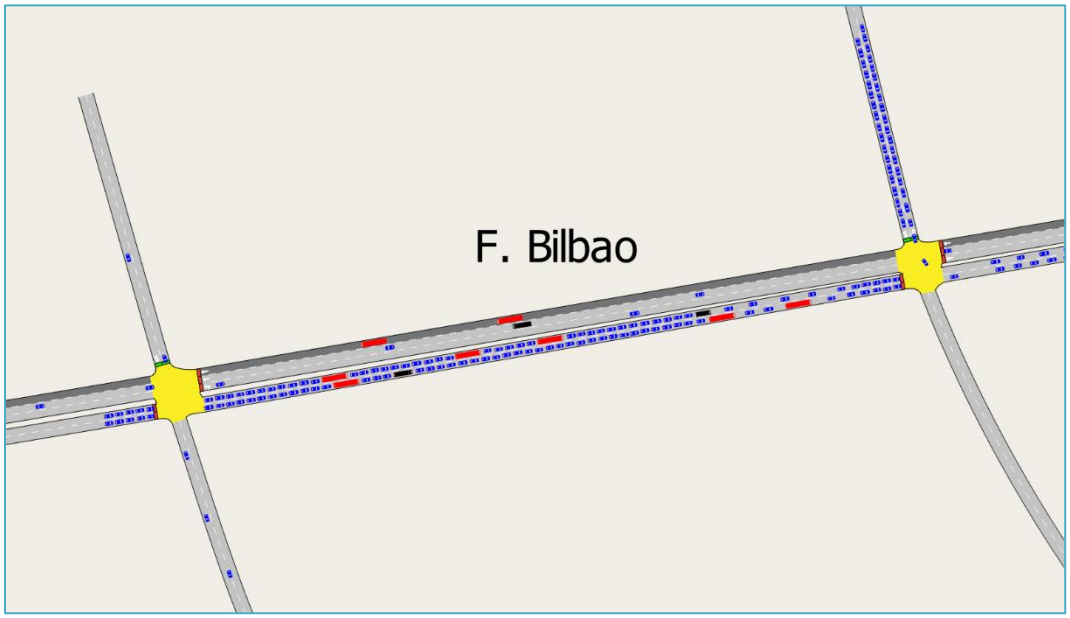


Fuente: Elaboración propia.

Proyecto Nº 63: Pistas Solo Bus en el eje Bilbao

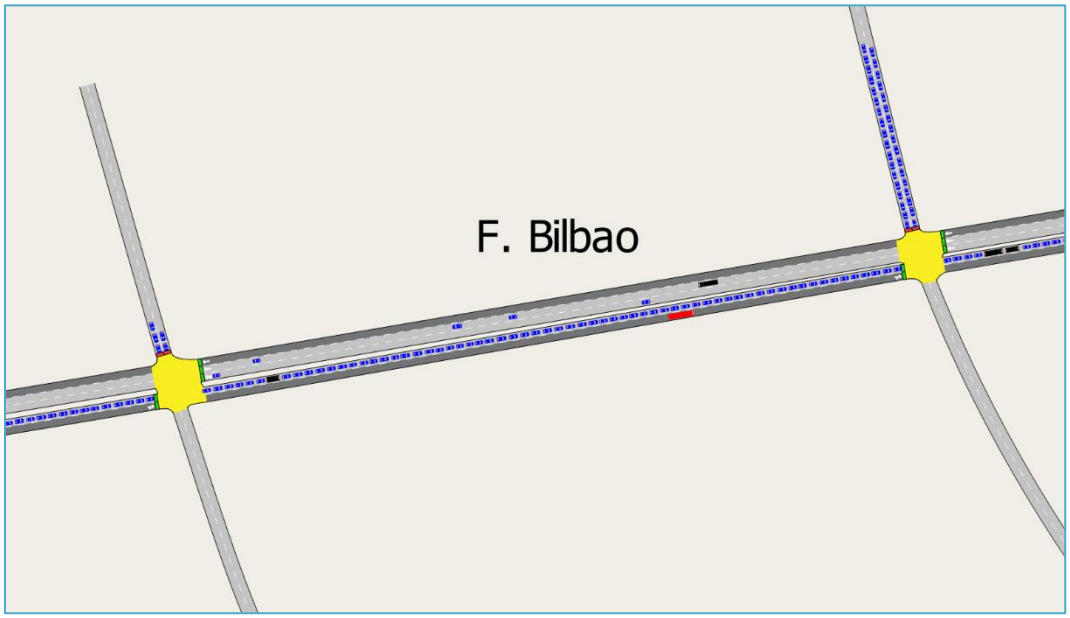
FEl proyecto Nº63 corresponde a una pista solo bus para dar facilidades al Transporte Público sector intermedio de la comuna sentido Oriente- Poniente.

FIGURA Nº 5.2-90: MICROSIMULACIÓN SITUACIÓN BASE REDISEÑO PLAZA 18 DE SEPTIEMBRE



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-91: MICROSIMULACIÓN PLAN DE PROYECTOS REDISEÑO PLAZA 18 DE SEPTIEMBRE

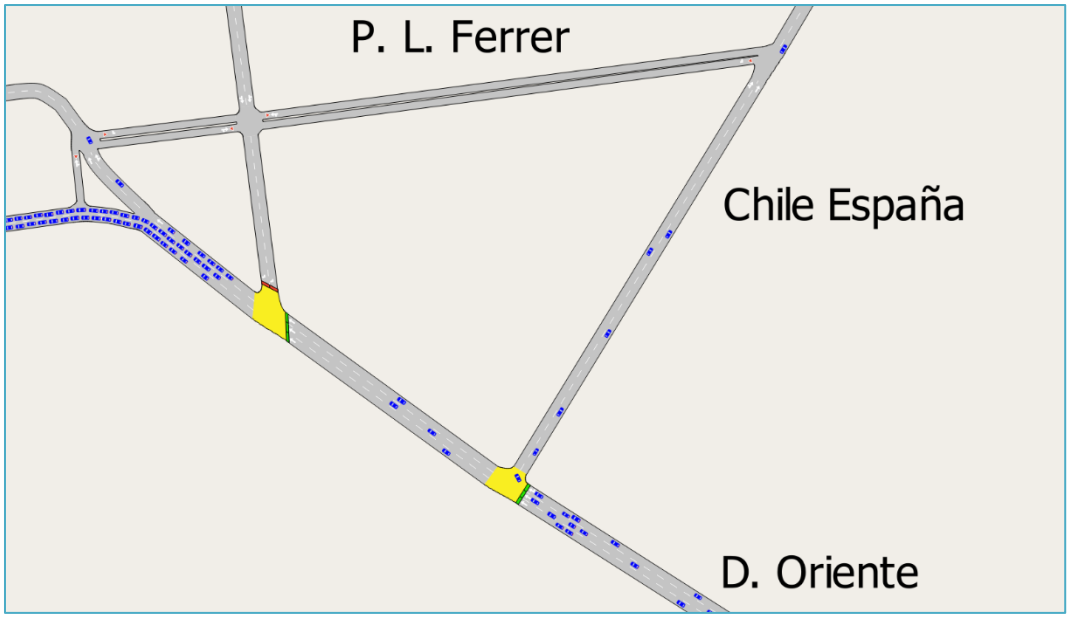


Fuente: Elaboración propia.

Proyecto Nº 76: Eliminación de Reversibilidad Santa Isabel/Diagonal Oriente/Pedro Lautaro Ferrer/Jaime Guzmán

El proyecto Nº75 corresponde a eliminar la reversibilidad existente en horas Punta Mañana y Punta Tarde en el eje Santa Isabel/Diagonal Oriente/Pedro Lautaro Ferrer/Jaime Guzmán.

FIGURA Nº 5.2-92: MICROSIMULACIÓN SITUACIÓN BASE ELIMINACIÓN REVERSIBILIDAD DIAGONAL ORIENTE



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-93: MICROSIMULACIÓN PLAN DE PROYECTOS ELIMINACIÓN REVERSIBILIDAD DIAGONAL ORIENTE



Fuente: Elaboración propia.

Análisis de Indicadores Estadísticos de Salida Plan de Proyectos

De manera de corroborar el diagnóstico anterior, en esta etapa se entregan los resultados estadísticos del modelo para diferentes puntos de la red. En primer lugar se presentan estadísticas globales para la red, y luego se presenta de manera gráfica sobre la red de simulación.

CUADRO Nº5.2-9: ESTADÍSTICAS ÁREA DE MICROSIMULACIÓN 2 PLAN DE PROYECTOS

Período	Variable	Auto	Bus	Taxi Colectivo	Taxi Básico	Camión Simple	Camión Pesado	Todos
Punta Mañana	Flujo (veh/h)	4275,0	65,0	4,0	112,0	13,0	4782,0	4275,0
	Velocidad (km/h)	14,4	23,9	22,7	42,5	47,1	15,3	14,4
	Cola Media (veh)	2332,1	20,7	1,1	10,1	1,2	2439,8	2332,1
	Número de Paradas (#/veh/km)	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
	Tiempo de Parada (seg/km)	476,7	135,5	85,8	78,6	34,4	436,9	476,7
	Distancia Total de Viaje (km)	4370,2	87,0	4,2	55,7	4,3	5152,1	4370,2
	Porcentaje de Vehículos Esperando para Entrar (%)	126,8%	4,6%	50,0%	12,5%	7,7%	113,7%	126,8%
Fuera de Punta	Flujo (veh/h)	6518,0	57,0	5,0	126,0	13,0	7135,0	6518,0
	Velocidad (km/h)	18,3	24,2	17,0	41,3	47,0	18,6	18,3
	Cola Media (veh)	1720,5	27,2	1,7	3,2	1,1	1777,5	1720,5
	Número de Paradas (#/veh/km)	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1
	Tiempo de Parada (seg/km)	356,3	119,5	212,9	33,0	12,8	333,9	356,3
	Distancia Total de Viaje (km)	6866,1	72,7	4,7	81,4	4,3	7881,5	6866,1
	Porcentaje de Vehículos Esperando para Entrar (%)	65,3%	5,3%	0,0%	7,1%	7,7%	59,8%	65,3%
Punta Tarde	Flujo (veh/h)	5574,0	85,0	8,0	105,0	14,0	6084,0	5574,0
	Velocidad (km/h)	16,4	16,9	10,1	44,2	43,2	16,9	16,4
	Cola Media (veh)	1839,0	30,6	2,1	12,8	0,5	1969,4	1839,0
	Número de Paradas (#/veh/km)	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
	Tiempo de Parada (seg/km)	476,5	693,2	987,9	67,8	72,6	454,5	476,5
	Distancia Total de Viaje (km)	5933,2	105,6	7,6	42,9	6,1	6693,0	5933,2
	Porcentaje de Vehículos Esperando para Entrar (%)	72,1%	0,0%	0,0%	9,5%	7,1%	66,3%	72,1%

Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-94: FLUJO SIMULADO ÁREA DE MICROSIMULACIÓN 2 PLAN DE PROYECTOS PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-95: VELOCIDAD SIMULADA ÁREA DE MICROSIMULACIÓN 2 PLAN DE PROYECTOS PUNTA MAÑANA



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-96: FLUJO SIMULADO ÁREA DE MICROSIMULACIÓN 2 PLAN DE PROYECTOS FUERA DE PUNTA



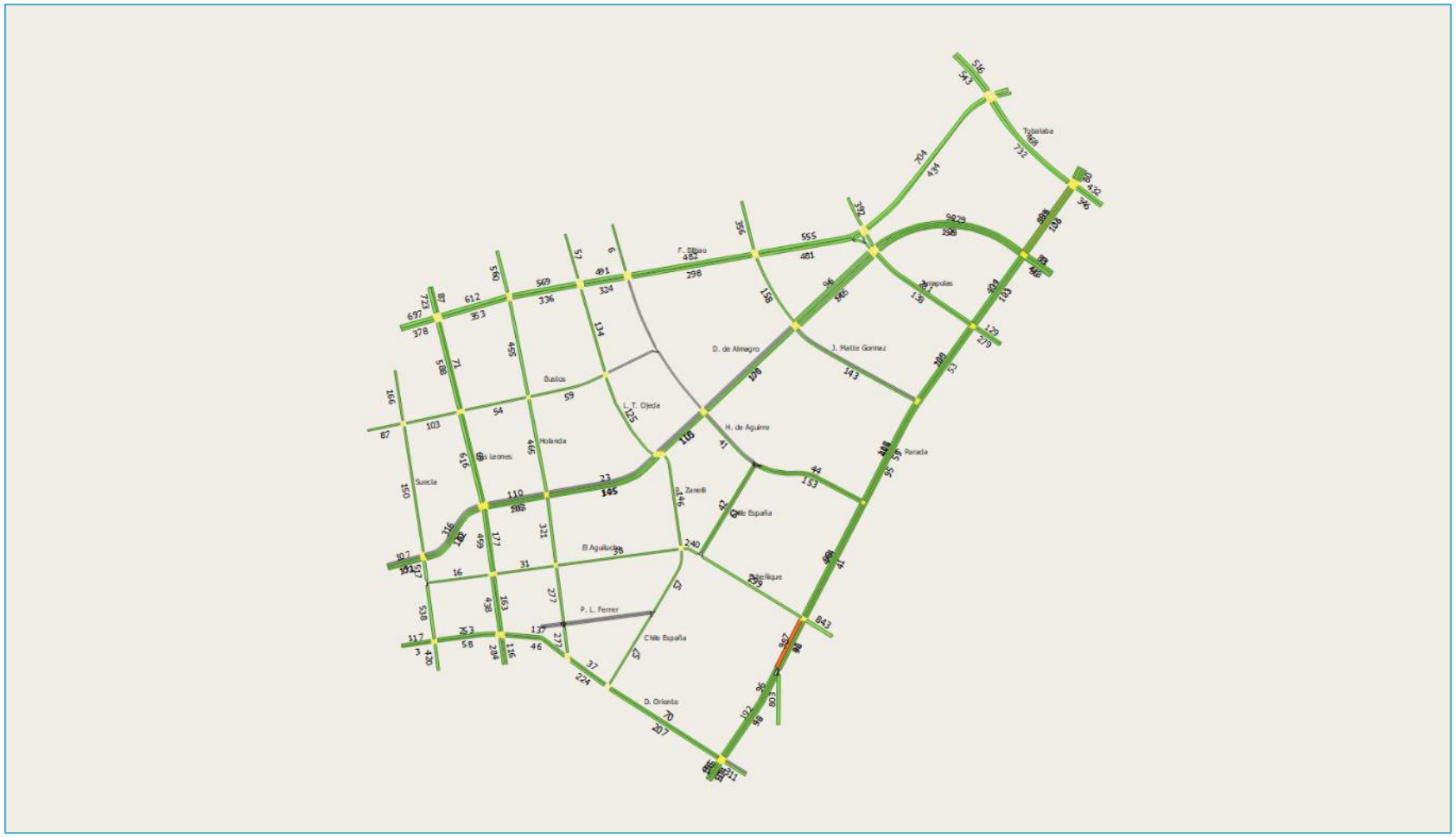
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-97: VELOCIDAD SIMULADA ÁREA DE MICROSIMULACIÓN 2 PLAN DE PROYECTOS FUERA DE PUNTA



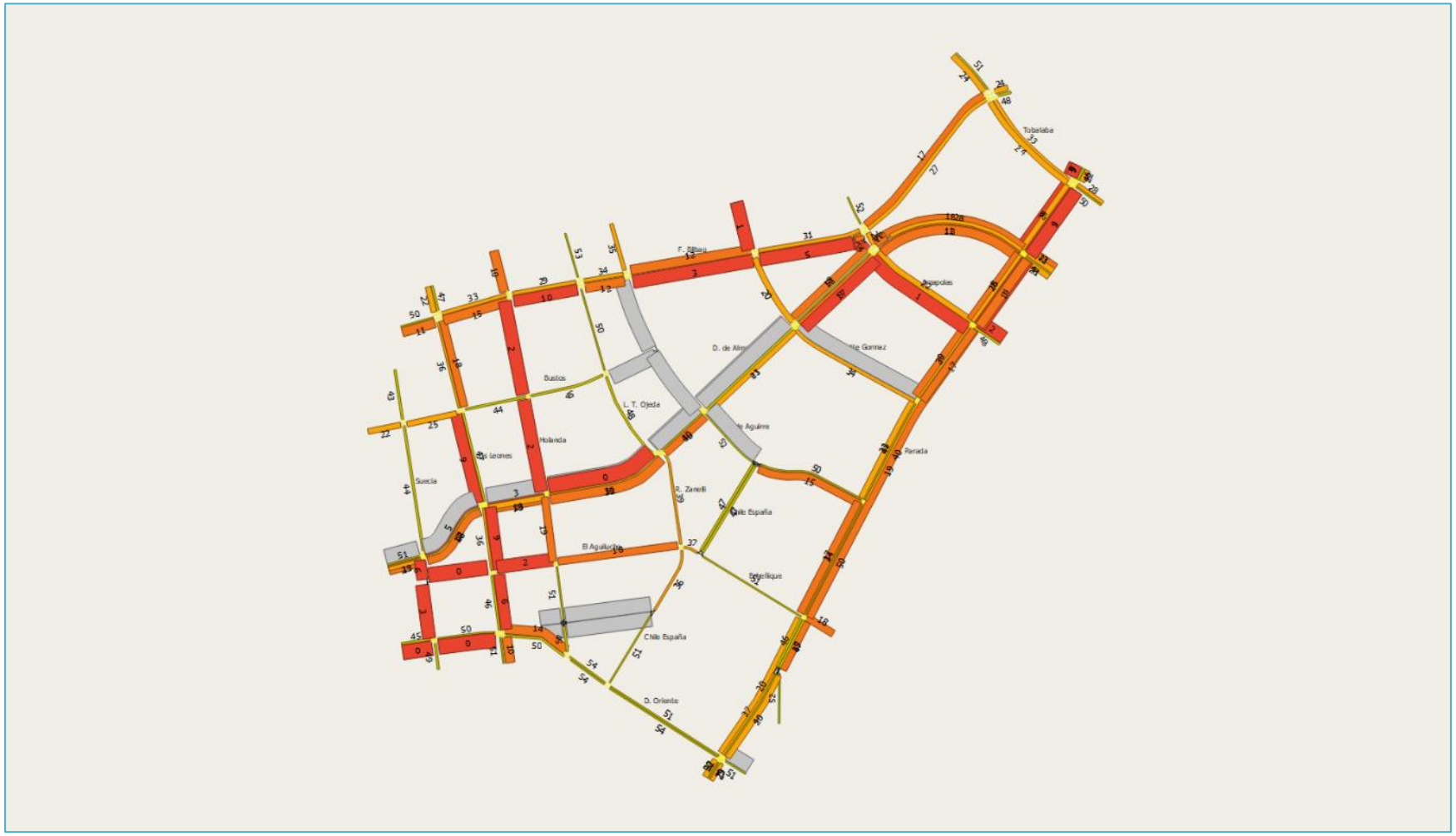
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-98: FLUJO SIMULADO ÁREA DE MICROSIMULACIÓN 2 PLAN DE PROYECTOS PUNTA TARDE



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-99: VELOCIDAD SIMULADA ÁREA DE MICROSIMULACIÓN 2 PLAN DE PROYECTOS PUNTA TARDE



Fuente: Elaboración propia.

5.2.3 Análisis de Proyectos de Transporte

En este punto se reportan los principales impactos que llevan asociados los principales proyectos propuestos para el plan 2 optimista ajustado, bajo condiciones también de un escenario de uso de suelo optimista para la comuna. Si bien estas condiciones, lo más probable es que no se den necesariamente en conjunto para el año 2030 simulado, si podrían darse situaciones similares en algún momento para un año posterior de más largo plazo y es bueno como ejercicio tenerlas a la vista para adelantar posibles soluciones a través de los instrumentos normativos disponibles en la actualidad.

5.2.3.1 Impactos de proyectos en la congestión vial futura

En este punto, se describen las variaciones de los niveles de servicio o velocidades de la red vial, ante la aparición de restricciones de capacidad en las calzadas de algunos ejes de la comuna, por la incorporación de mayores facilidades al transporte público como pistas exclusivas y también nuevas facilidades a los modos no motorizados como nuevas ciclovías y ensanchamiento de veredas.

El cuadro siguiente presenta como varía la congestión vehicular por periodo, medida como la saturación media a nivel de la red vial de toda la comuna, versus el crecimiento de la longitud total de ciclovías en la red, entre la situación actual y los escenarios Conservador y Optimista simulados.

CUADRO Nº5.2-10: VARIACION DE CONGESTION POR PERIODO VERSUS CRECIMIENTO DE CICLOVIAS

ESCENARIO OFERTA (Planes)	Saturación Media de la Red Vial por Periodo (%)			Variación Máxima de Saturación (%)	Kilómetros de Ciclovias (km)	Crecimiento de Ciclovias (%)
	Punta Mañana	Punta Mediodía	Punta Tarde			
Situación Actual 2021	48,86	50,87	51,13	-	29,51	0,0
Plan 1 Conservador 2030	58,32	65,17	64,73	28,1 (1)	41,80	41,7
Plan 2 Optimista Ajustado 2030	52,75	54,96	57,53	12,5 (2)	59,30	100,9

(1) Corresponde a período Punta Mediodía
(2) Corresponde a período Punta Tarde

Fuente: Elaboración Propia

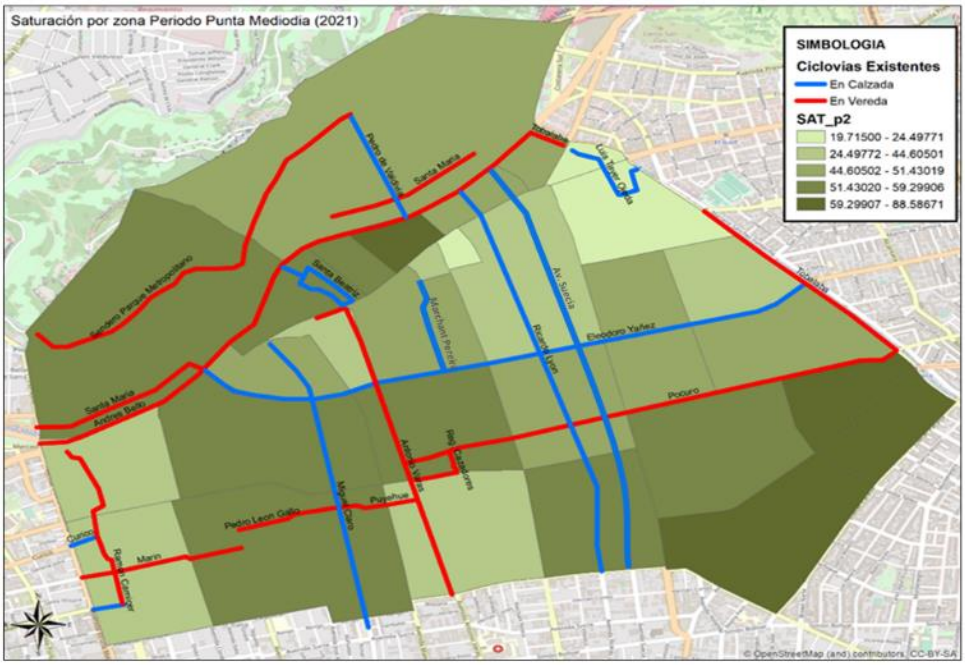
Del cuadro anterior, se aprecia que en el Plan 1 Conservador al aumentar los kilómetros de ciclovías en un 41,7% en la red, la saturación de la red vial también aumenta en un 28,1%. Por otro lado el Plan 2 reporta, con un incremento de la red de ciclovías de un 100,9% (41,9% respecto al Plan 1), la saturación media observada resulta inferior.

Se debe recordar además que por efectos de la presencia de estas ciclovías, se hizo descender la partición modal del auto al año 2030 en aproximadamente un 5% a nivel de la matriz de demanda de viajes en auto. Aun así, la saturación de la red aumentó entre un 12,5% y 28,1% según el escenario analizado, lo cual representa un problema que de alguna manera indica que la sola presencia de ciclovías es insuficiente para paliar este aumento importante de la saturación vehicular de la red.

Para efectos de determinar las zonas de la comuna que presentan las variaciones más importantes de saturación y compararlas con las zonas con mayor presencia de ciclovías, en los años estudiados, las figuras siguientes presentan para el periodo punta mediodía más crítico, los índices de saturación y las ciclovías por zona actuales para el año 2021 y previstas para el Plan 2 Optimista del año 2030.

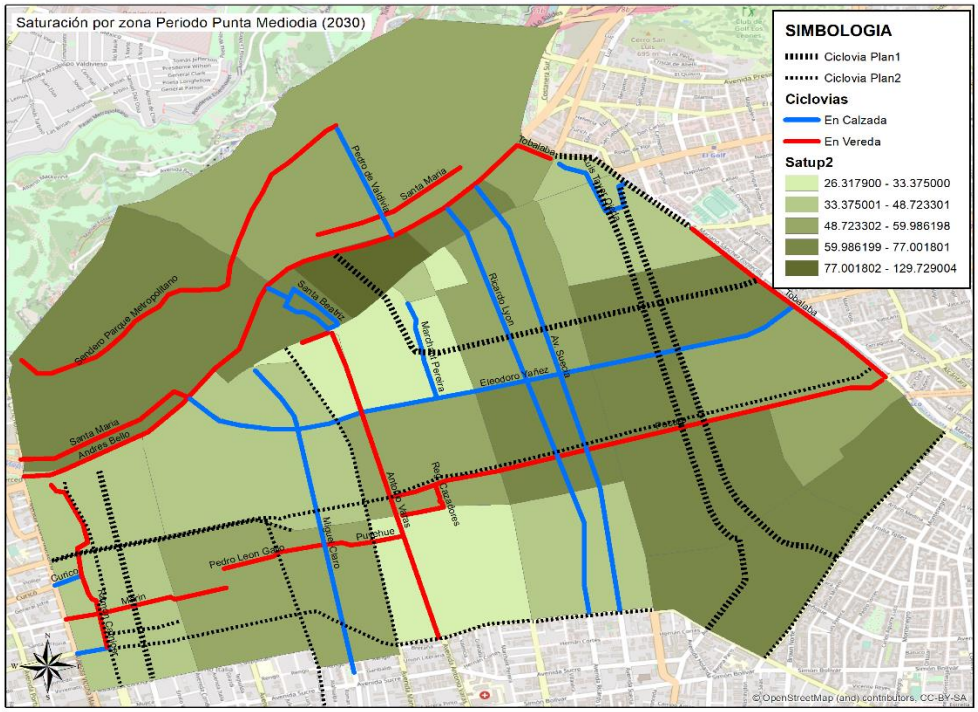
Se aprecia de las figuras siguientes que en algunas zonas al aumentar la presencia de ciclovías en el Plan 2 Optimista existe también un aumento importante en la saturación de la red vial, lo cual reitera que la sola presencia de nuevas ciclovías no ayuda a paliar la congestión vehicular.

FIGURA Nº 5.2-100: SATURACION VERSUS CICLOVIAS SITUACION ACTUAL AÑO 2021



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 5.2-101: SATURACION VERSUS CICLOVIAS PLAN 2 AJUSTADO AÑO 2030



Fuente: Elaboración Propia

El cuadro siguiente presenta como varía el flujo medio de automóviles a nivel de la red de toda la comuna, versus la cantidad de pistas solo bus, entre la situación actual y los escenarios simulados. Se debe recordar que el Plan 1 definido no incorpora mejoras en la cantidad de pistas solo bus en la red vial de Providencia, respecto a la Situación actual.

CUADRO Nº5.2-11: VARIACION DE FLUJO MEDIO EN AUTO POR PERIODO VERSUS CANTIDAD DE PISTAS SOLO BUS + BRT

ESCENARIO OFERTA (Planes)	Flujo Medio Auto de la Red por Periodo (km/hr)			Variación Máxima de Flujo (1) (%)	Pistas Solo Bus + BRT (km)	Crecimiento Pistas Solo Bus + BRT (%)
	Punta Mañana	Punta Mediodía	Punta Tarde			
Situación Actual 2021	1067	928	1166	0,0	32,9	0,0
Plan 1 Conservador 2030	1362	1461	1633	57,5	32,9	0,0
Plan 2 Optimista Ajustado 2030	1376	1361	1500	46,6	44,5	35,3

(1) Se considera el periodo Punta Mediodía por tener la máxima variación por periodo

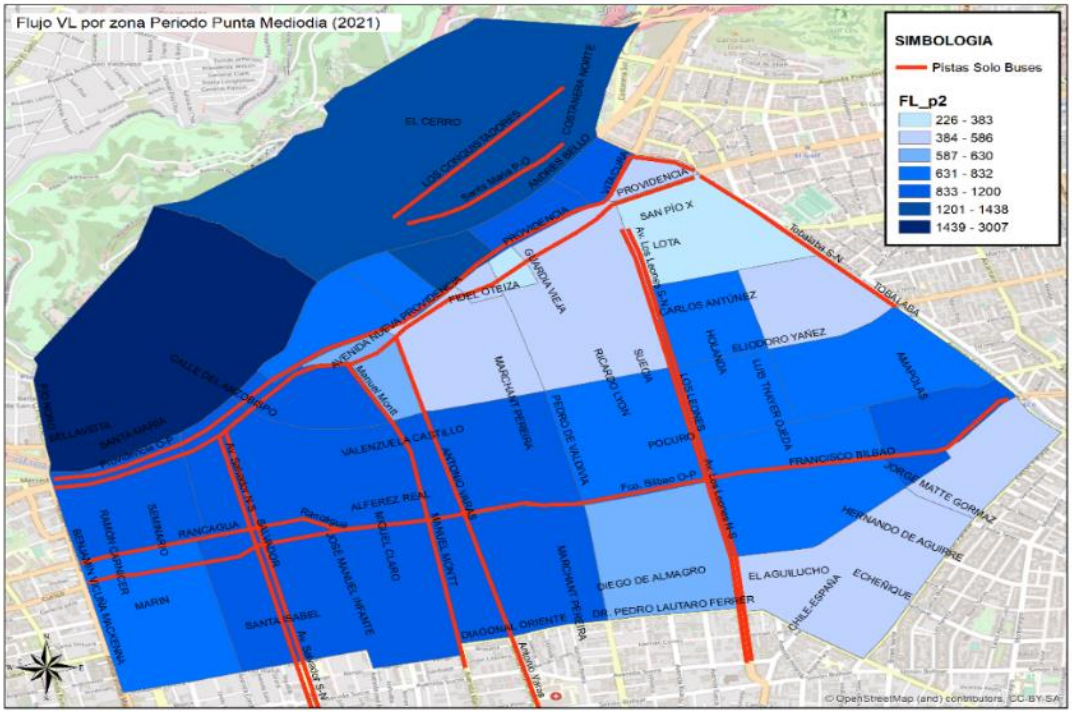
Fuente: Elaboración Propia

Del cuadro anterior, se aprecia que el flujo medio en automóvil en la red crece al año 2030 considerablemente en todos los periodos respecto a la situación actual. Lo anterior se agudiza aún más si no se incorporan proyectos que mejoren las condiciones de operación de los buses como serian nuevas vías con pistas solo bus.

Existen solo 32,9 km de pistas solo bus al año 2030 en el Plan 1 que provienen del año 2021, para una red vial modelada que alcanza a 144 km de longitud total en la comuna. Al incorporar nuevas pistas solo bus en la red del Plan 2 ajustado, alcanzando un total de 44,5 km, se observa que la variación del flujo con respecto al año 2021 disminuye en general. No obstante se siguen observando flujos promedio del mismo orden de magnitud al comparar ambos planes de 2030.

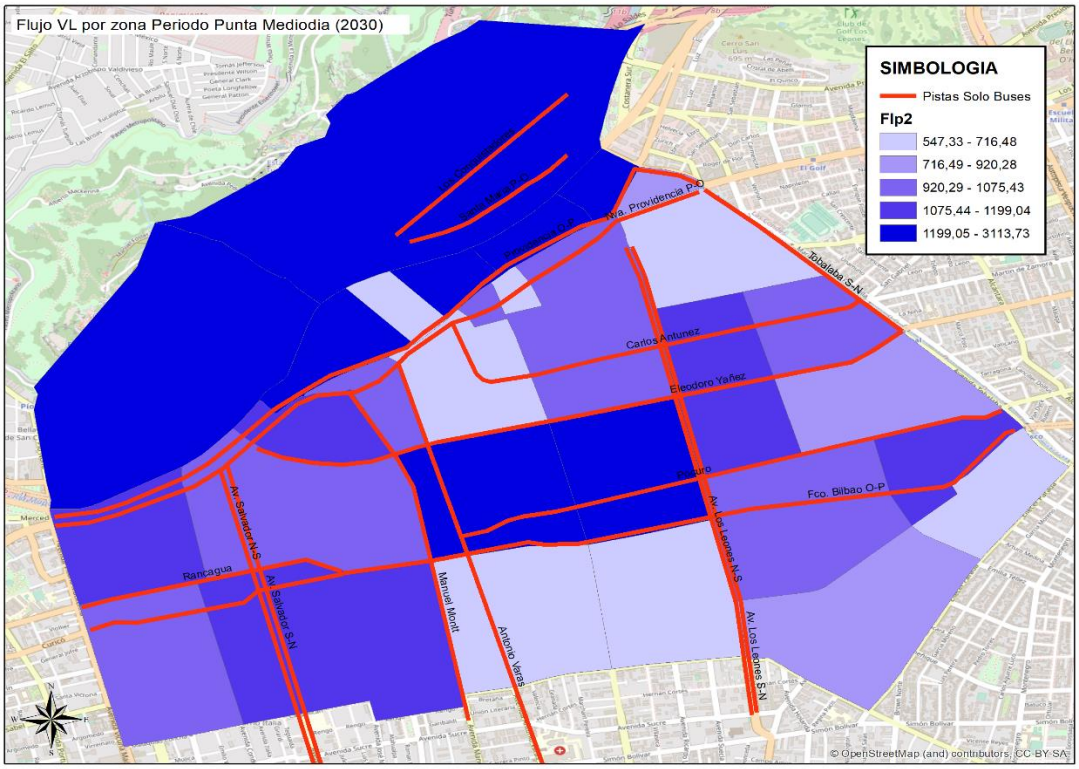
Para efectos de determinar las zonas de la comuna que presentan las variaciones más importantes de flujo y compararlas con las zonas con mayor presencia de pistas solo bus, las figuras siguientes presentan para el periodo punta mañana los flujos medios por zona y las pistas solo bus actuales para el año 2021 y 2030.

FIGURA Nº 5.2-102: FLUJO MEDIO EN AUTO POR PERIODO VERSUS CANTIDAD DE PISTAS SOLO BUS 2021



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 5.2-103: FLUJO MEDIO EN AUTO POR PERIODO VERSUS CANTIDAD DE PISTAS SOLO BUS 2030



Fuente: Elaboración Propia

5.2.3.2 Impactos de proyectos de Transporte Público

En este punto, se describen los mejoramientos de las variables de operación de los futuros servicios de transporte público de superficie, ante la incorporación de las nuevas facilidades al transporte público propuestas, como pistas solo bus, mejoras de trazados y frecuencias de servicios.

El cuadro siguiente presenta como varía el consumo de tiempo para los ejes Francisco Bilbao, Eliodoro Yáñez, Carlos Antúnez y Pocuro, comparando entre los dos escenarios modelados y respecto a la situación actual, ante las distintas facilidades de transporte público propuestas.

CUADRO Nº5.2-12: CONSUMO DE TIEMPO DE BUSES EN EJES CON FACILIDADES TRANSPORTE PÚBLICO

EJE	ESCENARIO OFERTA (Planes)	Consumo de tiempo (veq-hr/hr)			Tiempo de viaje Bus (min)	Variación Tempo de viaje (%)
		Punta Mañana	Punta Mediodía	Punta Tarde		
BILBAO (PSB tramo Tobalaba-Román Díaz)	Situación Actual 2021	9.73	12.01	11.44	30	-
	Plan 1 Conservador 2030	10.51	18.47	15.38	42	40,0
	Plan 2 Optimista Ajustado 2030	9.1	9.86	11.14	27	**-10,0**
ELIODORO YAÑEZ (PSB entre Tobalaba y Providencia)	Situación Actual 2021	3.34	2.64	2.58	24	-
	Plan 1 Conservador 2030	5.68	4.85	3.96	37	54,2
	Plan 2 Optimista Ajustado 2030	7.30	8.98	5.93	28	16,6
CARLOS ANTUNEZ (PSB entre Providencia y Tobalaba	Situación Actual 2021	1.92	1.67	0.94	11	-
	Plan 1 Conservador 2030	1.84	2.06	1.27	15	36,4
	Plan 2 Optimista Ajustado 2030	3.70	1.70	3.14	14	27,3
POCURO (PSB entre Seminario y Tobalaba)	Situación Actual 2021	0.77	0.90	0.73	17	-
	Plan 1 Conservador 2030	0.77	1.65	1.11	23	35,3
	Plan 2 Optimista Ajustado 2030	15.35	6.98	7.07	25	100,0

Fuente: Elaboración Propia

De los resultados obtenidos lo más destacado es la importante mejora operacional producto de implementar las mejoras de operación en Francisco Bilbao, registrando una mejora de viaje de 3 minutos respecto de la Situación Actual de 2021 y **15 minutos** al ser comparada con el Plan 1 al año 2030. Esto se constata también al comparar los consumos de tiempo registrados entre los Planes 1 y 2.

En el caso de Pocuro se observan tiempos de viaje similares respecto de la situación sin facilidades, lo que se debe al mero hecho de inyectar demanda. El punto de comparación inicial es uno con oferta testimonial de buses, observándose que pese al aumento de demanda se logran tiempos de viaje razonables.

Finalmente, en el caso de las demás pistas solo bus se observan principalmente mejoras. Hay un ahorro esperado de **11 minutos** en el recorrido de Eliodoro Yáñez y **1 minuto** para el caso de Carlos Antúnez. Se observan mejoras aun cuando la frecuencia fue incrementada al doble, mostrando la robustez de la operación de pistas solo bus.

5.2.3.3 Impacto de proyectos en el Eje Providencia

En este punto, se describen las variaciones de los niveles de servicio del eje Providencia en el tramo La Concepción – Tobalaba, de los escenarios proyectados respecto a la situación actual. En este tramo, se ubican los accesos a las estaciones de las líneas de Metro actuales y proyectadas, y los impactos posibles ante el cierre de algunas calles importantes que en la actualidad dan conectividad al eje, en vehículo privado principalmente por su reemplazo por calles peatonales o calles vivas según corresponda.

CUADRO Nº5.2-13: CONSUMO DE TIEMPO EN EJE PROVIDENCIA

EJE	ESCENARIO OFERTA (Planes)	Consumo de tiempo (veh-hr/hr)			Tiempo de viaje (min)	Variación Tempo de viaje (%)
		Punta Mañana	Punta Mediodía	Punta Tarde		
PROVIDENCIA O-P (Tramo Tobalaba - La Concepción)	Situación Actual 2021	3.81	8.77	10.15	6	-
	Plan 1 Conservador 2030	3.81	8.77	10.15	6	0
	Plan 2 Optimista Ajustado 2030	13.42	13.49	16.70	12	100
PROVIDENCIA P-O (Tramo Carlos Antúnez- Tobalaba)	Situación Actual 2021	5.55	5.29	6.47	4	-
	Plan 1 Conservador 2030	5.55	5.29	6.47	5	25
	Plan 2 Optimista Ajustado 2030	9.10	7.49	10.56	7	75

Fuente: Elaboración Propia

Del resultado presentado se observa un aumento relevante en el tiempo de viaje percibido en el eje Providencia. Esto responde en gran parte a efectos de reasignación por una menor oferta de transporte en vías paralelas, como es el caso de la Costanera Andrés Bello. Se observan incrementos del tiempo del orden del 100% en el peor escenario, que se deben casi exclusivamente a un incremento en las demoras de cada intersección.

5.2.3.4 Impacto de proyectos en el Eje Andrés Bello

En este punto, se describen las variaciones de los niveles de servicio del eje Andrés Bello en el tramo Tobalaba-Seminario, producto de los proyectos propuestos en el Escenario 2 conservador y Escenario 3 optimista para el eje, respecto a la situación actual.

CUADRO Nº5.2-14: CONSUMO DE TIEMPO DEL EJE ANDRES BELLO

EJE	ESCENARIO OFERTA (Planes)	Consumo de tiempo (veh-hr/hr)			Tiempo de viaje (min)	Variación Tiempo de viaje (%)
		Punta Mañana	Punta Mediodía	Punta Tarde		
ANDRES BELLO O-P (Tobalaba-Seminario)	Situación Actual 2021	407.53	232.05	3.24	15	-
	Plan 1 Conservador 2030	372.90	490.51	377.38	25	66,7
	Plan 2 Optimista Ajustado 2030	1109.88	1139.72	1024.67	38	153,3
ANDRES BELLO P-O (Seminario-Tobalaba)	Situación Actual 2021	10.81	235.79	615.71	15	-
	Plan 1 Conservador 2030	205.81	369.73	695.31	30	100
	Plan 2 Optimista Ajustado 2030	504.15	935.60	2020.12	51	240

(1) Valor máximo en período de más carga.

Fuente: Elaboración Propia

Se observa que los niveles de servicio del eje Andrés Bello se ven fuertemente mermados en los escenarios proyectados al año 2030, con variaciones en el tiempo de viaje de entre 67 y 240 por ciento según sea el caso analizado. Esto responde al sustancial incremento de la demanda de autos y, en contraposición, las medidas que favorecen la caminabilidad, seguridad y el uso de modos no motorizados; lo que lleva de manera directa a un empeoramiento de las condiciones de capacidad vial para el usuario de automóvil.

5.2.4 Análisis de Variables de Proyectos que inciden Espacio Público

Al igual que en la evaluación de los Escenarios de Demanda Base, 1 y 2, ahora abordamos el Escenario 3 u Optimista, mirando 2 relaciones centrales desde la mirada urbana y del espacio público respecto de la de movilidad sustentable.

5.2.4.1 Saturación Vial versus Accesibilidad a Ciclovías

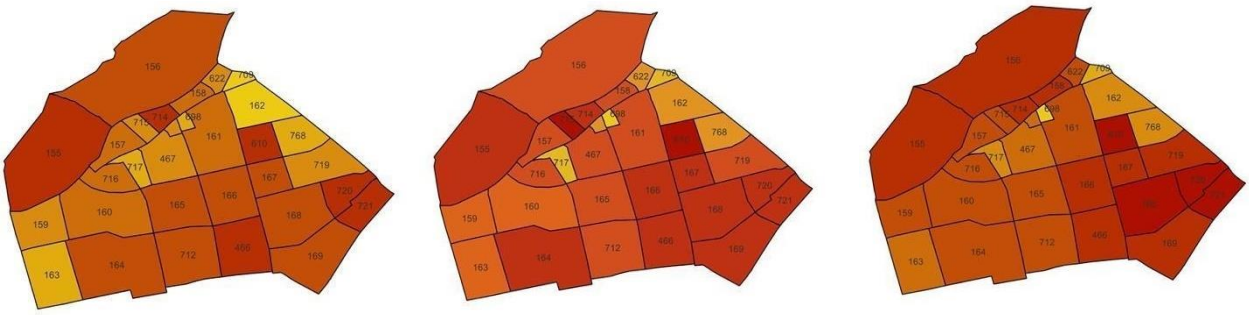
La primera de ellas es la relación entre el aumento de los viajes motorizados / saturación por zona, comparados con la oferta de cobertura Red Ciclovías (Índice de Accesibilidad). En otras palabras, se busca contrastar los índices de accesibilidad a la Red Ciclovías con los aumentos de saturación vial, lo que nos pueden dar luces de dónde existe mayor potencial de trasladar viajes de modo (auto a bici), al menos desde el punto de vista de la oferta.

La presencia de bajos índices de accesibilidad a ciclovías en presencia de grandes aumentos de saturación vial nos permitirá identificar sectores o puntos críticos a resolver con nuevas propuestas de movilidad.

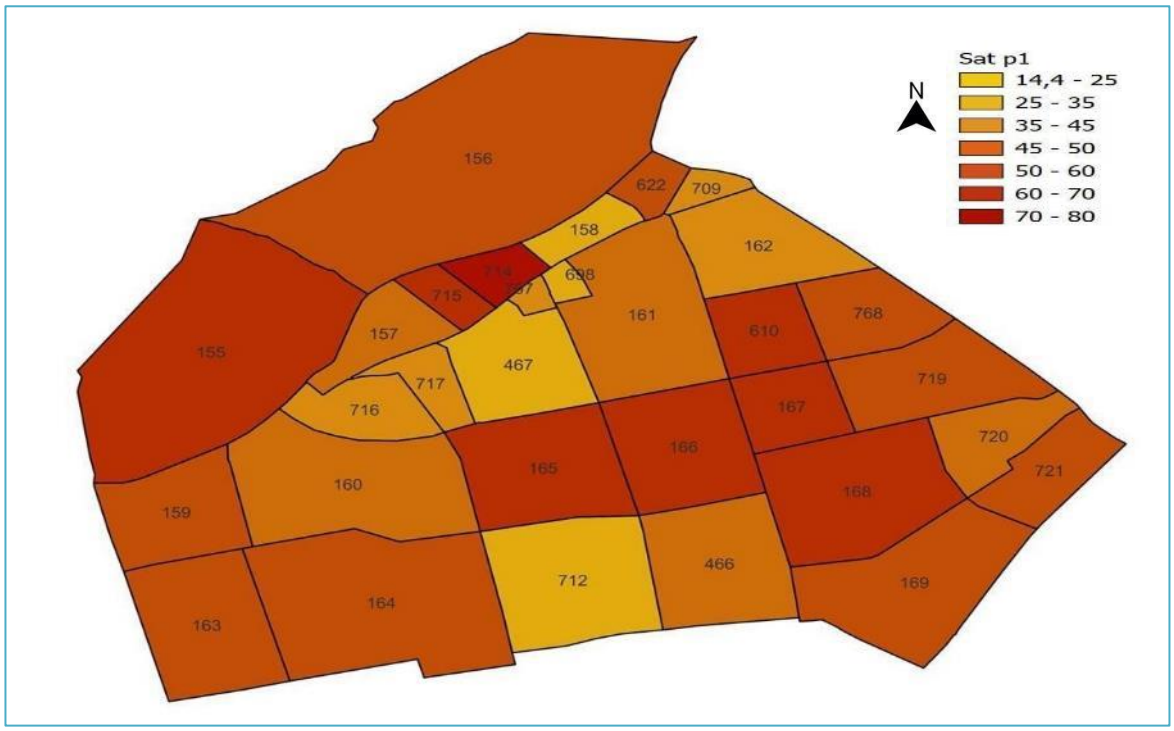
En este caso se han ponderado los flujos y largos de cada arco para poder llegar a un promedio ponderado al interior de la zona. Para efectos de esta comparación dejamos los escenarios anteriores en pequeño y mayor tamaño este Escenario 3.

FIGURA Nº 5.2-104: GRADO DE SATURACIÓN / PUNTA MAÑANA POR ZONA ESTRAUS

Base 2021 E.1 2030 E.2 2030



E.3 2030 / Plan 2 Optimista Ajustado



Fuente: Elaboración propia

Aún cuando hay sectores que siguen con saturaciones promedio del rango 80%, la captura de viajes que se ha simulado por la mayor oferta de ciclovías, alivia la congestión en sectores de Barrio Aguilucho, Plaza Pedro de Valdivia al sur y sectores al poniente de Pedro de Valdivia contiguos a Nueva Providencia.

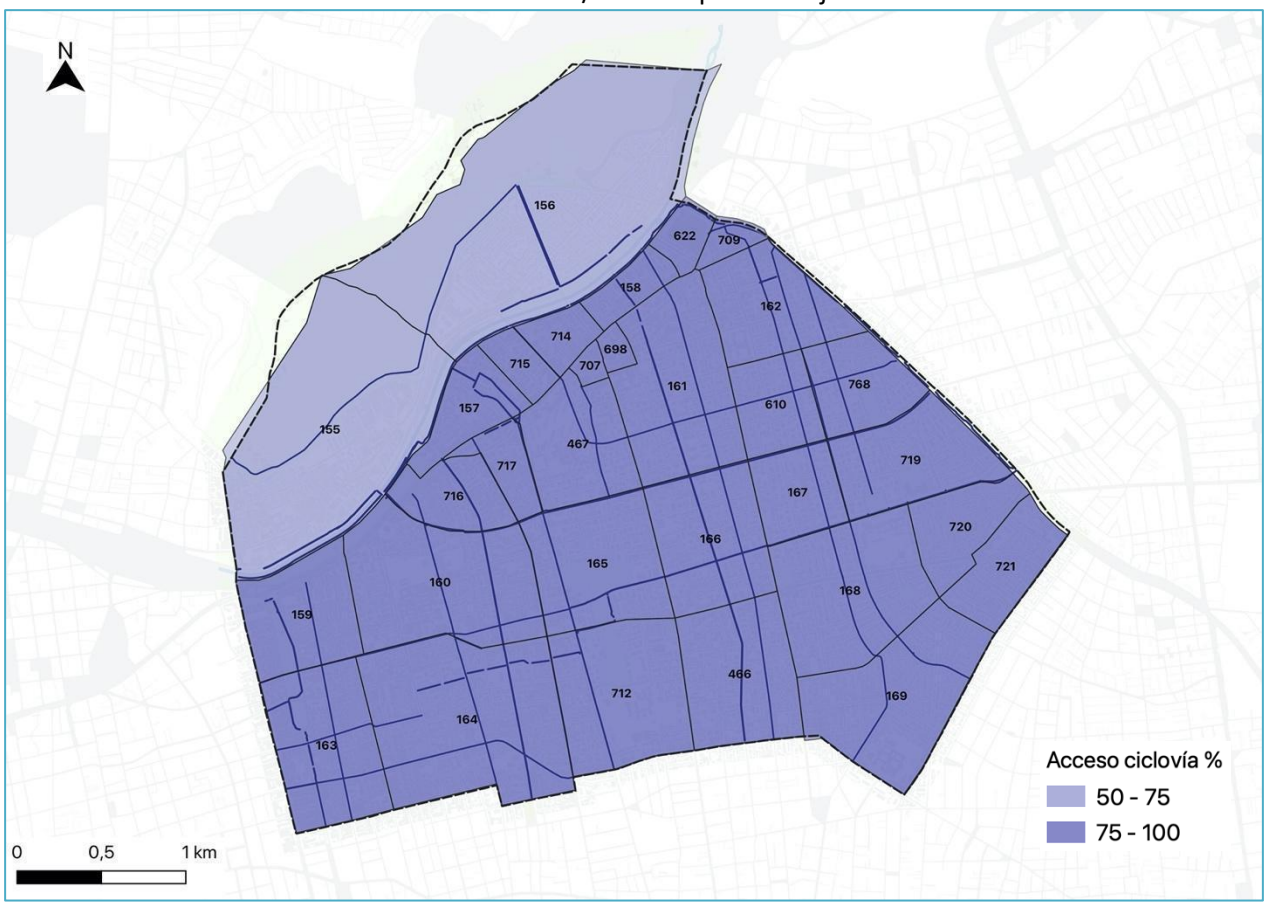
Lo descrito se ve aparejado con una oferta o cobertura de accesibilidad a ciclovías que tiene a casi la totalidad de la comuna con un índice de 75% o superior. Recordemos que los escenarios de oferta son incrementales, sumándose la oferta de los escenarios 1, 2 y ahora 3 o Plan 2 Optimista Ajustado.

FIGURA Nº 5.2-105: ÍNDICE DE ACCESIBILIDAD RED DE CICLOVÍA

Base 2021 E.1 2030 E.2 2030



Escenario 3 – 2030 / Plan 2 Optimista Ajustado



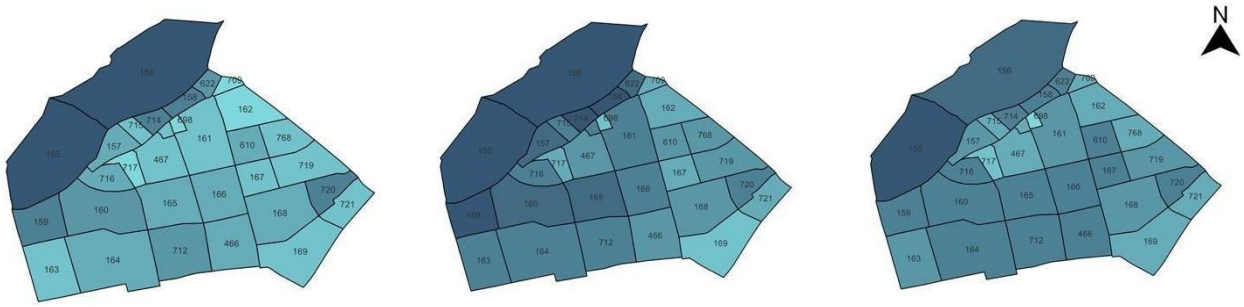
Fuente: Elaboración propia

5.2.4.2 Flujos y Velocidades a nivel Zonal

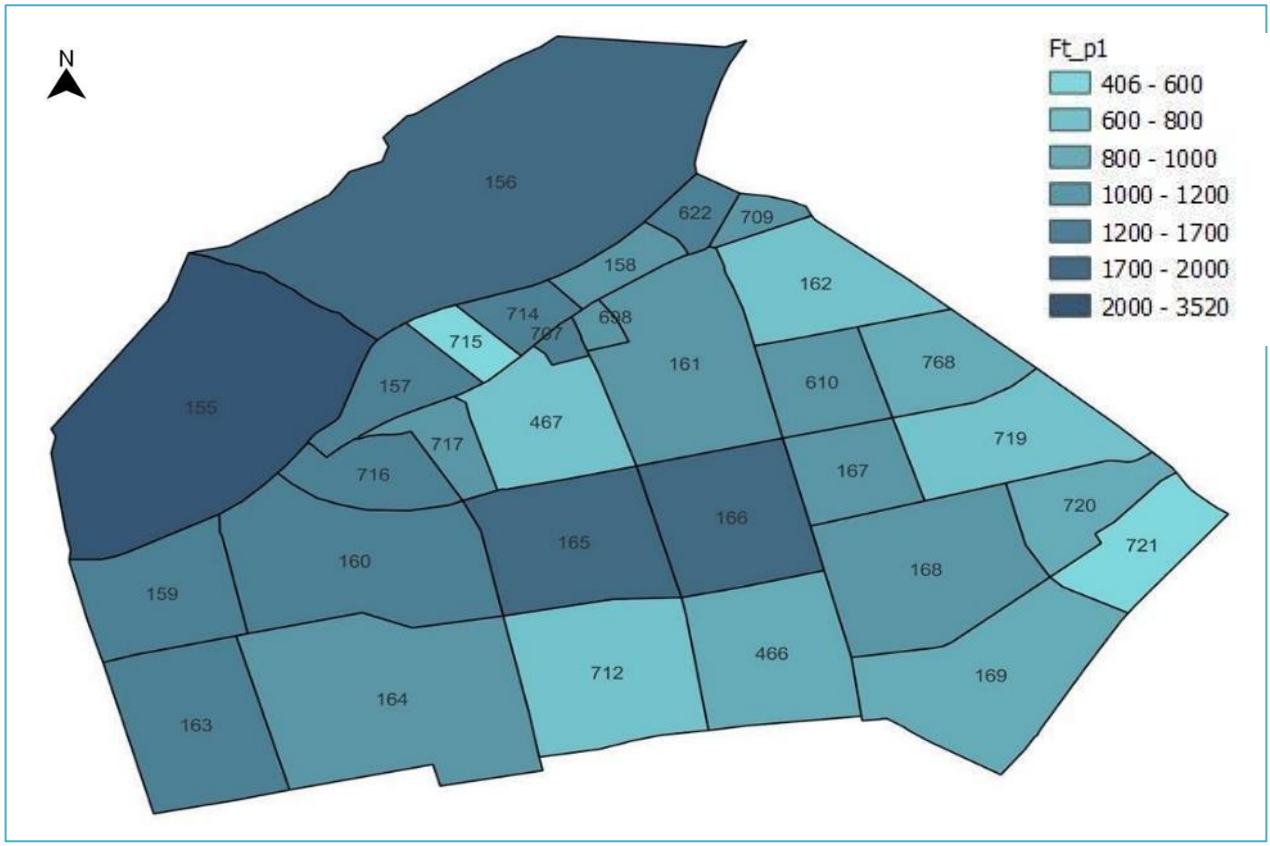
Los flujos totales asignados promedios mostrados a nivel zonal muestran una disminución en concordancia con las disminuciones de niveles de saturación y de correlación con el aumento de la oferta de cobertura de ciclovías. Son notorias las bajas en sector oriente de la comuna y eje Pedro de Valdivia límite sur y también próximo a Nueva Providencia.

FIGURA Nº 5.2-106: FLUJOS TOTALES VEQ/H PARA PUNTA MAÑANA

Base 2021 E.1 2030 E.2 2030



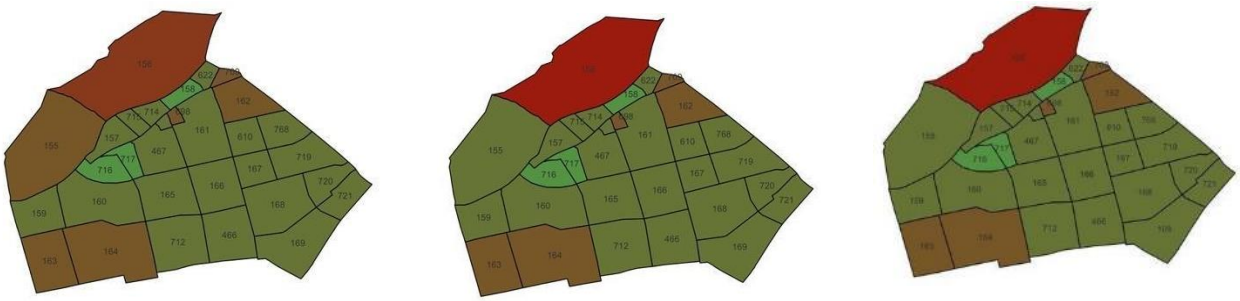
Escenario 3 – 2030 / Plan 2 Optimista Ajustado



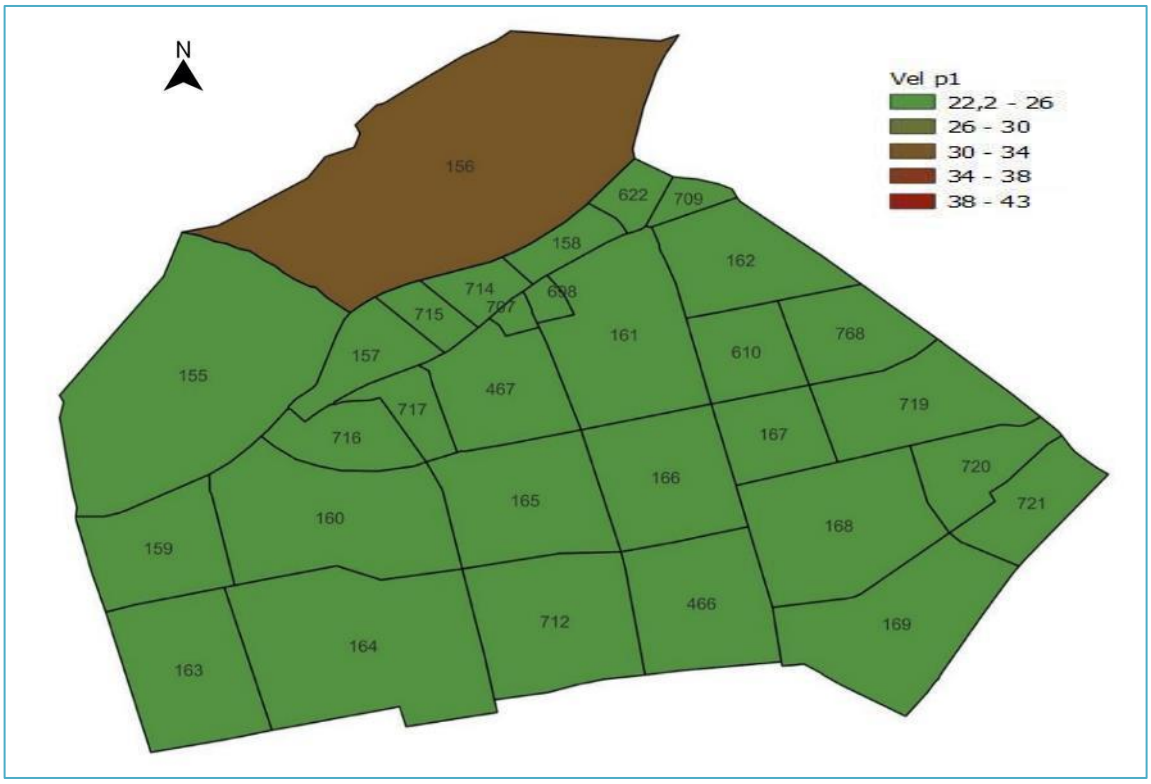
Fuente: Elaboración propia, 2022

FIGURA Nº 5.2-107: VELOCIDAD PROMEDIO PONDERADA EN KM/H / PUNTA MAÑANA

Base 2021 E.1 2030 E.2 2030



Escenario 3 – 2030 / Plan 2 Optimista Ajustado



Fuente: Elaboración propia

En coincidencia con la tendencia observada en los escenarios anteriores y a pesar de las bajas puntuales de saturación y de flujos totales motorizados, las velocidades promedio ponderadas por zona se igualan y a la vez disminuyen. La totalidad de la comuna presenta velocidades promedio ponderadas de 22 a 26 km/h. Los factores que influyen en la disminución de velocidad son entre los más relevantes el aumento de vehículos/ hora, la disminución de espacio vial por reasignación de ciclovías o mejoramiento de espacio público, e incorporación de pistas solo bus en algunos corredores.

Sin perjuicio de lo anterior, el rango de la velocidad se encuentra dentro de los rangos superiores a normales para *"cuidades/distritos consolidados interiores"*. Como ejemplo podemos citar velocidades promedio en Londres al 2019 según reporte del Mayor of London:

Vel promedio en Centro Histórico de Londres:	*11,4 km/h – 14 km/h*
Vel promedio en Peri-centro de Londres (equivaldría a Providencia)	*18,7 km/h – 20 km/h*
Vel promedio en Periferia de Londres:	*31 km/h – 32.7 km/h*

El segundo cruce entre variables es verificar la correlación entre el aumento del grado de consolidación de la zona con el aumento de flujo vehicular total que muestra la red.

Esta correlación en este escenario no arroja nuevas conclusiones a las ya establecidas en el análisis de la Etapa 4 para los escenarios 1 y 2, ya que el grado de consolidación para el Escenario 3, se mantiene constante y se hace imposible generar correlaciones entre las variables mencionadas.

5.2.5 Análisis de Variables de Proyectos que inciden Medio Ambiente y Riesgos

En este punto se describe cómo los proyectos propuestos pueden generar, mitigar o recrudecer impactos en el ruido, clima y riesgos. De esta manera, este punto aborda el análisis a escala comunal, así como a la escala más detallada posible, ya sea a resolución de imágenes de satélite (pixeles de 30 metros), estudio de ruido en las calles (paisaje sonoro), manzanas y zonas ESTRAUS.

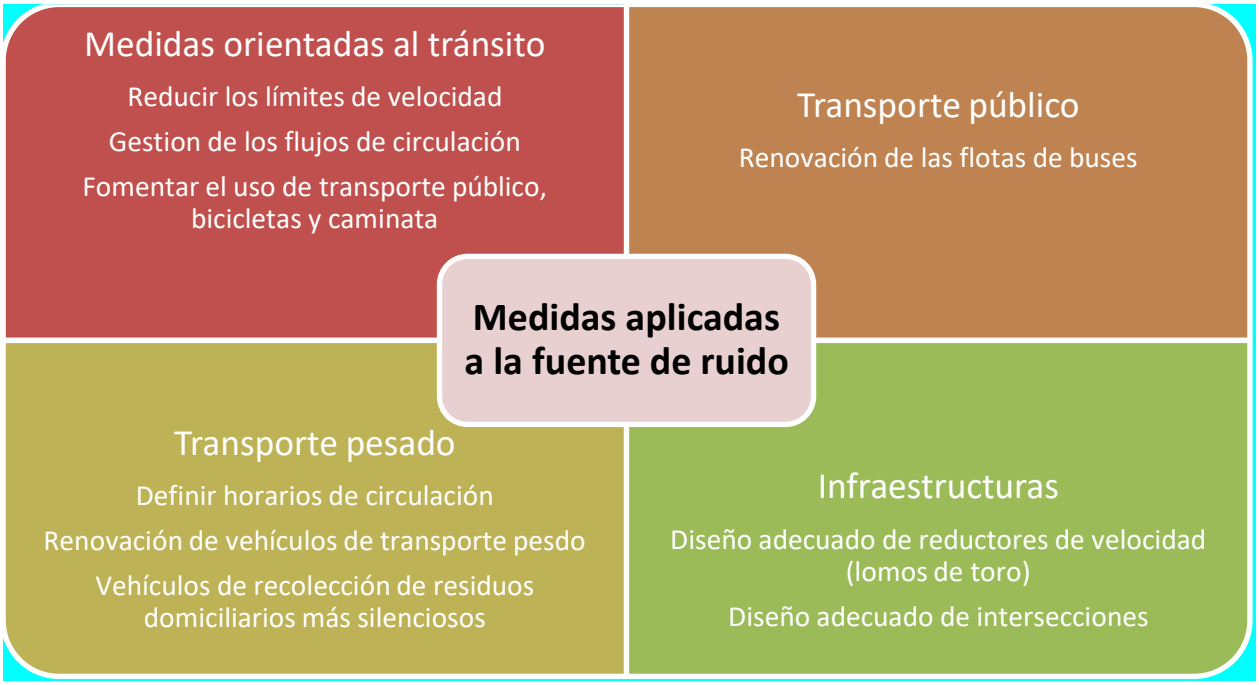
5.2.5.1 Impactos de proyectos en los riesgos, ruido ambiental y contaminación por gases y partículas.

En general los proyectos poseen impactos positivos en la comuna de Providencia, pues se orientan hacia reducir la congestión, reemplazo de modos contaminantes por otros como caminata o bicicleta y optimizar el tránsito con semáforos.

Recomendamos tener en cuenta la movilidad inclusiva en los proyectos que corresponda, al igual que mejoramiento de carpetas que sean tanto sonorreductoras como capaces de retener agua para evitar anegamientos.

Los ejes que poseen por ejemplo adoquines en Manuel Montt y Pedro de Valdivia podrían reducir su nivel de ruido actual entre 3 y 5 dBA, lo cual está respaldado en estudios en Barcelona, España. Si el valor patrimonial de los adoquines implica su mantención se puede proponer otras medidas en las avenidas adoquinadas, tal como muestra el cuadro 5.2-13.

CUADRO Nº5.2-15: MEDIDAS PARA REDUCIR EL RUIDO DESDE LA FUENTE MÁS ALLÁ DE LAS CARPETAS SONORREDUCTORAS



Fuente: Elaboración propia.

Además, hay otras medidas para reducir el nivel de ruido ambiental asociados al diseño urbano, entre las que podemos enumerar:

- Paneles absorbentes en autopistas como el caso de costanera norte
- Túneles y apantallamiento superior para reducir la salida de gases y partículas en bocatomas
- Apantallamiento mediante arbolado urbano
- Promover el cierre de huecos entre edificios para reducir la amplicación del ruido ambiental
- Diseño de espacios sonoro saludable en línea con los ODS 3 (salud y bienestar) y 11 (ciudades y comunidades sostenibles)

Los proyectos y planes orientados a pacificar las calles poseen un impacto en reducir el ruido, lo mismo que facilita el uso mixto de las vías entre bicicletas y vehículos motorizados. Incluso disminuye la gravedad de los accidentes de tránsito.

Respecto a la contaminación, el reemplazo de vehículos a combustión por otros eléctricos reduce el nivel de NO_x y CO, los cuales son precursores de Ozono (O_3), y con ello, se logra reducir las afecciones respiratorias en la población vulnerable.

El cuadro 5.2.14 siguiente resume algunos impactos y recomendaciones.

CUADRO Nº5.2-16: IMPACTOS Y RECOMENDACIONES DE LOS PROYECTOS PARA RIESGO, RUIDO Y CONTAMINACIÓN

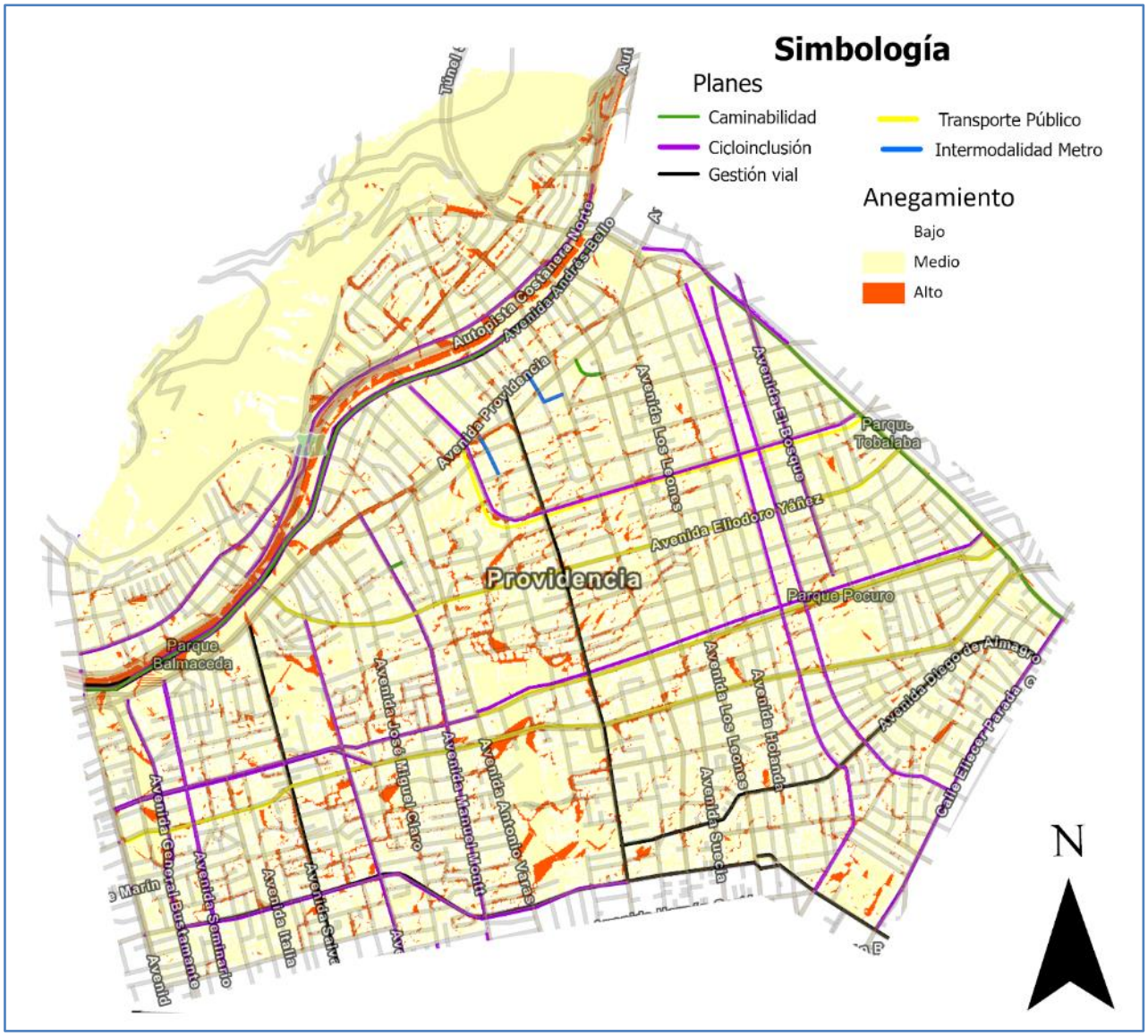
Tipo de proyecto	Impacto y recomendaciones para los riesgos/vulnerabilidad	Impacto y recomendaciones para el ruido ambiental	Impacto en la contaminación
Buses expresos	Impactos positivos para toda la población. Considerar movilidad inclusiva	Impactos positivos si son buses híbridos o eléctricos. Se recomienda asfalto sonorreductor	Impactos positivos si son buses híbridos o eléctricos
Calles Peatonales		Impactos en reducir el ruido. Se recomienda asfalto sonorreductor	Impactos positivos ya que reducen la contaminación
Ciclopaseo			
Ciclovía			
Corredor de transporte público en el eje Bilbao	Impactos positivos, aumenta veredas incluso según se indica. Se recomienda asfaltos porosos que retengan aguas lluvias	Podría reducir el ruido con buses híbridos y eléctricos. Se recomienda asfalto sonorreductor	Impactos positivos ya que podrían reducir la contaminación
Eje Ambiental y Mejoramiento Intersecciones			
Eliminar acceso autopista	No se distinguen impactos	Si se reduce la congestión se reduce el nivel de ruido. Se recomienda asfalto. sonorreductor	Si reduce la congestión podría reducir la contaminación localmente
Eliminar movimiento			
Frecuencia de servicios			
Gestión Vial	Impactos positivos para toda la población	Impactos en reducir el ruido. Se recomienda asfaltos sonorreductor	Impactos positivos ya que reducen la contaminación
Mejoramiento integral			
Nuevos servicios bus			
Pistas solo bus			
Reversibilidad			
Semaforización			

Fuente: Elaboración propia.

Al mirar los proyectos en los mapas es posible ver algunos puntos a considerar de modo más detallado. Por ejemplo, las áreas de anegamiento actual y los proyectos (Figura 5.2-10) nos hace tener cuidado con el eje Andrés Bello en primer lugar, y algunos sectores puntuales que son más bajos y por ello anegables entre Av. Carlos Antúnez al norte, Pocuro al Sur, Manuel Montt al poniente y Pedro de Valdivia al Oriente.

Asimismo, el proyecto de caminabilidad de Tobalaba no posee problemas. Y respecto al cierre de acceso a autopista en Vicuña Mackenna, parece ser una medida que podría evitar anegamientos.

FIGURA Nº 5.2-108: ÁREAS DE ANEGAMIENTO ACTUAL Y PROYECTOS



Fuente: Elaboración propia.

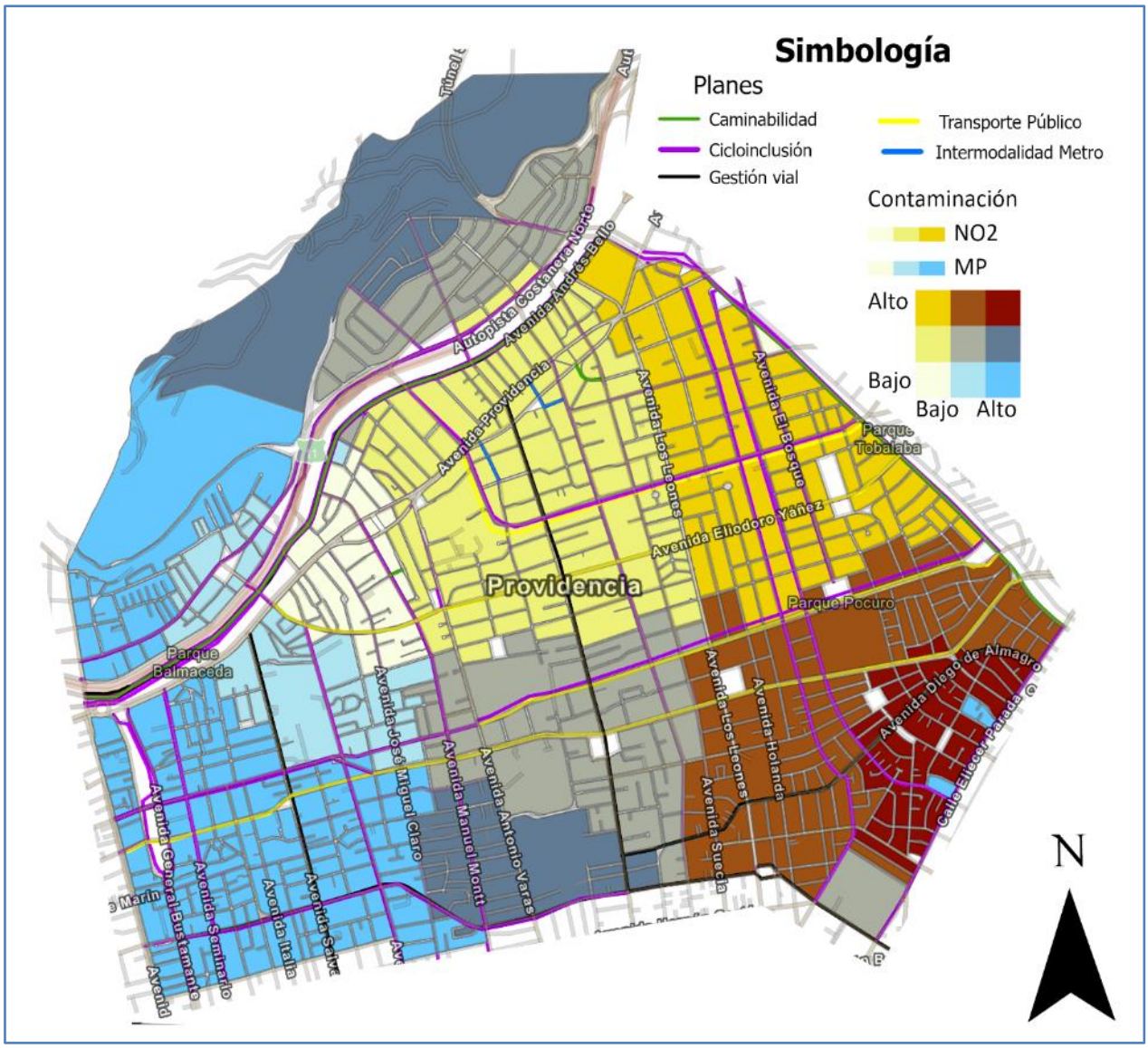
Respecto a contaminación, se han resumido algunos contaminantes por gases y partículas (NO_2, material particulado y O_3) en dos mapas. El sector oriente es el más contaminado por NO_2 y material particulado, mientras que el sector poniente lo es por Ozono. Al observar los planes se aprecia que están justamente localizados en las áreas más contaminadas, por lo que su efecto es prioritario para la reducción de contaminación.

Sin embargo, se pueden añadir otras medidas que pueden ayudar a reducir la contaminación, por ejemplo, mediante arbolado que fije contaminantes en sus hojas y logren reducir el número de partículas en el aire. Además, el cambio de vehículos a combustibles fósiles por otros eléctricos reduce el NO_x, el cual es precursor de ozono. Un sector crítico es cercano al Costanera Center, donde NO_2 y O_3 son altos lo cual coincide con las ventilaciones de la autopista de costanera norte.

Por lo tanto, es necesario medir el impacto que poseen estas medidas de ventilación de autopistas y buscar alternativas que no concentren la contaminación en sectores con mucha población residente y flotante.

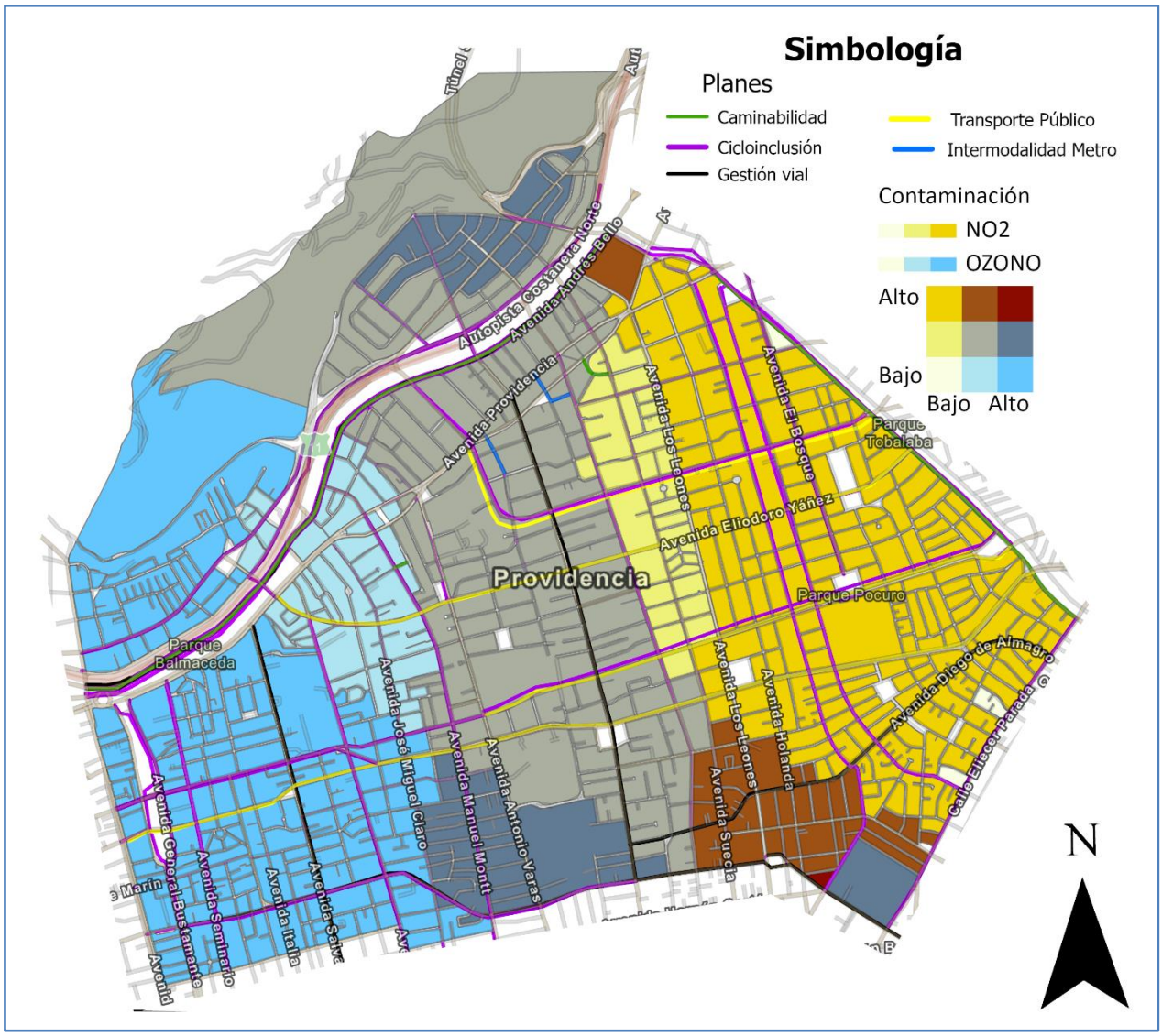
Los proyectos más eficientes en reducir la contaminación son aquellos que desincentiven el uso de automóvil, por lo tanto, se debe buscar los mejores diseños urbanos para caminabilidad y cicloinclusión, considerando sombras en verano, acceso a la luz solar en invierno, mitigar el anegamiento por aguas lluvias y favorecer el transporte público y gestión vial.

FIGURA Nº 5.2-109: ÁREAS DE CONTAMINACIÓN ACTUAL POR MATERIAL PARTICULADO Y NO2 Y PROYECTOS



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-110: ÁREAS DE CONTAMINACIÓN ACTUAL POR OZONO Y NO2 Y PROYECTOS

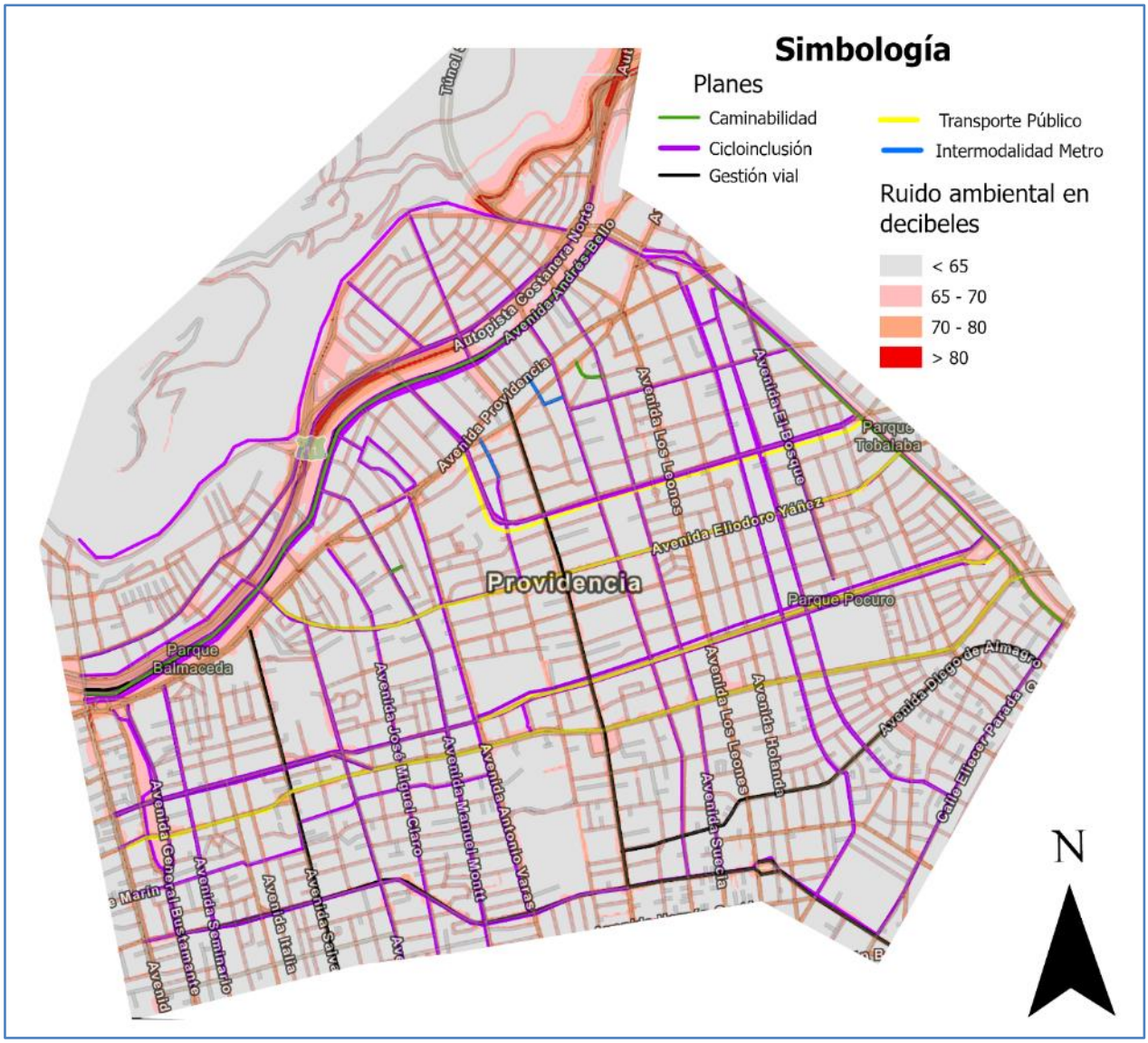


Fuente: Elaboración propia.

En relación al ruido ambiental se puede indicar que Andrés Bello y las avenidas principales de Providencia poseen ruidos sobre los 70 dB. Así los proyectos poseen un impacto positivo para los residentes en términos de paisaje sonoro saludable.

Sin embargo, es relevante pensar en soluciones más allá de cambio de los adoquines en Av. Manuel Montt y Pedro de Valdivia de modo prioritario, y luego en las áreas más contaminadas al norte, incluso sin proyectos.

FIGURA Nº 5.2-111: ÁREAS RUIDO ACTUAL Y PROYECTOS



Fuente: Elaboración propia.

5.2.5.2 Dinámica y Patrones del Clima Urbano

La planificación urbana, a través del diseño y la asignación y zonificación del uso de suelo, afecta la dinámica y los patrones del clima urbano a diferentes escalas espaciales. Existe evidencia, además, respecto de que las islas de calor urbano, que son una de las principales características del clima de la ciudad, provocan efectos sobre la salud de la población, el confort térmico, la demanda energética para la climatización, entre otros.

Por lo anterior y en el marco de esta consultoría, realizamos una búsqueda en el sitio web of science de publicaciones científicas recientes, considerando que el siguiente motor de búsqueda estuviese contenido en el título, resumen o palabras clave:

"heat urban island" AND "mitigation" OR "reduction" AND "mediterranean"

El resultado superó los 11.000 artículos. Se aplicaron sucesivamente 4 filtros: 1. Tipo de artículo review, 2. Año, desde 2015, 3. disciplinas afines, 4. Revisión del resumen, hasta llegar a un total de 58 artículos. Los artículos fueron ordenados de mayor a menor índice de citas (citedscore) y así, finalmente se revisaron en profundidad 10 artículos.

En la revisión se identificaron estrategias que permiten regular el comportamiento del clima, en particular de la temperatura del aire e islas de calor urbano, lo que impacta a su vez, en el confort térmico ambiental. Las estrategias se organizaron asociándose con: Vegetación e infraestructura verde urbana, características de diseño urbano (alturas, materiales, colores) y transporte.

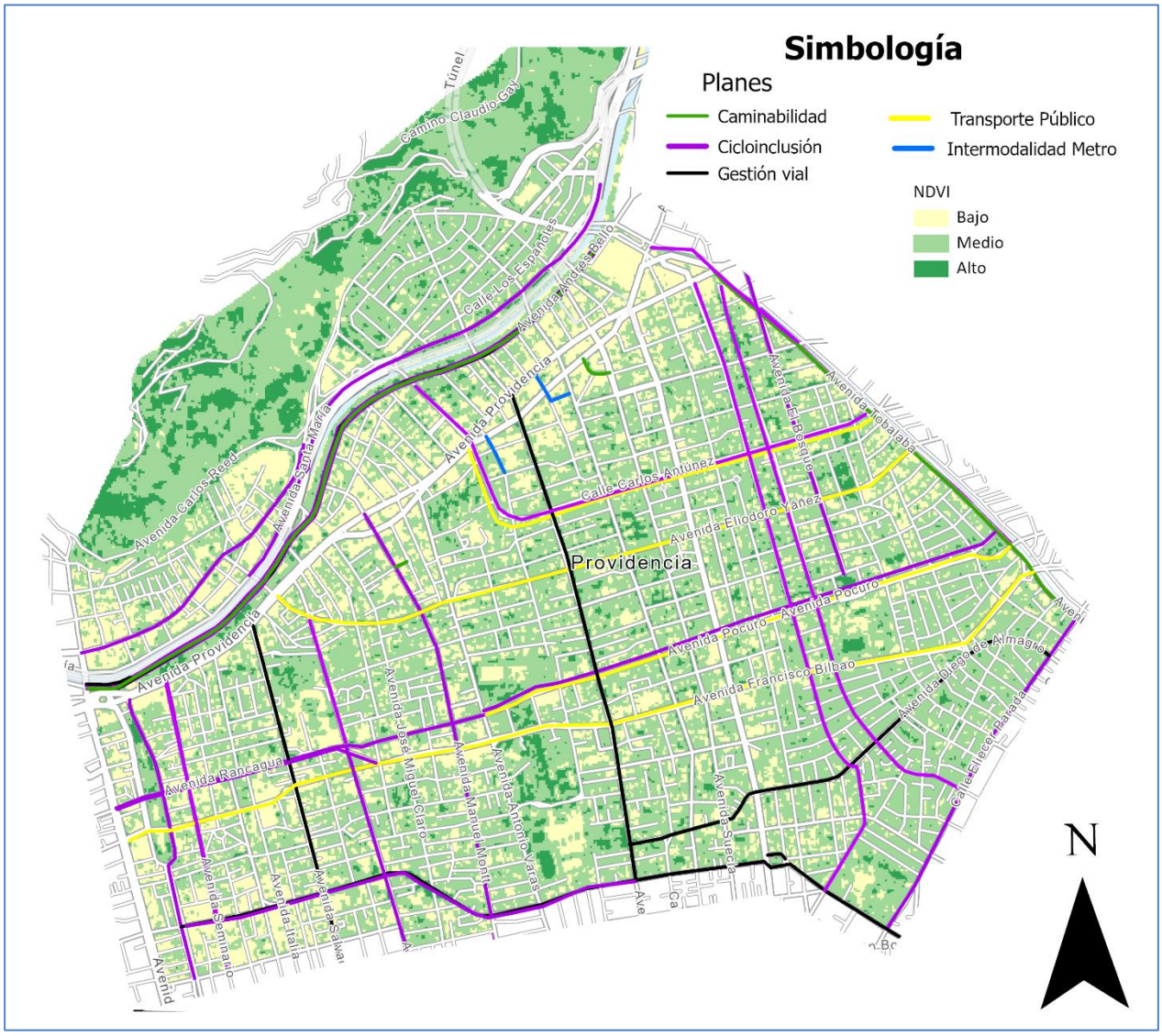
5.2.5.2.1 Proyectos urbanos, vegetación y calor en Providencia.

Al evaluar los proyectos propuestos es importante atender a las condiciones ambientales y climáticas para definir elementos específicos en su diseño e implementación.

Como se observa en la figura 5.2-14, la vegetación, representada a través del NDVI, varía espacialmente y, la gran mayoría de los proyectos presentados son lineales, por lo que es probable que se deban considerar cambios en su trayecto. Algunos de ellos, instalados en zonas con un NDVI alto, como aquel que se extiende por la ribera del río, deban incorporar estrategias de mantención y aprovechamiento de lo que existe, y por el contrario, aquellos que se encuentran en zonas con valores más bajos de NDVI, podrían considerar aumentar la vegetación disponible, atendiendo a las consideraciones de la estrategia hídrica local o el libro de arbolado urbano, que serán profundizados en la sección 5.3.5. Estas consideraciones podrían variar espacialmente, y ser pertinentes sólo en algunas secciones del proyecto.

La vegetación es uno de los factores explicativos del comportamiento del clima en la ciudad (Ferreli *et al,* 2016). Se encuentran disponibles estudios sobre el clima urbano que describen de forma incipiente, las conexiones de un grupo de factores con la temperatura atmosférica (Sarricolea et al., 2008 para Rancagua, Smith & Andrade, 2013, para Valparaíso; Smith & Romero, 2016 para Viña del Mar; Smith & Henríquez, 2018 para Chillán) a través de coeficientes de correlación y modelos de regresión múltiples, y en todos ellos, la vegetación posee una relación estadísticamente significativa e inversa, asociándose entonces con una disminución de la temperatura.

FIGURA Nº 5.2-112: VEGETACIÓN Y PROYECTOS URBANOS COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, la vegetación afecta la humedad relativa. Verón (2010), por ejemplo, en su estudio sobre una plaza pública de Buenos Aires, encuentra diferencias de hasta un 30% más de humedad relativa en zonas con vegetación densa en contraste con zonas con poca o nula vegetación. Lo anterior, fue corroborado a partir de una simulación con especies arbóreas entre 5 y 15 metros de altura en un barrio de la ciudad de Curicó, donde la humedad relativa del ambiente aumenta entre 6 y 19% con respecto a la condición actual (Moya, 2020). El aumento de la humedad relativa es importante ya que, su relación con la temperatura es inversa, y por lo tanto, su aumento significa la disminución de la temperatura y además, porque es una variable que afecta el confort térmico de la población.

El cuadro 5.2.15 presenta recomendaciones e impactos asociados que pueden ser considerados al diseñar estrategias de intervención que consideren a la vegetación.

CUADRO Nº5.2-17: ANÁLISIS DE RECOMENDACIONES E IMPACTOS GENERALES ASOCIADOS A LA VEGETACIÓN

Dimensión	Recomendación	Impactos
Cobertura	Implementación de muros verdes (Antoszewski et al, 2022).	Contribuyen a mitigar la isla de calor urbana y aumentan la humedad relativa del aire. Además, modifican el albedo de la superficie, disminuyendo el calor almacenado por las edificaciones, lo que podría disminuir la demanda en energía para refrigeración en verano.
	Implementación de techos verdes (Liu Tian et al, 2021)	
	Promover el uso de cobertura vegetacional al interior de predios.	Contribuyen a mitigar la isla de calor urbana y aumentar la humedad relativa del aire.
	Aumentar el porcentaje de cobertura vegetal de una superficie (Antoszewski et al, 2022).	Mitigan la isla de calor urbana y pueden proveer de sombra en el espacio público y contribuyen a aumentar la humedad relativa del aire.
Tamaño y localización	Deben tener una ubicación estratégica dentro del tejido urbano (Rotem-Mindali et al, 2015)	Para generar el máximo beneficio en zonas que se encuentran menos provistas.
	Tamaño de los parques y plazas (Legese et al., 2014)	En general (y dependiendo de su diseño y la matriz urbana circundante), a mayor tamaño mayor potencial para disminuir temperatura, aumentar humedad y generar brisas locales.
Tipo	Priorizar el uso de especies cuyas copas de árboles produzcan mayores superficies de sombra	Mitigan la isla de calor urbana y pueden proveer de sombra en el espacio público y contribuyen a aumentar la humedad relativa del aire
	Desmotivar el uso exclusivo de pasto y plantar vegetación que no requiera volúmenes excesivos de agua	Las especies mejor adaptadas a la condición seca que caracteriza a la zona mediterránea, además de requerir menos agua, emitirán menos compuestos orgánicos volátiles y rendirán mejor (al estar menos estresadas).

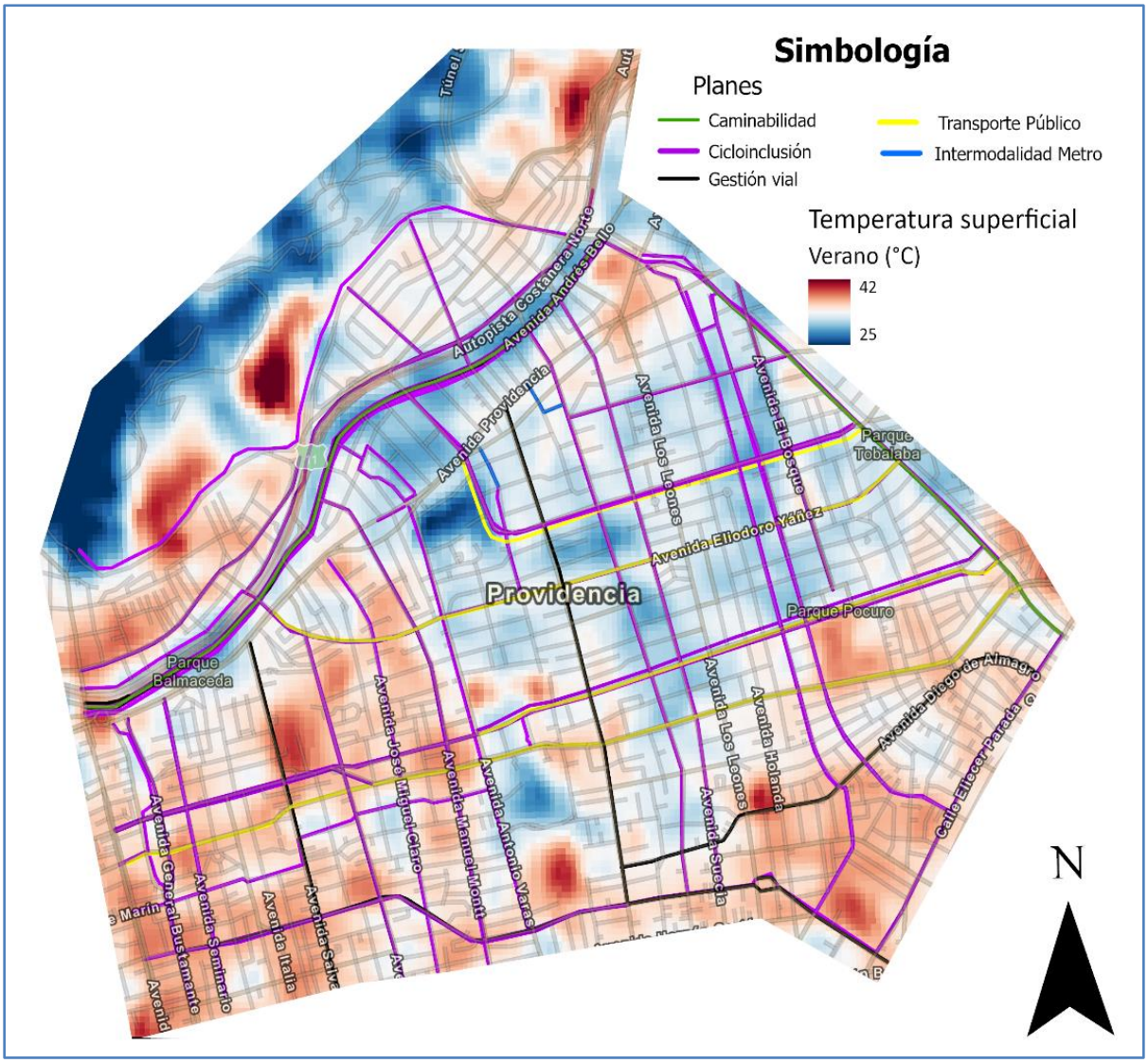
Fuente: Elaboración propia.

5.2.5.2.2 Proyectos urbanos, diseño urbano y calor en Providencia.

En la figura siguiente se observa la relación espacial entre temperatura superficial y proyectos urbanos de la comuna.

Es posible reconocer diferencias de hasta 17°C entre zonas. Un proyecto puede atravesar un importante gradiente, como ocurre con el proyecto de cicloinclusión que atraviesa la comuna de oriente a poniente por la Avenida Francisco Bilbao (figura 5.2-15).

FIGURA Nº 5.2-113: TEMPERATURA SUPERFICIAL PROMEDIO DE VERANO Y PROYECTOS URBANOS COMUNA DE PROVIDENCIA



Fuente: Elaboración propia.

La temperatura superficial se asocia con aquellos aspectos del diseño urbano que modifican la proporción de energía (del sol) que es reflejada, como el material y color, y también con aquellos aspectos que condicionan la cantidad de energía recibida, como la altura de edificaciones o la proporción de cielo visible. Estos últimos factores se relacionan con unos de los aspectos más significativos en el confort térmico que provean los espacios públicos en la ciudad, facilitando su uso por parte de la población se relaciona con la proporción adecuada de insolación y sombra disponible, que de acuerdo con Katzschner (1998) debieran encontrarse en un radio de distancia de hasta 150 metros.

En un estudio en Curicó, la menor cantidad de radiación directa se presentó principalmente a la sombra de las edificaciones, al igual que vegetación arbórea de 2 a 4 metros de altura, aunque esta última absorbe menos radiación y produce una sombra de menor tamaño. Consecuentemente, la temperatura más alta se presenta en la fachada poniente y norte de las casas, con valores que superan los 34 ºC, lo que resalta la influencia de la orientación del sol sobre el paisaje (Moya, 2020).

El cuadro 5.2.16 presenta recomendaciones e impactos asociados que pueden ser considerados al diseñar estrategias de intervención que consideren a la vegetación.

CUADRO Nº5.2-18: ANÁLISIS DE RECOMENDACIONES E IMPACTOS GENERALES ASOCIADOS AL DISEÑO URBANO

Dimensión	Recomendación	Efectos
Colores	Uso de colores claros en muros y carpetas de suelo (Alireza Karimi et al, 2022)	Esto puede aumentar el albedo (el porcentaje de energía solar que una superficie refleja) y por lo tanto, acumula menos calor.
Materiales	Se desaconseja encarecidamente el uso de asfalto y hormigón como superficie (Antoszewski et al, 2020). Priorizar el uso de materiales que provoquen evapotranspiración, como por ejemplo, pavimentos evaporativos, semi impermeables (Liu Tian et al., 2021; Alireza Karimi et al, 2022)	Esto contribuye a aumentar la humedad relativa del aire y en consecuencia a disminuir la temperatura. Modifica el albedo.
	Usar materiales aislantes para disminuir los intercambios energéticos entre cañón y edificio (Alireza Karimi et al, 2022)	Puede contribuir a disminuir la necesidad de refrigeración en verano y calefacción en invierno.
	Conservación de espejos de agua (Evans & De Schiller, 2005; Correa et al, 2006; Alchapar, 2012)	Agente refrescante que contribuye a disminuir de la temperatura
	Evaluar las materialidades de las superficies, promoviendo su mantención (Smith et al, 2021)	Existen morfologías antiguas que presentan oxidación, sobre todo en techumbres, esto puede aumentar la temperatura superficial.
Densidad	Disminuir la densidad de los edificios (Yang & Li, 2015)	Para disminuir la superficie construída que almacena calor y favorecer la insolación de las superficies, sobre todo en invierno.
	Manejar la densidad de población (Zhou, Rybski, & Kropp, 2017), considerando que esta no aumente en las zonas más calurosas.	Ayuda a mitigar la intensidad de la ICU debido a que cuando la densidad poblacional es alta mayor será la intensidad del fenómeno
	Considerar la relación entre altura y ancho de las edificaciones, privilegiando arreglos heterogéneos.	existe una menor concentración de valores termales altos conforme el factor H/W es mayor
	Evaluar orientación de la vereda, para determinar mejor opción entre agrupación de edificios de fachada continua o espacio entre edificaciones ((Gómez & Mesa, 2017)	La fachada continua disminuye la superficie de envolvente expuesta, reduciendo así los requerimientos calefacción en invierno y refrigeración en verano y por su parte los espacios entre edificios permiten la insolación.

Fuente: Elaboración propia.

5.2.5.2.3 Proyectos urbanos, transporte y calor en Providencia.

La densidad vehicular y el tipo de vehículo usado (privado vs público, Diesel vs gasolina, etc.) es un factor que tiene incidencia directa sobre la localización, tamaño e intensidad de la isla de calor. Según Gálvez (2014) es posible, al igual que con la densidad de la población, estimar la variación espacial y temporal de la isla de calor en función del tráfico, donde, cuanto mayor sea la congestión vehicular mayor será el fenómeno. Por tanto, se trata de una correlación positiva (Elsayed, 2012), es decir, aumenta la intensidad de la isla de calor.

Existen pocos estudios en Chile sobre el calor emitido por el transporte, no obstante, el año 2019, en el marco de una memoria de título, Rojas (2019) construyó una metodología de cálculo que le permitió obtener datos diferenciados para transporte público y privado. Los datos obtenidos por Rojas (2019)

fueron utilizados por Letelier (2020), quien los integró en un modelo de regresión múltiple para calcular la isla de calor urbana en la comuna de Santiago Centro. El resultado obtenido comprueba que la ICU se relaciona en forma directa con el transporte público y privado, en aumentos de 0,02 y 0,09 grados Celsius respectivamente, por cada °C de aumento del calor emitido por el flujo vehicular..

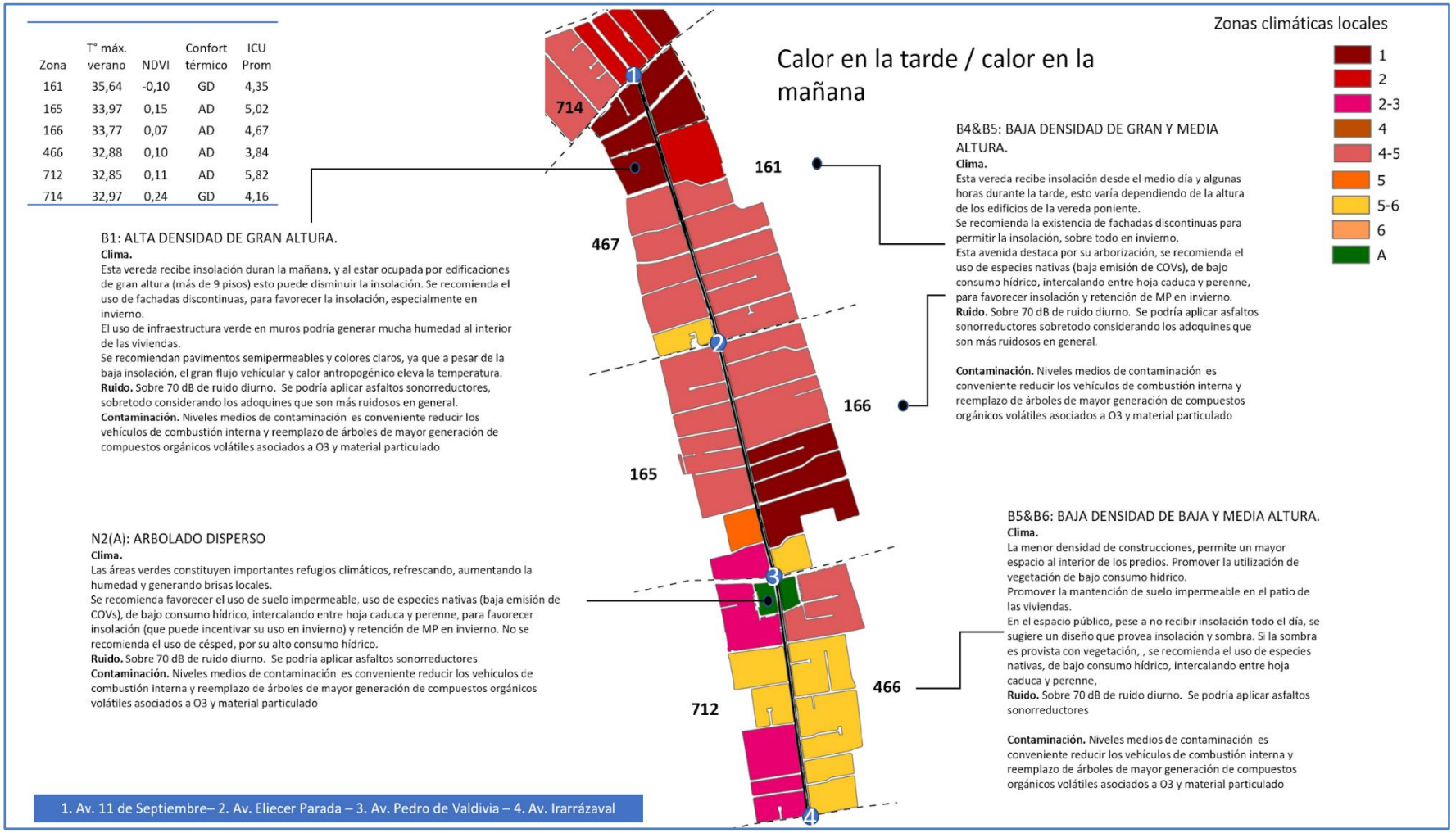
Es por esto por lo que, la Municipalidad de Viena, Austria (2018) establece como una estrategia de mitigación de la ICU, una reducción del transporte motorizado de casi un 50% al año 2030, pasando del 28 al 15%.

5.2.5.3 Síntesis Análisis Variables de Proyectos que inciden en Medio Ambiente y Riesgos

A continuación, se integran las recomendaciones consideradas en las dimensiones de clima, contaminación, ruido y riesgos, utilizando como ejemplo dos proyectos que atraviesan la comuna de norte a sur en el eje Pedro de Valdivia (Figura 5.2-16) y Francisco Bilbao (Figura 5.2-17).

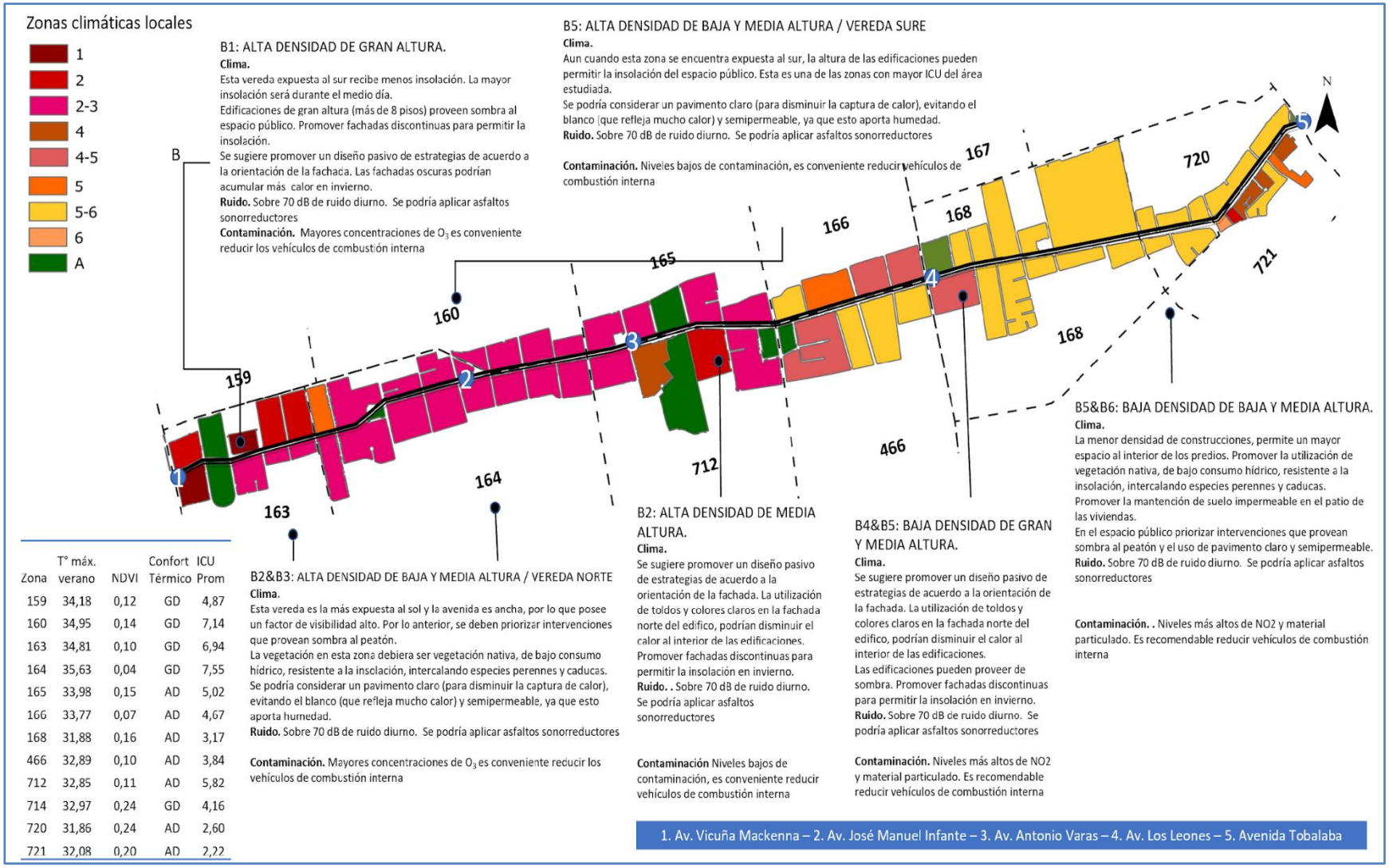
Para facilitar su implementación a escala comunal, las recomendaciones pueden asociarse con las zonas climáticas locales reconocidas en la comuna, cuya descripción se encuentra en el anexo 23

FIGURA Nº 5.2-114: RECOMENDACIONES PROYECTO EJE PEDRO DE VALDIVIA



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 5.2-115: RECOMENDACIONES PROYECTO EJE FRANCISCO BILBAO



Zona	T° máx. verano	NDVI	Confort Térmico	ICU Prom
159	34,18	0,12	GD	4,87
160	34,95	0,14	GD	7,14
163	34,81	0,10	GD	6,94
164	35,63	0,04	GD	7,55
165	33,98	0,15	AD	5,02
166	33,77	0,07	AD	4,67
168	31,88	0,16	AD	3,17
466	32,89	0,10	AD	3,84
712	32,85	0,11	AD	5,82
714	32,97	0,24	GD	4,16
720	31,86	0,24	AD	2,60
721	32,08	0,20	AD	2,22

Fuente: Elaboración propia.

5.2.6 Representación Planimétrica de los Proyectos

Considerando los análisis realizados en los acápites anteriores de este capítulo, en este punto se presentan planimétricamente los proyectos propuestos del estudio.

Las obras y medidas quedan reflejadas en el plano comunal en formato Autocad escala 1:2000, que se reporta en el anexo digital 22.5.

La figura siguiente presenta una imagen del plano.

FIGURA Nº 5.2-116: IMAGEN PLANO DE PROYECTOS PROPUESTOS EN AUTOCAD



Fuente: Elaboración propia

5.3 Tarea 35. Efectos de las Propuestas en la Normativa Vigente

En esta tarea se presenta la compatibilización de las propuestas de proyectos resultantes del estudio con la normativa vigente, tanto a nivel comunal como metropolitano, de modo de conocer su vigencia o cómo ellas podrían ser recogidas en futuros ajustes normativos.

5.3.1 Análisis Normativo de Proyectos de Infraestructura

El objetivo de este punto es identificar el marco normativo que regula las obras de infraestructura de transporte, específicamente las que están incluidas en el presente estudio de capacidad vial y movilidad urbana en la comuna de Providencia. Una síntesis de lo correspondiente a esta materia es la siguiente:

5.3.1.1 Normativa de Diseño

En lo relativo a normas de diseño es conveniente distinguir entre las normas que afectan la estructura general del área urbana, en particular la red vial, y las que definen los proyectos del Plan de Inversiones en Infraestructura de Movilidad y Espacio Público.

- ***Red Vial Urbana***

La red vial constituye uno de los factores determinantes de la trama de ocupación del área urbana y su marco regulatorio está contenido fundamentalmente en los distintos instrumentos de ordenamiento territorial que establece la Ley General de Urbanismo y Construcciones y su Ordenanza.

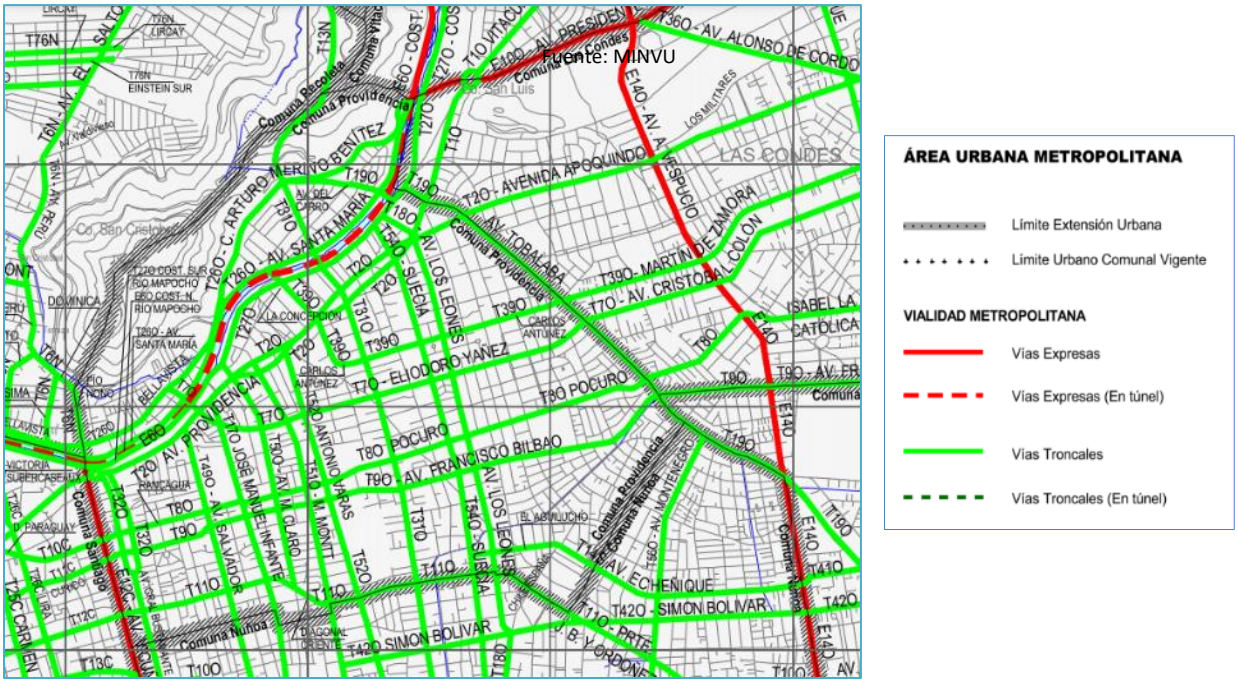
La Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC), en el capítulo 3, referente a trazados Viales Urbanos, establece lo siguiente:

> *Artículo 2.3.1. La red vial pública será definida en los Instrumentos de Planificación Territorial correspondientes, fijando el trazado de las vías y su ancho, medido entre líneas oficiales, lo que se graficará en el plano respectivo.*
>
> *Para los fines previstos en el inciso anterior, los citados instrumentos definirán las vías conforme a la clasificación y a los criterios que disponen los artículos 2.3.2. y 2.3.3. de este mismo Capítulo, pudiendo asimilar las vías existentes a las clases señaladas en dichos artículos aun cuando éstas no cumplan los anchos mínimos o las condiciones y características allí establecidos.*

En el caso de la Comuna de Providencia la mayor parte de su vialidad estructurante está normada además de lo establecido por el Plan Regulador Comunal de Providencia (PRCP), por el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS) **y en particular por la propuesta en la modificación 104.**

La figura siguiente muestra el sector correspondiente a la comuna de Providencia. En las modelaciones realizadas de los escenarios en este estudio no se considera el túnel propuesto en P.de Valdivia.

FIGURA Nº 5.3-1: VIALIDAD ESTRCTURANTE PRMS


Fuente: MINVU
ÁREA URBANA METROPOLITANA
Límite Extensión Urbana
Límite Urbano Comunal Vigente
VIALIDAD METROPOLITANA
Vías Expresas
Vías Expresas (En túnel)
Vías Troncales
Vías Troncales (En túnel)
T20 - AVENIDA APOQUINDO
T70 - AV. CRISTOBAL COLON
T80 POCURO
T90 - AV. FRANCISCO BILBAO
T70 - ELIODORO YAÑEZ
T70 - AV. PROVIDENCIA
T420 SIMON BOLIVAR
T360 - AV. ALONSO DE CORDO
T140 - AV. AMERICO VESPUCIO
T390 - MARTIN DE ZAMORA
T420 - SIMON BOLIVAR
T110 - PRTE. J. B. VARGAS
T90 - AV. FR
T190
T110
T420
T140
T80
T20
T390
T310
T180
T520
T540 - SUECIA
T540 - SILBERA
T510 - M. MONTT
T490 - AV. SALVADOR
T260 - C. ARTURO MERIYO BENITEZ
T260 - AV. SANTA MARIA
T270 - COSTANERA
T10 VITACURA
T1410
T1C
T2C
T3C
T4C
T5C
T6C
T7C
T8C
T9C
T10C
T11C
T12C
T13C
T76N
T1N
T2N
T3N
T4N
T5N
T6N
T7N
T8N
T9N
T10N
T11N
T12N
T13N
LAS CONDES
Comuna Providencia
Comuna Ñuñoa
Comuna Santiago
Comuna Vitacura
Comuna Recoleta
Comuna Las Condes
Co. San Cristobal
EINSTEIN SUR
ISABEL LA CATOLICA
EL ABULUCHO
LOS MILITARES
AV. ECHEÑIQUE
AV. TOBALABA
AV. LOS LEONES
AV. LA CLARO
AV. PRESIDENTE
AV. DEL CERRO
AV. DIAGONAL ORIENTE
AV. EXPO. - AV. VICUÑA
AV. RIO MAPOCHO COST. SUR
AV. RIO MAPOCHO COST. N
AV. SANTA MARIA
AV. LA CONCEPCION
AV. CARLOS ANTUNEZ
AV. ANTONIO VARAS
AV. JOSE MANUEL INFANTE
AV. ALCANTARA
AV. ALONSO DE CORDOVA
AV. PRESIDENTE RIESCO
AV. VITACURA
AV. KENNEDY
AV. PADRE HURTADO
AV. RICARDO LYON
AV. EL SALTO
AV. CIRCUNVALACION
AV. PARAGUAY
AV. VICUÑA MACKENNA
AV. BELLAVISTA
AV. PEDRO DE VALDIVIA
AV. CONSISTORIAL
AV. CONDELL
AV. CONDELL
AV. CONDEL

ART. 2.2.06. Proyectos para el diseño de vías. Los perfiles geométricos, así como el ancho de las calzadas y veredas, el diseño de los empalmes, cruces a distinto nivel, estacionamientos en la vía, rebajes para accesos vehiculares, etc. serán definidos mediante estudios o proyectos de vialidad, realizados conforme a los modelos tipo desarrollados por Asesoría Urbana. El proyecto específico definitivo será aprobado por el SERVIU Metropolitano, conforme a lo señalado en el Art. 2.3.8. de la OGUC, previa aprobación de Asesoría Urbana con visto bueno de la Dirección de Tránsito, sin perjuicio del permiso para la realización de las obras que debe otorgar la Dirección de Obras. Conforme lo establece el Art. 7.1.1.3. del PRMS, las intersecciones de las vías PRMS deben contar además con la aprobación de la SEREMI Metropolitana de Vivienda y Urbanismo.

ART. 2.2.07. Diseño de los veredones de las vías. Los diversos veredones que contiene la trama de calles se proyectarán e implementarán conforme a los modelos de diseños tipos de vías y a un Plan de Plantación elaborado para cada uno de estos modelos. Se distinguen diseños y arborizaciones diferenciados tanto para las vías de la Red Vial Comunal Estructurante - sin transporte público (expresas y troncales) y con transporte público (colectoras y de servicio) - así como para las de la Red Vial Local, vías locales y pasajes. Este Plan deberá ser respetado en los planos de diseño de vías que se desarrollen para aplicar el presente PRCP.

- ***Infraestructura del Plan de Inversiones en Infraestructura de Movilidad y Espacio Público***

La infraestructura que deberá abordar Plan consiste básicamente en la habilitación de espacios públicos y está definida como obras y medidas, referidas a "áreas verdes, aceras y circulaciones peatonales, pasos para peatones, calzadas, ciclovías, luminarias y alumbrado público, soterramiento de redes, paraderos de buses, señalética, áreas de juegos infantiles, baños públicos, mobiliario urbano tales como bancos o escaños, basureros o contenedores de basura, estacionamientos de bicicletas, kioscos, pérgolas, entre otros. (Art 2.8.1)

De lo anterior se deduce que su objetivo es un diseño a escala de detalle, que exige por lo mismo una documentación, (planos, especificaciones y presupuestos), mucho mayor al que hasta ahora abordaba el Plan Regulador Comunal. Esta exigencia es la que acoge la modificación a la OGUC que establece la facultad de estos instrumentos para incluir en sus disposiciones referidas a espacios públicos "sus características referidas, entre otros aspectos, a arborización, vegetación, iluminación externa, aceras y bandejones, los cuales, si fuere necesario, podrán ser fijados con exactitud a través de planos de detalle." (Art 2.1.10 bis)

5.3.1.2 Conclusiones

Las recientes modificaciones a la legislación que fija atribuciones y alcances a los Instrumentos de Planificación Territorial han consolidado y ampliado las atribuciones de los municipios para normar el territorio comunal y administrar sus espacios públicos. Sin perjuicio de lo anterior, las modificaciones o proyectos que impliquen modificaciones de instrumentos de nivel superior como es el caso de normas del PRMS, o que requieran para su aprobación del informe favorable de estas instancias superiores deberán cumplir con esta exigencia.

5.3.2 Análisis Normativo de Proyectos de Transporte Público

En este punto resulta necesario efectuar un análisis de la normativa orgánica del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, con el objeto de determinar el alcance de las facultades de dicha Secretaría de Estado en materias del transporte público a nivel comunal.

En ese sentido, en primer término debe destacarse lo previsto en la Ley Nº 18.059, que otorga al Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones el carácter de "*organismo normativo nacional encargado de proponer las políticas en materia de tránsito por calles y caminos y demás vías públicas o abiertas al uso público y de coordinar, evaluar y controlar su cumplimiento"*

Actuando en virtud de la atribución antes reseñada, podrá realizar lo siguiente:

- Proponer al Presidente de la República las políticas, planes y programas relativas a tránsito público;
- Controlar y fiscalizar el cumplimiento de las acciones enumeradas en la letra anterior y evaluar sus resultados;
- Estudiar y proponer las normas legales y reglamentarias necesarias para llevar a cabo una adecuada política de tránsito público;
- Dictar, por orden del Presidente de la República, las normas necesarias e impartir las instrucciones correspondientes para el adecuado cumplimiento de las disposiciones relativas al tránsito terrestre por calles y caminos, y
- Las demás funciones que le encomienden las leyes.

Enseguida y a mayor abundamiento, cabe mencionar que la Ley Nº 18.290, que abona en gran medida la potestad reglamentaria del Ministerio, al entregar la regulación de una serie de materias consideradas en dicha norma, a los reglamentos que dicte el Ministerio, lo que confirma y resulta concordante con lo previsto en la Ley Nº 18.059, antes citada.

A lo anterior, debe agregarse que en materia de tránsito, el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones podrá "*prohibir, por causa justificada, la circulación de todo vehículo o de tipos específicos de éstos, por determinadas vías públicas. Esta facultad será ejercitada de oficio o a petición de las Municipalidades o de la Dirección de Vialidad, según corresponda."*

A continuación, debe destacarse la Ley Nº 18.696, que establece que "*el transporte remunerado de pasajeros, público o privado, individual o colectivo, se efectuará libremente en vehículos con propulsión propia u otros mecanismos, tales como catenarias o cables. El Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones establecerá las condiciones y dictará la normativa que regirá dichos servicios, en cuanto al cumplimiento obligatorio de normas técnicas y de emisión de contaminantes de los vehículos, así como en lo relativo a las condiciones generales de los servicios de transporte público remunerado de pasajeros, tales como condiciones de operación, de utilización de las vías y de los demás lugares y espacios donde se desplacen o transiten los vehículos, así como los necesarios para su detención, depósito o estacionamiento, sin perjuicio de las autorizaciones o aprobaciones que se requieran en forma complementaria y que sean de competencia de otros órganos de la Administración."*

Finalmente, en relación con la normativa orgánica, hay que mencionar los Decretos con Fuerza de Ley Nºs 343, de 1953, y 279, de 1960, que establecen y que dan cuenta de las facultades que tiene el Ministerio en todo lo referido al tránsito y transporte público, normas que se encuentran actualmente vigentes.

En ese sentido, el ejercicio de las facultades por las leyes antes referidas ha sido ratificado y confirmado por una amplia jurisprudencia, tanto de los Tribunales Ordinarios de Justicia, como por el Tribunal Constitucional y la Contraloría General de la República, que se han pronunciado sobre el particular, en diversas oportunidades.

De ese modo, se dota al Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de amplias potestades para regular la actividad, que se traducen, entre otros, de establecer condiciones y dictar la normativa dentro de la que deben operar los servicios, especialmente en materias de diseño de normas técnicas y de seguridad; diseño de normas de emisión de contaminantes, establecimiento de condiciones de operación de los servicios de transporte remunerado de pasajeros y regulación de la utilización de vías.

Adicionalmente, cabe agregar que las atribuciones no se agotan en las materias antes reseñadas, sino que son ampliadas, pues se faculta a dicha Secretaría de Estado para dictar normas operacionales, de conformidad a ciertos parámetros generales que se señalan en la ley, y disponer el uso de las vías para determinados tipos de vehículos y/o servicios, mediante procedimientos de licitación pública, con el propósito de mejorar el funcionamiento del servicio de transporte de pasajeros, así como también para reglamentar todos los elementos complementarios, de apoyo o anexos al transporte, y que se refieren a su administración y gestión.

Las reglas sobre la normativa de Transporte Público se encuentran recogidas principalmente en el Decreto Supremo Nº 212, de 1992, del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Reglamento de los Servicios Nacionales de Transporte Público.

En primer término, debe precisarse que el citado decreto clasifica los servicios de transporte público de pasajeros en las siguientes categorías:

- Servicios urbanos de transporte público de pasajeros: Corresponden a aquellos que se prestan al interior de las ciudades o de conglomerados de ciudades cuyos contornos urbanos se han unido, facultando al Secretario Regional Ministerial (SEREMI) para determinar dicho radio urbano.
- Servicios rurales de transporte público de pasajeros: Corresponden a aquellos que no superan los 200 km de recorrido y exceden el radio urbano, salvo lo indicado respecto de los servicios interurbanos.
- Servicios interurbanos de transporte público de pasajeros: Corresponden a aquellos, los que superan los 200 km de recorrido, y los que sin exceder los 200 km. unen la ciudad de Santiago con localidades o ciudades costeras ubicadas en la V Región.

Cabe mencionar que sin perjuicio de la clasificación anterior, el Ministerio, por resolución fundada y previo informe del SEREMI, podrá clasificar como servicios rurales o interurbanos a servicios que no cumplan las características antes señaladas.

Adicionalmente, se faculta al SEREMI para que en las condiciones que se indican, fije los trazados que deberán utilizar los servicios rurales al interior de las zonas urbanas, atendiendo a sus orígenes y destinos y terminales, o recintos y lugares de la vía pública.

Finalmente, en relación con la normativa contenida en el DS Nº 212, de 1992, del MTT, en comento, debe tenerse presente que el MTT, podrá, por resolución y previo Informe Técnico del SEREMI, establecer un Perímetro de Exclusión al interior de las zonas urbanas y disponer el cumplimiento de condiciones de operación y de utilización de vías específicas para determinados tipos o modalidades de servicio, exigencias, restricciones o diferenciaciones adicionales, entre otras, norma que no resulta aplicable a los servicios concesionados, de acuerdo a la ley Nº 18.696.

En relación con la operación de los servicios de locomoción urbana en la Región Metropolitana, deberá someterse a las condiciones establecidas por los respectivos contratos de concesión, que, en lo pertinente,

contemplan que ésta se realizará de conformidad al Programa o Plan de Operación, que entre otros aspectos, considera las paradas de los servicios, su frecuencia, sus puntos de origen y destino y los vehículos con que se prestarán.

Por su parte, considera políticas generales, tales como que corresponderá al MTT cautelar que el sector del transporte no urbano se ajuste plenamente a la política y sus objetivos, entregará las orientaciones generales de la política y tendrá como responsabilidad la normativa del sector y coordinará la acción de los diversos Ministerios que participan en el sector.

Complementariamente dispone que las Municipalidades deberán cumplir y hacer cumplir las normas y reglamentos para implementar la política de terminales no urbanos como asimismo, les corresponderá supervisar la construcción y la operación de los terminales que se instalen dentro de su jurisdicción.

Respecto a la regulación de las estaciones de intercambio modal (EIM), dispone que podrán emplazarse en las zonas en que el Instrumento de Planificación Territorial admita el uso de suelo equipamiento de las clases comercio o servicios. Estas estaciones deberán resolver al interior del predio la totalidad de las circulaciones, estacionamientos y demás componentes que se requieren para su funcionamiento de acuerdo a lo estipulado por el Manual de Vialidad Urbana (REDEVU) y el Manual de Señalización de Tránsito. En este tipo de terminales no podrán efectuarse servicios de aseo, carga de combustible, mantención o reparación de vehículos, ni podrán contener terminales de vehículos ni depósito de vehículos.

Existen también las llamadas Estaciones de Transbordo (ETT) que operan bajo la modalidad de concesión en la Región Metropolitana y comprenden la construcción, mantenimiento y explotación del concesionario.

En Providencia existen 3 ETT ubicadas en: Alameda/Vicuña Mackenna; Providencia/Tobalaba y Tobalaba/ Bilbao. Las obras consideran la provisión de instalaciones que faciliten el desplazamiento de los peatones, facilitando la transferencia de pasajeros entre los distintos servicios, ya sea entre buses de Transantiago o con el Metro.

Finalmente, es importante destacar la Ley Orgánica de Municipalidades, que en el Artículo 3° establece las funciones privativas de los municipios e incluye en el punto d) "*Aplicar las disposiciones sobre transporte y tránsito públicos, dentro de la comuna, en la forma que determinen las leyes y las normas técnicas de carácter general que dicte el ministerio respectivo".*

Finalizando con el análisis normativo realizado, es posible concluir que la tuición del transporte público metropolitana recae fundamentalmente en el Ministerio de Transportes, respecto al diseño del sistema de punto de vista físico y operativo. Dado lo anterior, algunas de las propuestas de nuevos ejes especializados y nuevos servicios y recorridos de este estudio deberán ser conversadas y analizadas bajo este marco , con las oficinas ministeriales de MTT encargadas como son Seremitt y la Dirección de Transporte Público Metropolitano (DTPM).

A nivel de proyectos de intermodalidad, existe en la actualidad una entidad multisectorial mandatada, coordinada por SECTRA, donde participan además Metro, EFE, MTT, MINVU, UOCT, DTPM y DTPR, que también es importante tenerla en cuenta para apoyar las iniciativas municipales de mejoramientos en los sectores donde se ubican las estaciones de las líneas de Metro en la comuna.

5.3.3 Análisis Normativo de Proyectos de Transporte de Carga

La Ley de Tránsito (Ley 18290) establece en el Artículo 168, que: " La circulación, el estacionamiento y el horario para las faenas de recolección de desechos y de carga y descarga de los vehículos, será reglamentada por las respectivas Municipalidades en conformidad a las disposiciones generales que determine el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones."

La Municipalidad de Providencia ha regulado este horario mediante la Ordenanza N° 45, de 16 de mayo de 2006. Esta ordenanza establece una categoría de vías para estos efectos, con una nómina de vías correspondientes a esas categorías, un horario para las estas faenas, y normas complementarias. Se acompaña un archivo con la Ordenanza N°45 en el anexo digital 23.1

5.3.4 Análisis Normativo de Proyectos que inciden en el Espacio Público

El Espacio Público, de acuerdo a la definición del Artículo 1.1.2 de la OGUC, tiene la categoría de bien nacional de uso público, destinado a circulación y esparcimiento entre otros.", y dada esta condición, su uso pertenece a todos los habitantes de la nación.[49]

La tuición sobre los bienes nacionales de uso público corresponde al Ministerio de Bienes Nacionales, y su administración, de acuerdo a su naturaleza, a otros órganos del Estado. Para efectos del presente estudio es relevante señalar que la Ley Orgánica de Municipalidades establece que a cada municipio le corresponde administrar los bienes municipales y nacionales de uso público, incluido el subsuelo en el territorio de su comuna.

Asimismo es importante señalar que de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 135 de la LGUC, que se relaciona con el proceso de recepción de obras de urbanización y loteos, con la Recepción Final que apruebe el Municipio de estas obras, todas las calles avenidas, áreas verdes y otros espacios públicos en general adquieren el carácter de bienes nacionales de uso público. Solamente en el caso de las áreas de equipamiento estas se incorporan como terrenos municipales.

Sin perjuicio de lo anterior se debe observar las vías declaradas caminos públicos y sus puentes son administradas por el Ministerio de Obras Públicas, a través de la Dirección de Vialidad.

Respecto de la normativa del PRCP y su eventual interferencia con las propuestas de espacio público planteadas en este estudio, no existe conflicto alguno.

Sin perjuicio de lo anterior, se puede recomendar que dentro de la próxima modificación / actualización del PRCP, se incluyan como incentivos normativos al amparo del Art. 184 de la LGUC todos aquellos mecanismos necesarios para ir dando forma y realidad a los proyectos de espacio público relacionados con la movilidad sustentable y el confort, seguridad y atractivo de los espacios públicos para peatones y ciclistas.

Se hace necesaria una actualización y normalización del PIMEP Comunal para que los aportes al espacio público y los incentivos normativos sean concurrentes en esta cartera de proyectos contenidos en este estudio, donde se ha realizado un esfuerzo importante y consensuado con el equipo municipal de llegar un total de 90 proyectos propuestos.

[49] Inciso segundo, artículo 589 del Código Civil.

Como criterio general, los aumentos de constructibilidad y / o densidad que se pudieren incorporar en las actualizaciones del PRCP, debiesen tener un correlato en el aumento de la oferta de espacio público.

Por otra parte, no se debe olvidar que el solo crecimiento vegetativo proyectado para la comuna generará un estrés y una baja en los estándares de m2 de áreas verdes / espacios públicos por habitante que tendrá que ser suplido mediante el redestino del espacio calle a la caminata, el estar, el deporte, la contemplación, etc.

Se recomienda hacer una revisión de las exigencias de estacionamientos, eliminando los mínimos necesarios en aquellos sectores de alto acceso a transporte público (Metro especialmente) y hacer uso del artículo 28 quáter de la LGUC que permite también se regulen los máximos para los estacionamientos. Esta medida es clave para generar cambios en la partición modal de la matriz de viajes de la comuna.

Artículo 28 quáter: (…) letra c)

*c) **El mínimo de estacionamientos que estarán localizados en el interior del predio** que determine la Ordenanza General, con las excepciones que esta misma establezca. Para el caso de viviendas, será uno por cada dos unidades, **a menos que el propio instrumento contemple límites diferentes, sean inferiores o superiores,** por **razones de congestión o densidad,** y sin perjuicio de respetar lo dispuesto en el artículo 8 de la ley N° 19.537, sobre copropiedad inmobiliaria. Tratándose de usos distintos del habitacional, se estará a lo que determine la Ordenanza General en función del destino e intensidad de ocupación.*

5.3.5 Análisis Normativo de Proyectos que inciden el Medio Ambiente y Riesgos

Los proyectos no son contrarios a la normativa vigente del Plan Regulador, y en otros casos, son parte de las modificaciones en curso. No obstante, hay que tener en cuenta instrumentos de gestión que posee el municipio y que serán luego parte de las obligaciones producto de la ley de cambio climático. La mayoría de los instrumentos de gestión vigentes fueron descritos y analizados en el Informe de la Etapa 2 de la presente consultoría, y se refieren a: Plan de Inversión y Gestión de Infraestructura en el Espacio Público (PIMEP) (ya analizado en el punto anterior); Plan Local de Cambio Climático; Estrategia Energética Local; y Estrategia Hídrica Local 2020-2030.

Todas ellas son relevantes, pero se orientan a acciones que mitigan problemas de tipo climático, de riesgo o de consumo energético y de agua. Es altamente recomendable definir indicadores de seguimiento que permitan evaluar en el tiempo la consecución de los objetivos estratégicos de cada instrumento de gestión. Para el caso del anegamiento por aguas lluvias, es deseable definir ordenanzas que busquen conservar e incrementar las zonas de infiltración de bajo consumo de agua, con lo cual se reduce el riesgo de anegamiento, que en los escenarios de cambio climáticos indican mayor concentración de las precipitaciones en pocos días de invierno.

5.3.5.1 Gestión ambiental local asociada al clima y al cambio climático

Los planes reguladores comunales no requieren de una consideración explícita sobre el clima urbano y su comportamiento; sin embargo, es importante atender al hecho de que algunos de los aspectos a través de los cuales se definen las zonas, podrían estar afectando el comportamiento del clima. Así, por ejemplo:

- Altura de las edificaciones, lo que se asocia con la proporción de cielo visible y, por lo tanto, de la cantidad de insolación y sombras que posee una determinada superficie.

- Coeficientes de construcción, lo que afecta la densidad de construcciones. Al aumentar la cantidad de construcciones aumenta el almacenamiento de calor, que es luego liberado, aumentando la temperatura del aire.
- Grado de adosamiento, que determina el espacio disponible entre edificaciones, y, por lo tanto, se asocia con la insolación y sombra.

En el Regulador Comunal vigente, se agregan y definen otros elementos, como los veredones que corresponden a una franja de ancho variable, no pavimentada y destinada a área verde en la acera (PRCP 2007). Estas áreas ayudan a regular el microclima, el ruido, la calidad del aire, la permeabilidad de las aguas lluvias y son alimento de las napas freáticas (libro arbolado urbano).

De las 346 comunas en Chile, menos de 20 cuentan con todos los instrumentos de gestión ambiental local voluntarios. Entre ellas se encuentra la comuna de Providencia, que:

- En la **dimensión climática**, es parte de la Red Chilena de Municipios ante el Cambio Climático (72 en total) y ha elaborado su **Plan Local de Cambio Climático** (27 en total)

- Es parte del Plan **Comuna Energética** (59 en total) y cuenta con **Estrategia Energética Local**

- Para llevar a cabo la **gestión del agua** en su territorio, cuenta con una **Estrategia Hídrica Local (2020-2030)**, y con la Ordenanza n°189 de Gestión Hídrica Local del 06 de febrero de 2020.

- En términos ambientales globales, posee **nivel de excelencia en el Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM)** (259 en total)

- La **vegetación** en la comuna es **tratada transversalmente** en los documentos anteriores, pero se destaca la existencia **de libro de arbolado urbano.**

A continuación, se destacan aquellos aspectos declarados en cada documento de gestión ambiental local, organizados por dimensión, clima y cambio climático, energía, agua y vegetación.

En el marco de la acción climática comunal, el municipio de Providencia con experiencia a partir de su incorporación en la Red de Municipios ante el cambio climático, cuenta con su perfil climático elaborado, en el que ha declarado áreas prioritarias la gestión de residuos, ecosistemas, cultura e identidad, energía, transporte y movilidad. Estas suponen acciones que estarían vinculadas a su vez, con la implementación de los proyectos definidos para el espacio público de la comuna. Además, Providencia es parte del Pacto Global de Alcaldes desde el año 2015 y ha sido reconocida en sus ámbitos de mitigación y adaptación al cambio climático.

A la luz de lo anterior surge el Plan Local de Cambio Climático, instrumento voluntario que hasta ahora solo posee un 8% de las comunas en Chile y que demuestra la sensibilidad y compromiso del municipio en estas temáticas.

De lo establecido en este documento, existe una relación directa con algunos aspectos, tales como, la movilidad sustentable a través de ciclovías y la consideración de la vegetación como un elemento que colabora en la mitigación.

Se destaca además la gestión eficiente de los recursos energéticos, aspecto que debe ser también considerado en la implementación de los proyectos, ya que, por ejemplo:

- Al aumentar la vegetación, hay que considerar especialmente el recurso hídrico
- Cuando se plantean intervenciones, que estas no signifiquen aumentar el calor en el verano (a través de un aumento del flujo de vehículos o población) o disminución de la temperatura y exceso de humedad en el invierno, al obstaculizar la insolación si se utilizan solo árboles de hoja perenne, lo que en ambos casos se traduce en un aumento de demanda de energía, que no siempre puede ser cubierta por la población.

Como se verá más adelante, estos aspectos han sido profundizados en los documentos que surgieron luego de la entrada en vigor del PLCC, permitiendo su implementación.

5.3.5.2 Gestión ambiental local asociada a la eficiencia energética

Al igual que la EHL, la estrategia energética de la comuna se plantea en un horizonte de 10 años, hasta el 2030 a través del cual busca avanzar reduciendo sus emisiones, con la participación de todos los actores de la comuna.

El eje energía limpia, y muy específicamente, aquellos lineamientos referidos a movilidad sustentable, se relacionan directamente con los proyectos, que mejoran las condiciones de desplazamiento en bicicleta, agregando o mejorando ciclovías, o bien, desincentivan el uso del transporte privado motorizado, al poner restricciones al desplazamiento, como vías exclusivas de transporte público o más semáforos.

Muchos de los proyectos planteados suponen ciertas intervenciones que, sin ser explícitas, podrían colaborar con el cumplimiento de la EE, como, por ejemplo, la arborización o el cambio de pavimentos, a alguna opción semipermeable, podría disminuir la temperatura en verano, reduciendo el gasto en energía por refrigeración. Esto contribuiría a abarcar, por ejemplo, el lineamiento 7 “pobreza energética” del eje gestión y cultura energética, que se plantea aumentar el confort térmico, lo que podría abordarse no solo desde el reacondicionamiento y aislación de la vivienda, sino también, mejorando las condiciones en el exterior.

5.3.5.3 Gestión ambiental local asociada al agua

La necesidad de la gestión del agua a nivel municipal surge por el escenario actual que representa una disminución de la disponibilidad del recurso. Con el acompañamiento de un número cada vez mayor de municipios se encuentran en etapa de elaboración o implementación de estrategias hídricas locales, tal cual lo ha hecho Providencia, al promulgar su estrategia 2020-2030 en el año 2020.

El consumo promedio anual de agua del sector municipal es de 968,334 m3 (período 2015-2017)

El consumo promedio de los habitantes de Providencia alcanza 188 litros diarios, 80 litros superior al valor recomendado. El principal consumidor es el sector residencial, alcanzado un 59% del consumo total de agua potable. Entre los ítems del consumo residencial son: baño, cocina, lavado (ropa, auto y suelo) y riego (interior y exterior). De acuerdo con las estimaciones realizadas en base a datos de EU, UK y Uruguay publicadas en la estrategia hídrica, el riego corresponde aproximadamente al 10% del consumo diario de agua.

En su estrategia, la municipalidad divide las acciones en distintos ámbitos. De acuerdo con la naturaleza de los proyectos estudiados, destacan aquellos relacionados con intervenciones y estrategias asociados con el espacio público.

CUADRO №5.3.1: ESTRATEGIAS AMBIENTALES COMUNA DE PROVIDENCIA

Ámbitos	Acciones	Sub-acciones y plazos
Comuna Responsable	Mantenimiento de la infraestructura hídrica municipal	Impulsar programa de veredones sustentables (M)
	Impulsar accesibilidad hídrica en el espacio público	Puntos de hidratación en el EP (C)
Innovación	Incorporar criterios de eficiencia y gestión hídrica	Optimización de áreas verdes según desafíos climáticos (C) / manual para nuevas construcciones (L)
	Aplicación de tecnologías de ahorro y modos de consumo	Programa comunal (C) / Plan de ahorro municipal y residencial (M) / Plan sector privado (L)
	Programa de retención y reutilización de aguas	Impulsar tecnologías de retención en suelo (M) / impulsar programa de retención de aguas grises en edificios nuevos (L)
Ecosistema y medio ambiente	Habilitar uso recreacional y paisajístico de la ribera	Propuesta de reconversión del espacio público ribereño (M)

Corto (2020-2022) / Mediano (2023-2025) / Largo (2026-2030)
Fuente: Elaboración Propia

Aun cuando no se relaciona directamente con los proyectos, en el ámbito de la asociatividad se puede destacar la voluntad de impulsar la cooperación intermunicipal en gestión hídrica, ya que algunos proyectos, como ciclovías o parques ribereños, podrían tener un mayor impacto si se trabajan en conjunto.

La Ordenanza n°189 de Gestión Hídrica Local del 06 de febrero de 2020, se encuentra relacionada con la estrategia hídrica y provee un marco regulatorio que fortalece el cumplimiento de reducir el consumo hídrico, particularmente para riego a través de sus artículos.

Art 1. Se prohíbe regar superficies impermeables (con excepciones)
Art 2. Se prohíbe el riego de áreas verdes y árboles entre las 8 y 20 hrs.
Riego municipal prohibido entre 16 y 18 hrs., salvo árboles juveniles que requieren riego constante.

5.3.5.4 Gestión ambiental local asociada a la vegetación

La vegetación se encuentra relacionada con todos los instrumentos revisados, como una estrategia de mitigación del calor y la ICU, en el PLCC, que, por su efecto refrescante, genera una disminución en el consumo energético de refrigeración en verano. La selección de cada especie está relacionada, a su vez, con el consumo hídrico, pudiendo afectar o promover el cumplimiento de acciones de la EHL. Especialmente esto último fue abordado en el libro "arbolado urbano" publicado por el municipio (https://providencia.cl/provi/site/docs/20210817/20210817164420/arbolado_urbano__2_.pdf).

Esta publicación resulta de gran importancia de ser considerado cuando se llevan a cabo intervenciones en el espacio público y privado de la comuna, ya que da cuenta de las características de cada especie de árbol o arbusto que pueda ser considerado por el municipio, señalando: Riego (requerimiento), exposición

(al sol), sombra (que provee), persistencia del follaje (caduco, por ej), uso urbano sugerido, velocidad de crecimiento y observaciones, por ej. *acacia caven* establece resistencia a las heladas, sequías y contaminación.

Según lo señalado en dicho documento, como *lineamiento general para la elección del arbolado, se buscará mejorar los servicios ecosistémicos que nos brindan los árboles, propiciando la mezcla de especies siempre verdes con caducos. Esto, busca que las especies contribuyan a fijar la mayor cantidad de CO2 y atrapar polvo en suspensión durante todo el año, siendo los siempre verdes los encargados de ayudar a esta labor durante los meses de invierno, cuando los índices de contaminación aumentan y las especies caducas se encuentran en estado de recesión.* A lo podríamos agregar, además, que la vegetación permitirá contar con sombra disponible en verano, y que aquellas que pierdan sus hojas en invierno (que de acuerdo con la propuesta no serán todas) permitirán la llegada de la insolación a las superficies, contribuyendo en disminuir la cantidad de energía para calefaccionar en invierno.

5.3.5.5 Gestión ambiental local asociada al riesgo, ruido y contaminación

En el caso de ruido, y como se mencionó en el punto 5.2.5 deben priorizarse asfaltos sonorreductores y reducir la velocidad de más calles hasta 30 km/h (o menos) para reducir el ruido ambiental. Además de otras alternativas referidas a diseño urbano, con más arbolado y cierres y barreras para mitigar y evitar la propagación del ruido ambiental.

En el caso de contaminación, ordenanzas orientadas a disminuir especies de arbolado urbano que generen mayor cantidad de compuestos orgánicos volátiles (COV) es clave, lo cual se puede sumar a que sean caducifolios y de bajo consumo de agua. Se destaca, en este sentido, el libro del municipio sobre arbolado urbano del año 2021, donde se analiza en detalle las especies presentes en función de servicios prestados y externalidades negativas, entre ellas contaminación generada o mitigada. Destaca por ejemplo el árbol "Paulownia elongata x fortunei" conocido como Kiri, el cual captura CO2, y otros resistentes a la contaminación como "Quillaja saponaria" conocido como quillay o el "Jacaranda mimosifolia". No obstante, hay que tener cuidado con el plátano oriental, pues genera muchos COV.

Desde el punto de vista del monitoreo de variables ambientales, en muchos municipios del mundo desarrollado en Francia, Noruega, España, incluido China se generan redes de estaciones que miden contaminación, ruido y otros parámetros climáticos lo cual permite reconocer problemas que no son detectados con las pocas estaciones de contaminación del aire que posee el área metropolitana de Santiago. Incluso, un reciente estudio incide en que la representatividad de las estaciones de calidad del aire es aún menor a la indicada por la autoridad ambiental, con lo cual información de mayor detalle es urgente. Respecto al ruido, es muy poco lo que se puede hacer con sólo una estación en Providencia, por lo que los estudios de paisaje sonoro se realizan con campañas de terreno y modelación que no posee continuidad en el tiempo y no permite medir tendencias de los cambios.

Por lo tanto, Providencia debiera proponerse como municipio realizar mediciones periódicas de ruido y contaminación, justamente para evitar la falta de información. Además, aprovechar esas mediciones para monitorear los cambios en los niveles de ruido y contaminación, y así, conocer las tendencias de los parámetros de contaminación del aire y ruido para disponer de una gestión y planificación urbana y del tránsito más cercana a las ciudades inteligentes. Ello, con el fin de alcanzar objetivos de desarrollo sostenible (ODS) asociados al bienestar, la salud ambiental comunidades resilientes y sostenibles y preparadas ante el cambio climático.

Referido a riesgo, la Estrategia Hídrica Local 2020-2030 señala que "falta de prevención y respuesta frente

a un escenario de riesgo hídrico", tanto asociado a eventos extremos como riesgos más prolongados como son las sequías. En ese sentido, la planificación del agua es clave. Providencia ha avanzado mucho, es actualmente referencia de reducir su huella hídrica. No obstante, podría avanzar en el problema del exceso de agua, con asfaltos que contengan las aguas lluvias y generando uso de aguas grises, por ejemplo, en riego.

Anexo N°2

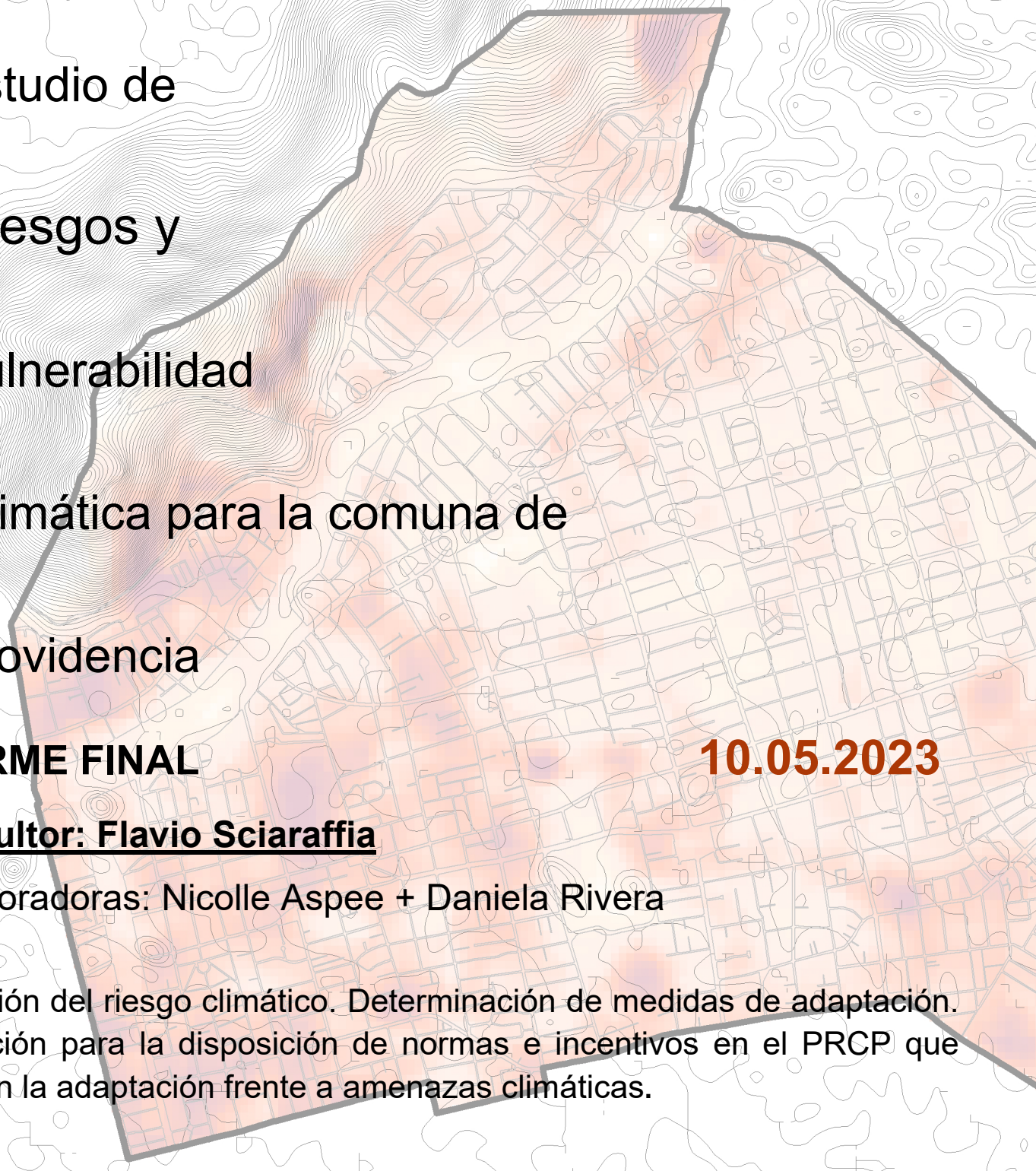
Estudio de riesgos y vulnerabilidad climática para la comuna de Providencia

FROM THE SOUTH

+56 9 95439111
flavio@fromthesouth.cl
www.fromthesouth.cl

ERVCP

Estudio de
Riesgos y
Vulnerabilidad
Climática para la comuna de
Providencia



INFORME FINAL

10.05.2023

/ **Consultor: Flavio Sciaraffia**

/ Colaboradoras: Nicolle Aspee + Daniela Rivera

Evaluación del riesgo climático. Determinación de medidas de adaptación. Orientación para la disposición de normas e incentivos en el PRCP que propicien la adaptación frente a amenazas climáticas.

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN 18

I. PREÁMBULO 19

1. Contexto 19
2. Alcance 19

II. OBJETIVOS 20

III. EQUIPO DE TRABAJO 20

IV. MARCO METODOLÓGICO GENERAL 21

a. Actividades clave 21
b. Etapas del estudio 21

E1. PRIORIZACIÓN DE AMENAZAS CLIMÁTICAS 23

I. PRIORIZACIÓN DE AMENAZAS CLIMÁTICAS 24

1. Reunión inicial y coordinación del taller de priorización 24
2. Identificación del listado preliminar de amenazas 24
   a. Revisión documental y bibliográfica 24
   b. Listado preliminar de amenazas 25
3. Taller de priorización de amenazas 26
   a. Matriz de priorización 26
   b. Forma de evaluación 26
   c. Resultados de la priorización 27
      Impactos extendidos 28
      Impactos puntuales 28

E2. CONCEPTUALIZACIÓN DE COMPONENTES Y LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN 32

I. CONCEPTUALIZACIÓN DE COMPONENTES 33

1. Riesgo 33
   a. Conceptualización 33
   b. Aproximación analítica al riesgo 33
2. Amenaza 35
   a. Conceptualización 35
   b. Aproximación analítica a las amenazas 35
      Caracterización 35
      Índice general de amenaza 35
3. Exposición y vulnerabilidad 36
   a. Conceptualización 36
   b. Aproximación analítica a la exposición 37
      Caracterización 37
      Índice general de exposición 38

c. Aproximación analítica a la vulnerabilidad ... 38
Caracterización ... *38*
Índice general de vulnerabilidad ... *39*
II. LEVANTAMIENTO Y SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN ... 40
1. Determinación de las necesidades de información ... 40
a. Levantamiento ... 40
b. Formato de la información ... 41
c. Revisión y compilación ... 43
2. Sistematización ... 44
a. Listados de datos por componente del riesgo ... 44
Amenaza ... *44*
Exposición ... *45*
Vulnerabilidad ... *47*

E3. DETERMINACIÓN DE LAS AMENAZAS, EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD ... 49
I. AMENAZAS CLIMÁTICAS ... 50
1. Inundación ... 50
a. Caracterización de la amenaza de inundación ... 50
Zonas potencialmente saturables ... *50*
Puntos críticos de invierno ... *53*
Eventos de inundación ... *55*
b. Claves para la gestión de la amenaza de inundación ... 55
2. Ola de calor ... 56
a. Caracterización de la amenaza de ola de calor ... 56
Registro de olas de calor ... *56*
Temperatura superficial ... *58*
b. Claves para la gestión de la amenaza de ola de calor ... 62
3. Sistema frontal ... 63
a. Caracterización de la amenaza de sistema frontal ... 63
Alertas meteorológicas ... *63*
b. Claves para la gestión de la amenaza de sistema frontal ... 67
4. Sequía ... 69
a. Caracterización de la amenaza de sequía ... 69
Índices de sequía meteorológica ... *69*
Decretos de escasez hídrica ... *72*
Tendencias de variables asociadas a la sequía a escala comunal ... *73*
b. Claves para la gestión de la amenaza de sequía ... 76
5. Índice general de amenaza ... 78
a. Construcción de índices normalizados por amenaza ... 78
b. Resultados del índice general de amenaza ... 80

II. EXPOSICIÓN DE LOS SISTEMA CRÍTICOS 83
1. Caracterización de los elementos expuestos 83
a. Caracterización del sistema crítico “personas” 84
Dimensión: Habitantes 84
b. Caracterización del sistema crítico “edificaciones” 85
Dimensión: Viviendas 85
c. Caracterización del sistema crítico “infraestructura y equipamiento” 86
Dimensión: Áreas verdes y recreación 86
Dimensión: Infraestructura vial 88
Dimensión: Infraestructura 92
Dimensión: Equipamiento comunal 96
2. Índice general de exposición 97
a. Construcción del índice general de exposición 97
b. Resultados del índice general de exposición 99
III. VULNERABILIDAD DE LOS SISTEMAS CRÍTICOS 101
1. Caracterización de la vulnerabilidad 101
2. Índice general de vulnerabilidad 104
a. Construcción del índice general de vulnerabilidad 104
b. Resultados del índice general de vulnerabilidad 106

E4. RIESGO COMUNAL Y MEDIDAS DE ADAPTACIÓN 109
I. RIESGO CLIMÁTICO 110
1. Determinación del riesgo climático 110
2. Determinación de zonas homogéneas de riesgo 112
a. Zonas homogéneas de riesgo a escala comunal 112
b. Zonas homogéneas de riesgo a escala de unidad vecinal 114
3. Identificación de áreas prioritarias para la gestión del riesgo climático 115
II. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN PARA LA RESILIENCIA COMUNAL 119
1. Criterios de selección de medidas 119
2. Fichas con medidas de adaptación 121
3. Medidas de adaptación 124
III. PERFILES DE RIESGO POR UNIDAD VECINAL 128
1. Estructura del perfil de riesgo 128
2. Criterios utilizados para la recomendación de medidas de adaptación 129
a. Síntesis estadística de las medidas recomendadas 130
3. Medidas recomendadas a escala comunal 132
4. Fichas con perfil de riesgo por unidad vecinal 133
IV. SIG CON PERFIL DE RIESGO Y MEDIDAS DE ADAPTACIÓN POR UNIDAD VECINAL 166
1. Estructura del SIG 166
2. Campos de atributos 166

3. Operatividad 169

ANEXO 1. FICHAS CON MEDIDAS DE ADAPTACIÓN 171

Zanjas de infiltración con vegetación (Bioswales) 172
Jardines de bioretención o jardines de lluvia (Bioretention, Raingardens) 173
Jardineras de aguas lluvias (Stormwater Planters) 174
Techos verdes (Green Roofs) 175
Área mínima de vegetación (AMV) para nuevos desarrollos (Green Area Ratio – GAR) 176
Pavimentos permeables 177
Sistemas de infiltración subterránea 178
Renaturalización de ribera y lecho de río 179
Arborización urbana priorizada 180
Techos fríos (Cool Roofs) 181
Pavimentos fríos (Cool Pavements) 182
Enfriamiento evaporativo mediante fuentes de agua recreativas 183
Planificación de sombras estructurales 184
Planificación de sombras naturales 185
Enfriamiento pasivo en edificaciones 186
Enfriamiento activo en edificaciones 187
Puntos de hidratación 188
Reducción del uso del automóvil particular 189
Acuerdos voluntarios para modificar horario laboral 190
Plan de acción para ocupaciones al aire libre durante olas de calor 191
Ordenanza de temperatura máxima al interior de viviendas 192
Refugios climáticos (Climate Shelters, Cooling Centers) 193
Refugios climáticos temporales (Pop-up Heat Relief) 194
Sistema de alerta temprana para temperaturas extremas y olas de calor 195
Incentivar la arborización en predios privados 196
Protección de árboles durante faenas de construcción 197
Coordinación de medidas de arborización y paisajismo con viveros locales 198
Reacondicionamiento de edificios para el confort térmico 199
Monitoreo de la percepción del riesgo frente a olas de calor 200
Programa de concientización para olas de calor 201
Plazas de bolsillo optimizadas como área verde de alta cobertura arbórea 202
Paraderos optimizados para el calor 203
Área mínima de sombra (Shade Factor) 204
Incentivar la conservación de masas boscosas en terrenos privados 205
Conservación de corredores fríos y de ventilación 206
Reutilización de aguas grises en nuevos desarrollos 207
Directrices para el diseño de proyectos de paisajismo adaptados al cambio climático (Climate-Proof Garden) 208

Recolección de aguas lluvias 209
Programas de concientización para la gestión hídrica domiciliaria 210
Manejo optimizado del riego de áreas verdes por parte de vecinos 211
Monitoreo y detección de fugas en la red de agua potable 212
Monitoreo del nivel freático y evapotranspiración 213
Artefactos sanitarios de bajo consumo 214
Implementar sistemas de telegestión para riego de áreas verdes 215
Incentivar la gestión del recurso hídrico en el sector privado 216
Propiciar alturas máximas proporcional al ancho de calle 217
Podar o quitar árboles y ramas muertas, dañadas o podridas 218

ANEXO 2. ENTREGABLES DIGITALES: SISTEMA DE GESTIÓN SIG Y ESTADÍSTICAS EXCEL 219

I. ORGANIZACIÓN DE LOS ENTREGABLES DIGITALES 220

II. ENTREGABLES DIGITALES 220

1. Sistema de gestión SIG 220
2. Estadísticas en Excel 225

REFERENCIAS 227

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Actividades clave del estudio..... 21
- Figura 2. Estructura de los ejes de la matriz de priorización. Fuente: elaboración propia..... 26
- Figura 3. Rúbrica de evaluación. Fuente: elaboración propia..... 26
- Figura 4. Ejemplo esquemático de la matriz con valores de evaluación. Fuente: elaboración propia. 27
- Figura 5. Matriz de resultados para Infraestructuras. Fuente: elaboración propia..... 29
- Figura 6. Matriz de resultados para Servicios y Equipamientos. Fuente: elaboración propia..... 30
- Figura 7. Matriz de resultados para Actividades Económicas y Sector Demográfico. Fuente: elaboración propia..... 31
- Figura 8. Sistemas críticos considerados. Fuente: elaboración propia..... 36
- Figura 9. Ejemplo tres tipos de datos *shapefile.* Fuente: elaboración propia en base a dato compilado. 42
- Figura 10. Estructura de un archivo *raster*. Fuente: ESRI. 42
- Figura 11. Ejemplo de tabla de atributos para un *shapefile* (arriba) y tabla en formato Excel (abajo). Fuente: elaboración propia en base a dato compilado. 43
- Figura 12. Softwares utilizados y estructura de carpetas de la compilación de los datos levantados. Fuente: elaboración propia. 43
- Figura 13. Zonas potencialmente saturables. Fuente: elaboración propia en base a modelación de estudio ECV..... 51
- Figura 14. Porcentaje de la superficie de unidades vecinales afectadas por amenaza de inundación según clases de zonas potencialmente saturables. Fuente: elaboración propia en base estudio ECV. 52
- Figura 15. Mapa de referencia con unidades vecinales (UV). Fuente: elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Providencia..... 52
- Figura 16. Precipitación mensual para Santiago año 2021 comparado con el promedio 1961-1990. Fuente: elaboración propia en base a datos de la DMC..... 53
- Figura 17. Mapa de puntos críticos de invierno 2021-22 asociados a inundación o eventos asociados a inundación. Fuente: elaboración propia en base a datos de ONEMI (SENAPRED)..... 54
- Figura 18. Relación entre eventos de inundación y precipitación anual en la RM. Fuente: elaboración propia en base a datos de DMC y DESINVENTAR..... 55
- Figura 19. Olas de calor entre 2001-2022 para Santiago (Estación Quinta Normal). Fuente: elaboración propia en base a datos de la DMC. 56

- Figura 20. Ocurrencia de olas de calor por mes entre 2001-2002 para Santiago (Estación Quinta Normal). Fuente: elaboración propia en base a datos de la DMC. 57
- Figura 21. Temperatura superficial de inicio de ola de calor más intensa registrada el 24 de enero de 2019. Fuente: elaboración propia en base a imágenes multiespectrales Landsat 8. 58
- Figura 22. (arriba). Temperatura superficial del inicio y fin de la ola de calor más intensa registrada el 24 de enero de 2019. Fuente: elaboración propia en base a imágenes multiespectrales Landsat 8 . 59
- Figura 23. (arriba). Mapa de referencia con zonas de vegetación: parques, plazas y arboledas. Fuente: elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Providencia. 59
- Figura 24. Mapa de referencia con coberturas de suelo. Fuente: elaboración propia en base a datos de Sentinel 2..... 60
- Figura 25. (arriba der.). Ranking de temperatura máxima por UV. Fuente: elaboración propia. 61
- Figura 26. Mapa de referencia con unidades vecinales (UV). Fuente: elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Providencia..... 61
- Figura 27 .Análisis de ganancia o pérdida de vigor en la cobertura arbórea de parques urbanos mediante la diferencia de los índices de vegetación (NDVI) entre 2018-2020. Fuente: elaboración propia en base a imágenes Sentinel 2..... 62
- Figura 28. Precipitación promedio mensual 1967-2022 (Estación Quinta Normal). Fuente: elaboración propia en base datos de la DMC. 63
- Figura 29. Velocidad y dirección de los vientos para los años 2000 (arriba) y 2022 (abajo). Fuente: Estación Quinta Normal, DMC..... 64
- Figura 30. Velocidad y dirección de los vientos predominantes para Santiago. Fuente: Meteoblue. . 64
- Figura 31. Número de alarmas, alertas y avisos por año (2015-22). Fuente: elaboración propia en base a datos de la DMC. 65
- Figura 32. Distribución de alertas y alarmas por mes según registro para el período entre 2015-22. Fuente: elaboración propia en base a datos de la DMC. 65
- Figura 33. Registro de avisos, alertas y alarmas según su origen o causa meteorológica para los años 2015-2022. Fuente: elaboración propia en base a datos de la DMC..... 66
- Figura 34. Proporción de avisos, alertas y alarmas según su origen o causa meteorológica. Fuente: elaboración propia en base a datos de la DMC. 66
- Figura 35.(arriba) Parámetros morfológicos de un cañón urbano. (medio) Generación de turbulencias (movimiento cilíndrico paralelo al suelo) y vórtices (movimiento cilíndrico perpendicular al suelo) con viento perpendicular al cañón. (abajo) Flujo de aire en un cañón arborizado. Fuente: Yazid et al..... 67
- Figura 36. Índice de Sequía de Palmer (PDSI) con valores anuales (12 meses) entre 2000-2019 para Santiago. Fuente: elaboración propia en base a datos del CR2..... 70

- Figura 37. Índice de Sequía Estandarizada con valore anuales (12 meses) para la estación Quinta Normal entre 2000-2021. Fuente: elaboración propia en base a datos DMC. 70

- Figura 38. Evolución del índice SPI acumulado a 1, 3, 6, 12 meses al año 2020 y acumulado a 24, 36 y 48 meses (Rango 2016-2020). Fuente: modificado de la DMC. 71

- Figura 39. (abajo). Total de decretos de escasez por año entre 2008-22. Fuente: elaboración propia en base a datos DGA. 72

- Figura 40. Aumento en °C de la temperatura superficial a nivel comunal entre 2013-2022. Fuente: elaboración propia en base a imágenes satelitales Landsat 8. 73

- Figura 41. Tendencia de la precipitación promedio diaria anual entre 1981-2022. El mapa muestra la disminución diaria. Fuente: elaboración propia en base a datos CHIRPS. 74

- Figura 42. Tendencia del valor de NDVI (salud de vegetación) promedio entre 2000-2022. Considerar que los valores del mapa muestran el valor de aumento o disminución del índice entre las fechas analizadas. Las zonas sin variación se muestran en color amarillo. Fuente: elaboración propia en base imágenes satelitales Landsat 7. 75

- Figura 43. NDVI febrero 2018, 2020, 2022 para arboledas de Providencia. Fuente: elaboración propia en base a imágenes Sentinel 2. 77

- Figura 44. Proceso de normalización para la amenaza de ola de calor. Arriba: análisis de temperatura superficial para ola de calor más intensa. Abajo: normalización de los datos de temperatura superficial entre 0 y 1. 79

- Figura 45. Proceso de normalización para la amenaza de inundación. Arriba: zonas potencialmente saturables por clases de peligro. Abajo: normalización de los datos de zonas potencialmente saturables entre 0 y 1. 79

- Figura 46. Índice general de amenaza (normalizado). Fuente: elaboración propia. 80

- Figura 47. Índice de amenaza en clases y gráfico de superficie comunal bajo cada clase de amenaza. Notar que hay 5 ha (0,3%) no contabilizadas producto de la resolución del análisis (pixeles en los bordes). Fuente: elaboración propia. 81

- Figura 48. Porcentaje de la superficie de unidades vecinales afectadas por clases de amenaza. Fuente: elaboración propia. 82

- Figura 49. Mapa de referencia con unidades vecinales (UV). Fuente: elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Providencia. 82

- Figura 50. Habitantes por manzana. Fuente: elaboración propia en base a Censo 2017. 84

- Figura 51. Porcentaje de habitantes expuestos a distintos niveles de amenaza. Fuente: elaboración propia. 84

- Figura 52. Viviendas por manzana. Fuente: elaboración propia en base a Censo 2017. 85

- Figura 53. Porcentaje de viviendas expuestas a distintos niveles de amenaza. Fuente: elaboración propia. 85

- Figura 54. Plazas, parques y zonas de juegos infantiles Fuente: elaboración propia en base a ECV e información de la Municipalidad de Providencia. 86
- Figura 55. Porcentaje de área de parque expuesta a distintos niveles de amenaza. Fuente: Elaboración propia 87
- Figura 56. Porcentaje de área de plaza expuesta a distintos niveles de amenaza. Fuente: Elaboración propia 87
- Figura 57. Porcentaje de zonas de juegos infantiles expuesta a distintos niveles de amenaza. Fuente: Elaboración propia. 87
- Figura 58. Trazado de ciclovías. Fuente: elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Providencia 88
- Figura 59. Trazado de calles según tipología. Fuente: elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Providencia. 89
- Figura 60. Ubicación de paraderos. Fuente: elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Providencia. 90
- Figura 61. Porcentaje de la red (longitud) de ciclovías expuesta a distintos niveles de amenaza. Fuente: Elaboración propia. 91
- Figura 62. Porcentaje de la red (longitud) vial expuesta a distintos niveles de amenaza. Fuente: Elaboración propia. 91
- Figura 63. Porcentaje de los paraderos expuesta a distintos niveles de amenaza. Fuente: Elaboración propia 91
- Figura 64. Cobertura arbórea de las arboledas de la comuna. Fuente: elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Providencia 92
- Figura 65. Localización de fuentes y piletas. Fuente: elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Providencia. 93
- Figura 66. Luminarias urbanas Fuente: elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Providencia. 94
- Figura 67. Porcentaje del área de cobertura arbórea expuesta a distintos niveles de amenaza. Fuente: Elaboración propia. 95
- Figura 68. Porcentaje de fuentes y piletas expuestas a distintos niveles de amenaza. Fuente: Elaboración propia. 95
- Figura 69. Porcentaje de luminarias expuestas a distintos niveles de amenaza. Fuente: Elaboración propia 95
- Figura 70. Localización del equipamiento comunal. Fuente: elaboración propia en base a datos de la M. de Providencia. 96

- Figura 71. Porcentaje de equipamientos expuestos a distintos niveles de amenaza. Fuente: Elaboración propia. 97
- Figura 72. Proceso de construcción del índice general de exposición. Resultado normalizado entre 0 y 1. Fuente: elaboración propia. 98
- Figura 73. Índice general de exposición en clases y gráfico de superficie comunal bajo cada clase de exposición. Fuente: elaboración propia. 99
- Figura 74. Porcentaje de la superficie de unidades vecinales según nivel de exposición. Fuente: elaboración propia. 100
- Figura 75. Mapa de referencia con unidades vecinales (UV). Fuente: elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Providencia 100
- Figura 76. Estructura de los componentes de la vulnerabilidad. Fuente: elaboración propia. 101
- Figura 77. Proceso de construcción del índice general de vulnerabilidad. La vulnerabilidad general es el resultado de la combinación de la vulnerabilidad de cada sistema crítico. Resultado normalizado entre 0 y 1. Fuente: elaboración propia. 105
- Figura 78. Índice general de vulnerabilidad por clases y gráfico de superficie comunal bajo cada clase de vulnerabilidad. Fuente: elaboración propia. 106
- Figura 79. Porcentaje de la superficie de unidades vecinales según nivel de vulnerabilidad. Fuente: elaboración propia. 107
- Figura 80. Mapa de referencia con unidades vecinales (UV). Fuente: elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Providencia 107
- Figura 81. Vulnerabilidad por sistema crítico y unidad vecinal. Valores van de 0 (menor vulnerabilidad) a 1 (mayor vulnerabilidad). Fuente: elaboración propia. 108
- Figura 82. Cantidad de variables computadas para calcular el riesgo climático. Fuente: elaboración propia 110
- Figura 83. Proceso de construcción del riesgo. Resultado normalizado entre 0 y 1, a mayor valor mayor es el riesgo Fuente: elaboración propia. 111
- Figura 84. Histograma: distribución de la frecuencia de los valores de riesgo normalizado. Fuente: elaboración propia. 112
- Figura 85. Quiebres estadísticos para las clases de zonas homogéneas de riesgo. Fuente: elaboración propia 112
- Figura 86. Zonas homogéneas de riesgo y gráfico de superficie comunal bajo cada clase. Fuente: elaboración propia. 113
- Figura 87. Porcentaje de la superficie de unidades vecinales según zona homogénea de riesgo. Fuente: elaboración propia. 114

- Figura 88. Mapa de referencia con unidades vecinales (UV). Fuente: elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Providencia..... 114
- Figura 89. Zonas homogéneas de riesgo muy alto. Fuente: elaboración propia. 115
- Figura 90. Zonas homogéneas de riesgo alto y muy alto. Fuente: elaboración propia..... 115
- Figura 91. Resultados de escenarios de priorización. Gráfico muestra la superficie en hectáreas que cumple o no con las condiciones. Fuente: elaboración propia. 116
- Figura 92. Áreas prioritarias para la gestión del riesgo climático. Fuente: elaboración propia. 117
- Figura 93. Porcentaje de la superficie de unidades vecinales que es área prioritaria para la gestión del riesgo. Fuente: elaboración propia. 118
- Figura 94. Mapa de referencia con unidades vecinales (UV). Fuente: elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Providencia..... 118
- Figura 95. Ficha tipo para medidas de adaptación. Fuente: elaboración propia. 123
- Figura 96. Medidas de adaptación según amenaza primaria, secundaria y terciaria. Fuente: elaboración propia..... 124
- Figura 97. Medidas de adaptación según tipo. Fuente: elaboración propia..... 124
- Figura 98. Medidas de adaptación según ámbito espacial. Fuente: elaboración propia. 124
- Figura 99. Perfil del tipo de medida recomendada según unidad vecinal. Fuente: elaboración propia. 130
- Figura 100. Ámbito espacial primario de las medidas recomendadas. Fuente: elaboración propia. 130
- Figura 101. Cantidad de medidas según capacidad de reducción de riesgo. La escala de colores indica el nivel de reducción del riesgo. Las etiquetas numéricas en las barras indican la cantidad de medidas en cada nivel. Fuente: elaboración propia. 131
- Figura 102. Estructura de archivos para el perfil de riesgo. Fuente: elaboración propia. 166
- Figura 103. Visualización del archivo vectorial “perfil_riesgo_uv”. Fuente: elaboración propia. 169
- Figura 104. Ícono para una clase de relación. Fuente: elaboración propia. 169
- Figura 105. Clase de relación para explorar medidas de adaptación de unidades vecinales. Fuente: elaboración propia. 170
- Figura 106. (izq) Bioswale en calle. Fuente: Mark M. Holeman Inc. 172
- Figura 107. (der) Esquema isométrico de un Biowsale. Fuente: Sponge Collaborative. 172
- Figura 108. (izq) Jardín de lluvia en el espacio público. Fuente: Earthwatch. 173

- Figura 109. (der) Corte esquemático de jardín de lluvia. Fuente: Toronto and Region Conservation Authority. 173
- Figura 110. (izq) Stormwater Planter en Portland, EEUU. Fuente: Portland.gov..... 174
- Figura 111. (der) Esquema isométrico de un Stormwater Planter. Fuente: Sponge Collaborative... 174
- Figura 112. (izq) Techo verde en New York. Fuente: The Nature Conservancy. 175
- Figura 113. (der) Componentes de un techo intensivo. Fuente: Greenroofs.com 175
- Figura 114. (izq) Fórmula para cálculo de AMV. 176
- Figura 115. (der) Ejemplo de cálculo de AMV con multiplicadores. Fuente: DC.gov..... 176
- Figura 116. (izq) Distintos tipos de pavimentos permeables. Fuente: Sprouse et. Al. (2020)..... 177
- Figura 117. (der) Corte de un sistema de pavimento permeable. Fuente: Caltrans. 177
- Figura 118. (sup) Dos tipos de infiltración subterránea. Fuente: MA Stormwater Handbook. 178
- Figura 119. (inf) Ejemplo de infiltración subterránea tipo tubería perforada. Fuente: Caltrans..... 178
- Figura 120. (izq) Esquema programático de una renaturalización. Fuente: GFDRR, World Bank. .. 179
- Figura 121. (inf) Servicios y beneficios de la renaturalización. Fuente: GFDRR, World Bank..... 179
- Figura 122. (inf) Servicios ecosistémicos de la arborización. Fuente: GFDRR, World Bank. 180
- Figura 123. (izq sup) Techo techos fríos. Fuente: JLC Online, Waterproof Magazine. 181
- Figura 124. (izq Inf) Ahorros cada 90m2 de techo frío en ciudades de EEUU. Valor neto incorpora los gastos adicionales por la pérdida de calor en invierno producto del techo frio. Fuente: EPA..... 181
- Figura 125. (der) Balance energético techo convencional vs techo frío. Fuente: coolrooftoolkit.org 181
- Figura 126. (sup) Balance para 3 tipos de pavimento: SW↓ - SW↑ + LW = G + H + LE, donde SW↓, SW↑, LW, G, H y LE denotan la radiación solar descendente, la radiación solar ascendente (reflejada), la radiación de onda larga neta, la conducción de calor, el flujo de calor sensible y el flujo de calor latente, respectivamente. Fuente: Wang et al. 182
- Figura 127. (inf) Aplicación de revestimiento reflectante. Fuente: IRF. 182
- Figura 128. (izq. sup) Parque Te Boelaerpark, Antwerp, Bélgica. Fuente: WLA. 183
- Figura 129. (der sup) Parque Water Circle, Normal, Illinois (Detalle A). Fuente: Urban Blue Grids. 183
- Figura 130. (izq inf) Sistema de fitodepuración Water Circle. Fuente: Urban Blue Grids. 183
- Figura 131. (der inf) Parque Water Circle, Normal, Illinois (Detalle B). Fuente: Urban Blue Grids ... 183

- Figura 132. Tipos de sombras estructurales. Fuente: Plan de sombras Tel Aviv. 184
- Figura 133. Diversas calidades de sombra dadas por las características de la especie seleccionada y tabla con criterios para evaluar calidad de sombra. Fuente: Plan de sombras Tel Aviv. 185
- Figura 134. Cinco estrategias para una vivienda pasiva. Fuente: PassivHaus 186
- Figura 135. Esquema funcionamiento de aire acondicionado. Fuente: caloryfrio.com 187
- Figura 136. (izq) Grifo de calle adaptado como punto de hidratación (New York). Fuente: dezeen.com 188
- Figura 137. (der) Grifo de calle con punto de hidratación como función adicional. Fuente: dezeen.com 188
- Figura 138. Flujo de calor diurno (Watts/m2) desde pavimentos y vehículos. Se observa que los vehículos en autopistas contribuyen al mayor flujo, comparativamente con vehículos en otras tipologías de calles. Estos resultados son para la ciudad de Phoenix, por lo que los resultados están asociados a la morfología urbana y patrones de movilidad de dicha ciudad. Fuente: Hoehne et al. (2020) 189
- Figura 139. Horas de trabajo perdidas por estrés relacionado al calor por sector económico para 1995 y 2030 (proyección). Fuente: International labor Organization. 190
- Figura 140. Actividades de planificación para eventos de altas T°. Fuente: Heatwave Planning Guide. Victoria Department of Human Services. 191
- Figura 141. Ocurrencia de olas de calor por mes entre 2001-2002. Fuente: elaboración propia en base a datos de la DMC. 192
- Figura 142. (izq) Cooling Center, Boston. Fuente: Heat resilience solutions for Boston. 193
- Figura 143. (der) Refugio climático de uso múltiple en Barcelona. Fuente: Barcelona.cat 193
- Figura 144. (izq) Cooling Spots, Boston. Fuente: Heat resilience solutions for Boston. 194
- Figura 145. (izq) Estación meteoróligca personal. Fuente: AcuRite. 195
- Figura 146. (der) Sensores móviles de temperatura, Boston. Fuente: Heat resilience solutions for Boston. 195
- Figura 147. (izq) Estrategias para diversas escalas de infraestructura verde desde barrio hasta predio privado. Fuente: Outi Tahvonen (2018). 196
- Figura 148. Mejores prácticas para protección de árboles en sitios de construcción. Fuente: Oregon State University. 197
- Figura 149. Estándar de tamaño y trasplante según la normativa de la ciudad de Montreal. Fuente: Strathmore Landscape Management (Aliza Sovani), Desde el sur: Perspectivas globales sobre el paisaje y territorio (2019). 198
- Figura 150. Escenarios de costos y ahorros para mejoras en techos, pisos, muros y ventanas. Fuente: Manual de (Re)Acondicionamiento Térmico, CChC. 199

- Figura 151. Resultados para una encuesta en torno a la percepción de calor en Boston. Resultados por etnicidad. Fuente: Heat resilience solutions for Boston. 200
- Figura 152. Mesa informativa del plan informativo para olas de calor de Boston. Fuente: Heat resilience solutions for Boston. 201
- Figura 153. Paley Park, New York. Notar que el espacio está cubierto por la copa de los árboles y posee una cascada de agua que actúa como mecanismo de enfriamiento evaporativo. Fuente: Google. 202
- Figura 154. (izq) Paraderos optimizados en Białystok, Poland. Fuente: Lifetreecheck.eu 203
- Figura 155. (der) Temperatura superficial de la ola de calor más intensa registrada (24 de enero de 2019) y localización paraderos. Fuente: elaboración propia..... 203
- Figura 156. Requerimientos (factor) de sombra por tipología de espacio y análisis de sombra para determinar si cumplen o no con el factor. Fuente: Plan de sombras Tel Aviv. 204
- Figura 157. Zonas de bosque de un patio trasero: A = emergente, B = dosel, y C = sotobosque y cubresuelos. 1 = árbol maduro, 2 = arbusto denso, 3 = hotel de insectos, 4 = flores, abejas y mariposas, 5 = acolchado de hojas, 6 = estanque, 7 = rocas y troncos, 8 = caja anidera, 9 = árboles pequeños. Fuente: Environment.nsw.gov.au 205
- Figura 158. Corredores arbolados (superficie cubierta por copa de árboles) de la comuna de Providencia. Fuente: Elaboración propia. 206
- Figura 159. (izq) Calidad de aguas grises para usos urbanos según el Reglamento Ley 21.07: Fuente: Ministerio de Salud. 207
- Figura 160. (der) Humedal depurador de aguas grises. Fuente: Bioantu. 207
- Figura 161. Guía de jardines sustentables. Fuente: Municipalidad de Providencia..... 208
- Figura 162. (der) Sistema de recolección con estanque subterráneo Fuente: Flavio Sciaraffia (Deserta). 209
- Figura 163. (sup) Consumo de agua por uso o sector desde marzo 2017 a febrero de 2018. Fuente elaboración propia en base a Estrategia Hídrica Local, Municipalidad de Providencia. 210
- Figura 164. (inf) Consumo por uso o sector 2017-18, Providencia. Fuente elaboración propia en base a Estrategia Hídrica Local, Municipalidad de Providencia. 210
- Figura 165. Ejemplo de cálculo de demanda de riego utilizando parámetros de evapotranspiración diaria. Fuente: Huerto Orgánico Regenerativo Biointensivo, Huerto Cuatro Estaciones. 211
- Figura 166. (sup) Consumo municipal anual por sector (2017). Fuente: Estrategia Hídrica Local, Municipalidad de Providencia. 212
- Figura 167. (inf) Agua no facturada principales sanitarias (2019-20) Fuente: Diario Financiero. 212
- Figura 168. (sup) Evapotranspiración diaria para estaciones en la RM. Fuente: Red Agrometeorológica, INIA..... 213

- Figura 169. (inf) Evapotranspiración diaria Estación Quinta Normal entre nov-2022 – mar-2023. Fuente: Red Agrometeorológica, INIA. 213
- Figura 170. Comparativo de diversos WC vs uno eficiente. Fuente: Wáter-saver.org 214
- Figura 171. Parques y plazas con sistema de telgestión del riesgo según datos de la Municipalidad. Fuente: elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Providencia. 215
- Figura 172. El sector comercial comprende el 40% del consumo de agua Comunal (2017-18) Fuente: Estrategia Hídrica Local Municipalidad de Providencia. 216
- Figura 173. (sup) Parámetros morfológicos de un cañón urbano. Fuente Yazid et al. 217
- Figura 174. (inf) Generación de turbulencias (movimiento cilíndrico paralelo al suelo) y vórtices (movimiento cilíndrico perpendicular al suelo) con viento perpendicular al cañón urbano. Fuente Yazid et al. 217
- Figura 175. Distribución territorial de la concentración de defectos en el arbolado urbano. Fuente: elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Providencia. 218
- Figura 176. Estructura de carpeta de los entregables digitales. Fuente: elaboración propia..... 220
- Figura 177. Estructura de carpeta y subcarpetas de productos geoespaciales. Fuente: Elaboración propia..... 220
- Figura 178. Archivos en formato Excel. Fuente: Elaboración propia. 225

ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Zonas potencialmente saturables. Fuente: elaboración propia en base a modelación de estudio ECV..... 20
- Tabla 2. Definición de dimensión y componente para exposición y vulnerabilidad de los sistemas críticos. Fuente: elaboración propia..... 37
- Tabla 3. Dimensiones y componentes en el contexto de la exposición. Fuente: elaboración propia. 37
- Tabla 4. Dimensiones y componentes en el contexto de la vulnerabilidad. Fuente: elaboración propia. 39
- Tabla 5. Procesos de levantamiento de información. Fuente: elaboración propia..... 41
- Tabla 6. Datos sistematizados y armonizados para el componente “amenaza”. Fuente: elaboración propia..... 45
- Tabla 7. Datos sistematizados y armonizados para el componente “exposición”. Fuente: elaboración propia..... 46
- Tabla 8. Datos sistematizados y armonizados para el componente “vulnerabilidad”. Fuente: elaboración propia..... 48
- Tabla 9. Temperatura superficial (°C) por cobertura de suelo. Fuente: elaboración propia. 60
- Tabla 10. (arriba izq.). Temperatura superficial (°C) por unidad vecinal. Fuente: elaboración propia. 61
- Tabla 11. (arriba). Decretos de escasez por comuna entre 2008-22. Fuente: elaboración propia en base a datos DGA. 72
- Tabla 12. Impactos potenciales de la sequía a nivel local considerando efectos regionales. Fuente: elaboración propia. 76
- Tabla 13. Tratamiento de la normalización según los datos disponibles. Fuente: elaboración propia.78
- Tabla 14. Dimensiones y componentes en el contexto de la exposición. Fuente: elaboración propia.83
- Tabla 15. Parámetros de caracterización de componentes de vulnerabilidad. Fuente: elaboración propia..... 104
- Tabla 16. Escenarios para la identificación de áreas prioritarias. Fuente: elaboración propia. 116
- Tabla 17. Documentos revisados para la selección de medidas de adaptación. Fuente: elaboración propia..... 120
- Tabla 18. Rúbrica de evaluación para medidas de adaptación. Fuente: elaboración propia..... 122
- Tabla 19. Tabla con medidas de adaptación. Fuente: elaboración propia..... 127

- Tabla 20. Amenazas abordadas por las medidas de adaptación recomendadas en cada UV. Fuente: elaboración propia. 131
- Tabla 21. Medidas de adaptación priorizadas para ser implementadas a escala comunal. Fuente: elaboración propia. 133
- Tabla 22. Perfil de riesgo UV 1. Fuente: elaboración propia. 135
- Tabla 23. Perfil de riesgo UV 2. Fuente: elaboración propia. 137
- Tabla 24. Perfil de riesgo UV 3. Fuente: elaboración propia. 139
- Tabla 25. Perfil de riesgo UV 4. Fuente: elaboración propia. 141
- Tabla 26. Perfil de riesgo UV 5. Fuente: elaboración propia. 143
- Tabla 27. Perfil de riesgo UV 6. Fuente: elaboración propia. 145
- Tabla 28. Perfil de riesgo UV 7. Fuente: elaboración propia. 147
- Tabla 29. Perfil de riesgo UV 8. Fuente: elaboración propia. 149
- Tabla 30. Perfil de riesgo UV 9. Fuente: elaboración propia. 151
- Tabla 31. Perfil de riesgo UV 10. Fuente: elaboración propia. 153
- Tabla 32. Perfil de riesgo UV 11. Fuente: elaboración propia. 155
- Tabla 33. Perfil de riesgo UV 12. Fuente: elaboración propia. 157
- Tabla 34. Perfil de riesgo UV 13. Fuente: elaboración propia. 159
- Tabla 35. Perfil de riesgo UV 14. Fuente: elaboración propia. 161
- Tabla 36. Perfil de riesgo UV 15. Fuente: elaboración propia. 163
- Tabla 37. Perfil de riesgo UV 16. Fuente: elaboración propia. 165
- Tabla 38. Archivos en la geodatabase “Perfiles_Riesgos.ddb”. Fuente: elaboración propia. 166
- Tabla 39. Campos de atributos del archivo vectorial con el perfil de riesgo de las unidades vecinales. Fuente: elaboración propia. 168
- Tabla 40. Campos de atributos de la tabla con medidas de adaptación recomendadas por UV. Fuente: elaboración propia. 169
- Tabla 41. Descripción de los archivos geoespaciales. Fuente: elaboración propia. 224
- Tabla 42. Descripción de los archivos Excel. Fuente: Elaboración propia. 226

Introducción

I. PREÁMBULO

El presente estudio se denomina **Estudio de riesgos y vulnerabilidad climática para la Comuna de Providencia (ERVCP),** asignado por contratación directa al consultor Flavio Sciaraffia Márquez en 2022 por la Municipalidad de Providencia, mediante la Orden de Compra N°: 2490-322-SE22 del 8 de septiembre de 2022.

1. Contexto

Los patrones de variabilidad climática han provocado una intensificación en la frecuencia e intensidad de eventos meteorológicos extremos, generando impactos negativos en los sistemas territoriales. Por este motivo, a nivel internacional la agenda climática demanda trabajo multisectorial a diversas escalas de acción, ante lo cual los gobiernos locales asumen compromisos en torno a los principales desafíos de adaptación climática. La multisectorialidad de los equipos de planificación municipal y la cercanía de los gobiernos locales a la ciudadanía, ponen en un plano central el rol que estos juegan en la identificación de necesidades de adaptación local, puesto que es a esta escala donde los impactos generan consecuencias que requieren respuestas urgentes y dirigidas.

2. Alcance

Asumiendo los desafíos de la agenda climática, la Municipalidad de Providencia ha solicitado un diagnóstico territorial para entender las dinámicas de riesgo climático que existen en la comuna, el que, sumado a otros esfuerzos, apoyará la gestión local para reducir la vulnerabilidad al cambio climático. Lo anterior, requiere un análisis continuo que integre el conocimiento de los componentes que conforman el riesgo climático, particularmente desde las condiciones de vulnerabilidad y su expresión en el territorio comunal. La identificación de zonas de riesgo permitirá asociar medidas de adaptación específicas para reducir la vulnerabilidad de los sistemas críticos comunales ante amenazas climáticas.

Así, el ERVCP se configura como una herramienta de gestión para asistir a la planificación local en la identificación y priorización de medidas de adaptación, las que podrán tener una expresión normativa en el PRCP en forma de incentivos, compensaciones u otros mecanismos afines.

II. OBJETIVOS

- **O1.** Realizar un diagnóstico territorial para detectar el riesgo comunal a partir del análisis de amenazas, exposición de sistemas críticos y su vulnerabilidad. El riesgo comunal se utilizará como un insumo para la determinación de incentivos, posibles compensaciones y herramientas de gestión a ser incorporadas en el Plan Regulador Comunal (PRCP 2007) u otros instrumentos de la comuna de Providencia.

- **O2.** Determinar áreas homogéneas de riesgo climático para orientar la disposición de normas e incentivos en el PRCP que propicien la adaptación frente a amenazas climáticas.

- **O3.** Vincular las áreas homogéneas con medidas de adaptación específicas que permitirán a la Municipalidad disminuir la vulnerabilidad de sistemas críticos comunales frente a las amenazas.

III. EQUIPO DE TRABAJO

El responsable del estudio es Flavio Sciaraffia Márquez, consultor especializado en planificación territorial, diagnósticos socioambientales y planes de cambio climático y con extensa experiencia en la gerencia técnica de estudios complejos con componentes analíticos orientados a informar la gestión de instituciones, políticas y programas. Adicionalmente, el estudio contó con el apoyo y colaboración de dos profesionales altamente capacitadas en las temáticas abordadas.

Nombre	Rol	Experiencia	Grados
Flavio Sciaraffia	**Consultor** Jefe de proyecto y coordinador técnico.	Consultor con 11+ años de experiencia en la coordinación técnica, administración y ejecución de proyectos de consultoría e investigación en desarrollo y planificación sustentable mediante la aplicación de modelos analítico-prospectivos que permiten direccionar insumos técnico-científicos hacia la generación de políticas públicas y herramientas de planificación y gestión territorial.	• Arquitecto y Máster en Proyecto Urbano PUC. • Master in Landscape Architecture Harvard GSD. • Cornell University Fellow.
Nicolle Aspee	**Colaboradora** Especialista en riesgo, análisis SIG y planificación comunal.	Analista y consultora con 8 años de experiencia en sustentabilidad urbano-territorial mediante la integración de SIG y modelos de gestión, planificación y gestión comunal, desarrollo sustentable aplicado a la planificación y desarrollo de indicadores geográficos.	• Geógrafa PUC. • MSc Environment & Sustainable Development, University College London. • PhD Geography, University College London (en curso).
Daniela Rivera	**Colaboradora** Especialista en análisis territorial en SIG.	Analista con 6 años de experiencia en percepción remota, geoprocesamientos, modelación espacial de índices socioambientales, modelación en código abierto Phyton y Google Earth Engine y bases de datos.	• Geógrafa PUC. • MSc in Applied Geographical Information Systems & Remote Sensing, University of Southampton. • PhD in Geography, University of Southampton (en curso).

Tabla 1. Zonas potencialmente saturables. Fuente: elaboración propia en base a modelación de estudio ECV.

IV. MARCO METODOLÓGICO GENERAL

La estructura metodológica se basa en una concatenación lógica de actividades de acuerdo al estándar técnico para evaluaciones de riesgo climático y adaptación. La Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción de Riesgo de Desastre define el riesgo como una función de la amenaza, la exposición de bienes y personas a la amenaza y las condiciones de vulnerabilidad de los elementos expuestos (UNISDR, 2017). Por otro lado, la adaptación consiste en ajustar los sistemas naturales o humanos como respuesta a los estímulos climáticos o sus efectos, lo que implica construir resiliencia. Esta última se define como la capacidad de un sistema, comunidad o sociedad expuestos a una amenaza de resistir, absorber, adaptarse y recuperase de sus efectos de manera oportuna y eficaz (UNISDR, 2009). A nivel urbano, la adaptación implica, entonces, incorporar estrategias de adaptación considerando la expresión territorial del riesgo climático.

a. Actividades clave

Considerando lo anterior, el marco metodológico general consiste en doce actividades clave que permiten abordar desde una perspectiva analítica cada componente del riesgo para luego establecer medidas de adaptación al cambio climático a nivel urbano. A su vez, las actividades fueron agrupadas en cuatro etapas.

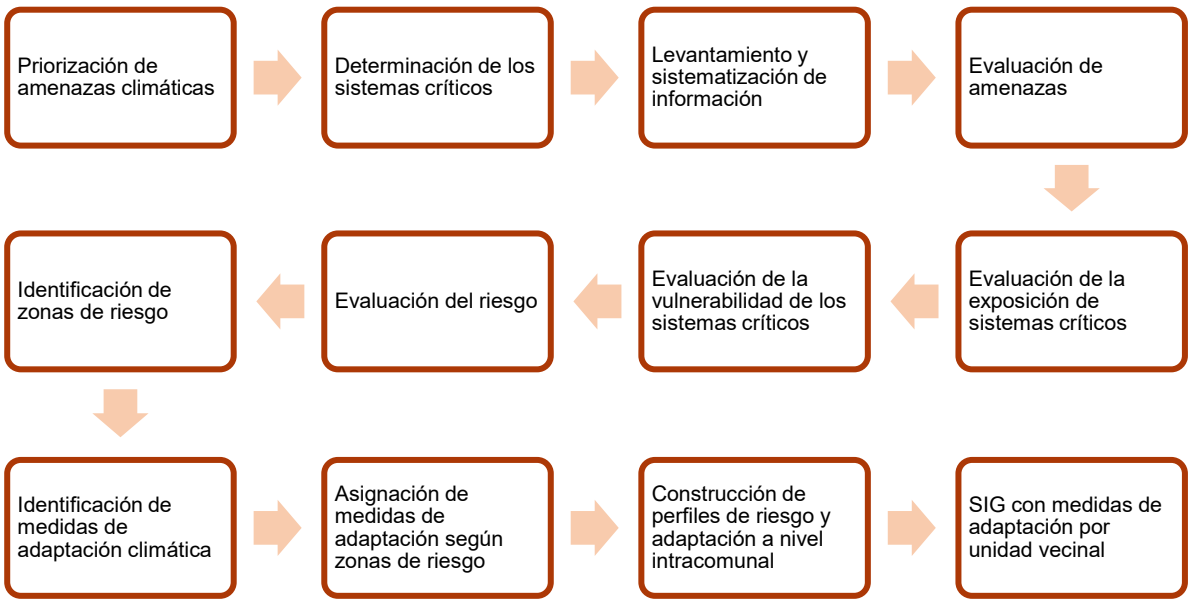


Figura 1. Actividades clave del estudio

b. Etapas del estudio

Las etapas del estudio son las siguientes:

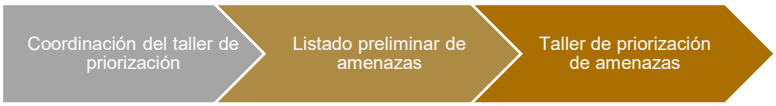
- **Etapa 1. Ajuste metodológico del estudio:** En esta etapa se definen las amenazas climáticas a abordar desde el punto de vista del riesgo climático mediante un proceso de priorización participativa con actores clave de la contraparte. Además, se define el marco metodológico detallado del estudio, identificando actividades, procedimientos técnicos y plazos.

- **Etapa 2. Conceptualización de componentes y levantamiento de información:** Esta etapa parte con la conceptualización del riesgo climático y los sistemas críticos. Además, se compila y sistematiza la información geoespacial y/o tabular necesaria para la caracterización y construcción de índices para las amenazas, vulnerabilidad y exposición.

- **Etapa 3. Determinación de las amenazas, exposición y vulnerabilidad:** En esta etapa se abordan los componentes que conforman el riesgo climático comunal: amenazas, exposición y vulnerabilidad. Cada componente es caracterizado a escala comunal, evaluando patrones espaciales, distribución y magnitudes. Además, se desarrollan los índices normalizados para cada componente del riesgo, lo que permitirá el cálculo del riesgo comunal en la etapa siguiente.

- **Etapa 4. Riesgo comunal y medidas de adaptación:** En esta etapa se calcula el riesgo comunal utilizando los índices de amenaza, exposición y vulnerabilidad de la etapa anterior. Además, se determinan las áreas homogéneas de riesgo y se identifican las áreas prioritarias para implementar medidas de adaptación. Se desarrolla una matriz con medidas de adaptación las que son asociadas con las áreas homogéneas en un Sistema de Información Geográfica, configurando una herramienta de gestión para enfrentar la vulnerabilidad territorial frente a las amenazas según sistema crítico. Finalmente, se generan perfiles de riesgo por unidad vecinal, resumiendo en una ficha el comportamiento de los componentes del riesgo (amenazas, exposición y vulnerabilidad) y las medidas de adaptación recomendadas.

E1. Priorización de amenazas climáticas



En esta etapa se definen las amenazas climáticas a abordar desde el punto de vista del riesgo climático mediante un proceso de priorización participativa con actores clave de la contraparte. Además, se define el marco metodológico detallado del estudio, identificando actividades, procedimientos técnicos y plazos. Para esto último, referirse al informe individual de la etapa.

Contenidos:

I. Priorización de amenazas climáticas

I. PRIORIZACIÓN DE AMENAZAS CLIMÁTICAS

1. Reunión inicial y coordinación del taller de priorización

Para poner en marcha la ejecución del proyecto, se agendó una reunión inicial de coordinación con el equipo municipal. Durante esta reunión se realizó ronda de introducciones y se dieron a conocer las expectativas y el alcance del estudio. Esta actividad definió aspectos clave para el enfoque del análisis a desarrollar, entre ellos los objetivos de planificación y gestión que el equipo municipal tiene considerado para el estudio y la coordinación factible con otros departamentos municipales. Además, se esclarecieron necesidades inmediatas de comunicación relativas a solicitudes de información y se coordinaron los aspectos logísticos y técnicos del taller de priorización de amenazas.

2. Identificación del listado preliminar de amenazas

Las amenazas climáticas son fenómenos y eventos físicos y/o actividad humana exacerbadas por la variabilidad climática de impacto potencialmente perjudicial, que puede causar la pérdida de vidas o lesiones, daños materiales, interrupción social y económica o degradación ambiental (UNDDR, 2009). Tienen una expresión diferenciada dependiendo del contexto geográfico y temporal. En este sentido, existen amenazas de expresión regional, las que se presentan en forma de eventos que afectan a una o más de una región, y también local, es decir eventos focalizados cuyo alcance es variable, pudiendo afectar a la totalidad del territorio comunal o parte de él. A continuación, se explican los pasos seguidos para la identificación del listado preliminar de amenazas.

a. Revisión documental y bibliográfica

La búsqueda considera aquellas amenazas regionales y locales que, según estudios realizados durante los últimos años, pueden ocurrir en la comuna. Estas amenazas conforman un listado preliminar, el que posteriormente será priorizado por el equipo municipal en función de su experiencia local**.** A continuación, se listan los estudios e informes revisados para el listado preliminar de amenazas:

.

- Estrategia Nacional de Cambio Climático.
- Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2008-2012 (PNACC I).
- Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2014.
- Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022 (PNACC II).
- Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales 2017-2025.
- Plan de Adaptación al Cambio Climático para Ciudades 2018-2022.
- Estrategia de Resiliencia Región Metropolitana de Santiago 2017.
- Cambio Climático en la Región Metropolitana 2017.
- Propuesta de Plan de Adaptación al Cambio Climático para la Región Metropolitana de Santiago de Chile 2012.
- Informe de riesgos climáticos para la Región Metropolitana 2020.
- Plan local de cambio climático Comuna de Providencia 2015.
- Guía para Gestión Local del Cambio Climático.
- Estudio de riesgos y protección ambiental Comuna de Providencia 2005.
- Estrategia hídrica local 2020-2030 Municipalidad de Providencia 2020.

b. Listado preliminar de amenazas

En base a la revisión se seleccionaron siete amenazas de origen climático. En el listado se incluyen amenazas que se presentan como fenómenos regionales y/o locales que se hayan registrado previamente en el territorio comunal en forma de evento registrado o potencial.

- **Inundación:** Las inundaciones como amenaza climática son procesos de acumulación de agua superficial. Tienen diversas definiciones dependiendo de la naturaleza del fenómeno, pudiendo manifestarse a nivel comunal como fluviales, o eventos en los que una masa de agua sale de su cauce y cubre áreas que regularmente se encuentran en estado seco, manifestándose principalmente como crecidas de cursos de agua y desborde de cuerpos de agua como lagos y lagunas (ONEMI, 2012), o urbanas, en forma de inundaciones repentinas, inundaciones en puntos del tejido urbano por mal drenaje e inundaciones de alcantarillado. Entre las causas de las inundaciones se cuentan como relevantes para el riesgo climático las precipitaciones intensas y/o duraderas, deshielos, rotura o colapso de infraestructura de drenaje o de matriz de agua potable (aguas lluvias y/o aguas servidas) debido a fenómenos meteorológicos extremos.

- **Sistema frontal (viento/lluvia):** Tormentas y/o episodios meteorológicos provocados por zonas de contacto entre dos masas de aires de distinta temperatura, humedad y/o densidad. Se caracterizan por manifestar vientos y/o lluvia de gran intensidad y son potencialmente destructivos.

- **Ola de calor:** La amenaza de ola de calor se define como un período de tres días consecutivos en que las temperaturas máximas diarias registran valores poco frecuentes que superan el percentil 90% de distribución para el período 1981-2010 de un lugar determinado. Si el evento se presenta por cinco o más días continuos, se denomina Ola de Calor Extrema (DMC).

- **Ola de frío:** Período de tres días consecutivos en que las temperaturas mínimas diarias registran valores poco frecuentes que no sobrepasan el percentil 5% en las temperaturas mínimas de una localidad en particular. Si el evento se presenta por cinco o más días continuos, se denomina Ola de Frío Extrema (ONEMI, 2021).

- **Sequía:** La sequía consiste en un periodo prolongado de tiempo con niveles de precipitación considerablemente inferior a la normal registrada, lo que causa una disminución apreciable en el caudal de los ríos y en el nivel de los lagos y/o en el agotamiento de la humedad del suelo y el descenso de los niveles de aguas subterráneas, afectando negativamente los sistemas de producción y en casos extremos, el abastecimiento para consumo humano (ONEMI, 2021).

- **Incendio forestal:** Fuego que, sin importar su origen y tamaño, se propaga sin control en terrenos rurales y áreas de interfaz, a través de vegetación leñosa, arbustiva o herbácea, viva o muerta (ONEMI, 2021).

- **Remoción en masa:** Proceso gravitatorio de movilización de una porción de terreno hacia una cota inferior, la que puede estar compuesta de suelo, sedimentos y/o roca, en diversas proporciones con múltiples tipologías y causas (ONEMI, 2017). En la Región Metropolitana, las precipitaciones provocan en manera predominante remociones de tipo flujo de barro y detritos, de alta rapidez y peligrosidad para áreas cercanas a laderas.

3. Taller de priorización de amenazas

Se realizó un taller con funcionarios municipales con el objetivo de priorizar un máximo de cinco amenazas climáticas del listado preliminar. Para tal efecto se diseñó una herramienta de priorización participativa, la que fue presentada en un taller vía la plataforma Zoom. El taller contó con las siguientes secciones:

- Antecedentes del ERVCP.
- Conceptos y definiciones en torno al riesgo climático.
- Las amenazas desde la perspectiva de los impactos.
- Matriz de priorización de amenazas.

Los contenidos del taller permitieron a los participantes incorporar conceptos y definiciones necesarias para la priorización. En la sesión se instruyó a los participantes en la forma de llenado de la matriz, haciendo hincapié en utilizar la experiencia propia en el territorio comunal para evaluar el impacto potencial de amenazas climáticas sobre un conjunto de elementos expuestos de la comuna.

a. Matriz de priorización

Fue desarrollada en Google Sheets y toma la forma de una matriz de doble entrada con las amenazas en el eje Y (vertical) y los elementos expuestos en el eje X (horizontal). Se consideraron 28 elementos expuestos divididos en cuatro categorías como muestra la figura.

	Infraestructuras	Servicios y Equipamientos	Actividades Económicas	Sector Demográfico
	Elemento 1	**Elemento 2**	**Elemento 3**	**Elemento n…**
Inundación				
Sistema frontal (viento / lluvia)				
Ola de calor				
Ola de frío				
Sequía				
Incendio forestal				
Remoción en masa				

Figura 2. Estructura de los ejes de la matriz de priorización. Fuente: elaboración propia.

b. Forma de evaluación

Los participantes evaluaron cualitativamente la magnitud probable del impacto de cada una de las siete amenazas sobre cada elemento expuesto con la siguiente rúbrica:

0	Impacto nulo
1	Impacto menor
2	Impacto medio
3	Impacto mayor

Figura 3. Rúbrica de evaluación. Fuente: elaboración propia.

Para la evaluación cualitativa se definió el impacto en cada categoría de elemento expuesto:

- **Impacto en infraestructuras**: Daño o degradación material de las infraestructuras.
- **Impacto en servicios y equipamientos**: Interrupción al servicio o daño material al equipamiento.
- **Impacto en actividades económicas**: Interrupción en el funcionamiento de las actividades.
- **Impacto en sector demográfico**: Pérdida de vidas o lesiones.

Asimismo, se instruyó a los participantes respecto de las siguientes consideraciones para facilitar la evaluación:

- En muchos casos el impacto será nulo y es válido por lo tanto ingresar un valor 0.
- Para elementos expuestos similares en los que es difícil hacer una distinción del nivel de impacto, puede evaluarlos con el mismo valor.
- Si no está seguro de la existencia de impactos, deje en blanco la celda.
- No es necesario realizar investigación acerca de los impactos. Importa el conocimiento y experiencia propia.

A cada participante se le asignó una matriz individual con su nombre y se procedió a iniciar el ejercicio de llenado al final de la sesión. Se utilizó un formato condicional para colorear automáticamente la magnitud del impacto y observar de esta forma los patrones de relación entre amenaza y elemento expuesto.

	Infraestructuras	Servicios y Equipamientos	Actividades Económicas	Sector Demográfico
	Elemento 1	**Elemento 2**	**Elemento 3**	**Elemento n…**
Inundación	3	3	1	3
Sistema frontal (viento / lluvia)	1	3	0	2
Ola de calor	1	2	2	3
Ola de frío	3	3	1	3
Sequía	1	3	0	2
Incendio forestal	1	2	2	3
Remoción en masa	3	3	1	3

Figura 4. Ejemplo esquemático de la matriz con valores de evaluación. Fuente: elaboración propia.

c. Resultados de la priorización

Participaron del ejercicio de priorización un total de 58 funcionarios municipales de diversas direcciones. De estos, 25 personas completaron el ejercicio integralmente de acuerdo a las instrucciones (43%) y cuatro completaron parcialmente la matriz, es decir, llenando sólo algunas celdas. Por otro lado, 29 personas dejaron la matriz totalmente en blanco sin realizar el ejercicio (50%). Las respuestas recibidas fueron promediadas en una sola matriz de resultados y se realizó una lectura analítica de esta para identificar aquellas amenazas con mayor incidencia en los elementos expuestos.

Es posible detectar dos patrones de impactos en la matriz de resultados: extendidos y puntuales. Sólo dos amenazas presentan impactos extendidos, es decir una afectación en la mayoría de los elementos expuestos de la comuna. Para el resto de las amenazas, los participantes identificaron impactos en elementos aislados, no necesariamente concentrados en alguna categoría particular.

Impactos extendidos

La inundación es la amenaza con los impactos más extendidos en el territorio comunal. Destacan impactos en las infraestructuras de agua, alcantarillado y red vial y equipamientos como centros de salud, centros educacionales, plazas y parques. También el servicio de transporte público y recolección de basura. Comercio y servicios aparecen como las actividades económicas más impactadas, mientras que los adultos mayores son priorizados como el grupo etario más vulnerable a esta amenaza.

En segundo lugar, en cuanto a una mayor afectación en los elementos expuestos, aparece la amenaza de sistema frontal. Destacan valores elevados de impacto en la categoría de infraestructuras, con afectación en la red eléctrica y arbolado urbano, y luego valores medios en la categoría de servicios y equipamiento, destacando elementos como plazas y parques. Si bien las categorías de actividades económicas y sector demográfico presentan impactos, son en general menores que las categorías anteriores.

Impactos puntuales

En el patrón de impactos puntuales, destacan las amenazas de ola de calor, ola de frío y sequía. De acuerdo con los participantes, la ola de calor impactaría principalmente a la vegetación urbana y arbolado y, con ello, a los parques y plazas de la comuna. También identificaron impactos en los niños y adultos mayores, lo que es coincidente con los patrones de impacto de esta amenaza en otros contextos. Junto con la sequía, la ola de calor presenta el valor promedio de impacto más alto en la matriz de resultados (2,8). La amenaza de ola de frío coincide con la ola de calor en término de los elementos impactados; sin embargo, los valores son comparativamente menores. La sequía presenta impactos puntuales elevados en la provisión de agua y en la infraestructura verde comunal (árboles y vegetación), incluyendo también los parques y plazas. Al igual que las dos amenazas anteriores, se identifican a los niños y adultos mayores como grupos vulnerables.

Finalmente, las amenazas de incendio forestal y remoción en masa no muestran niveles de impacto que sean destacables, ya sea extendidos o puntuales. Lo anterior puede deberse a que estas amenazas se manifiestan en sectores acotados de la comuna (únicamente en el Cerro San Cristóbal). Así, al no ser amenazas distribuidas territorialmente, su impacto en elementos expuestos tiende a ser menor, poco frecuente o bien nulo.

Considerando los resultados, el equipo consultor propuso enfocarse en cuatro amenazas que tienen incidencia local y que se manifiestan también a escala regional[1]. Lo anterior es importante puesto que algunas amenazas poseen interdependencias y su impacto local puede estar asociado a una manifestación física de la amenaza fuera del territorio comunal. Las amenazas propuestas son:

1. Inundación
2. Ola de calor
3. Sistema frontal (viento/lluvia)
4. Sequía

La contraparte técnica aprobó el listado de amenazas priorizadas. Las amenazas climáticas corresponden al primer componente necesario para el cálculo del riesgo climático comunal.

[1] Se decide dejar fuera la ola de frío, puesto que este fenómeno no ha sido relevante a nivel regional en términos de impacto.

	INFRAESTRUCTURAS								
	Suministro de agua y alcantarillado	Red eléctrica e internet	Red de gas	Red de telefonía móvil (antenas)	Red vial	Red ciclovías	Mobiliario urbano y luminarias	Arbolado urbano	Vegetación urbana (paisajismo)
Inundación	**2,6**	**1,8**	**1,1**	**1,1**	**2,4**	**2,0**	**1,6**	**1,3**	**1,9**
Sistema frontal (viento/lluvia)	**2,3**	**2,5**	**1,1**	**2,2**	**2,1**	**2,0**	**1,9**	**2,6**	**2,2**
Ola de calor	**1,6**	**1,2**	**0,8**	**0,6**	**0,7**	**0,8**	**0,5**	**2,5**	**2,3**
Ola de frío	**1,5**	**1,1**	**1,1**	**0,6**	**1,0**	**1,0**	**0,5**	**2,0**	**2,3**
Sequía	**2,6**	**1,2**	**0,6**	**0,5**	**0,5**	**0,7**	**0,6**	**2,8**	**2,7**
Incendio forestal	**1,0**	**1,3**	**1,0**	**1,4**	**0,9**	**0,7**	**1,0**	**2,2**	**1,9**
Remoción en masa	**1,4**	**1,0**	**0,7**	**0,9**	**1,3**	**1,2**	**1,1**	**1,6**	**1,5**

Figura 5. Matriz de resultados para Infraestructuras. Fuente: elaboración propia.

	SERVICIOS Y EQUIPAMIENTOS									
	Centros de salud	Establecimientos educacionales (jardines infantiles, colegios, liceos)	Recintos deportivos	Centros comunitarios y culturales	Plazas y parques	Transporte público	Carabineros	Seguridad ciudadana	Bomberos	Recolección de basura
Inundación	**2,1**	**2,2**	**1,5**	**1,6**	**2,2**	**2,5**	**1,8**	**1,9**	**1,8**	**2,5**
Sistema frontal (viento/lluvia)	**1,8**	**1,9**	**1,5**	**1,5**	**2,2**	**2,0**	**1,5**	**1,6**	**1,6**	**1,9**
Ola de calor	**1,8**	**1,6**	**1,3**	**1,1**	**2,2**	**1,0**	**1,0**	**1,1**	**1,6**	**1,3**
Ola de frío	**2,0**	**1,6**	**1,0**	**1,0**	**1,8**	**1,1**	**0,9**	**1,0**	**1,0**	**1,0**
Sequía	**1,8**	**1,9**	**1,5**	**1,5**	**2,7**	**0,6**	**0,8**	**0,8**	**1,8**	**0,8**
Incendio forestal	**0,9**	**0,7**	**0,5**	**0,8**	**1,7**	**0,4**	**1,1**	**1,1**	**1,6**	**0,5**
Remoción en masa	**1,0**	**0,7**	**0,4**	**0,8**	**1,3**	**0,4**	**0,9**	**1,0**	**1,2**	**0,7**

Figura 6. Matriz de resultados para Servicios y Equipamientos. Fuente: elaboración propia.

	ACTIVIDADES ECONÓMICAS					SECTOR DEMOGRÁFICO			
	Comercio menor y mayor	Servicios (financieros, comunitarios sociales, salud, personales)	Hotelería y gastronomía	Construcción	Inmobiliario	Niños (0-14)	Jóvenes (15-29)	Adultos (30-59)	Adultos mayores (60+)
Inundación	**2,4**	**2,1**	**2,0**	**2,2**	**2,0**	**1,8**	**1,5**	**1,6**	**2,2**
Sistema frontal (viento/lluvia)	**1,6**	**1,5**	**1,5**	**1,7**	**1,3**	**1,8**	**1,2**	**1,3**	**2,1**
Ola de calor	**1,0**	**0,9**	**0,9**	**1,4**	**1,0**	**2,5**	**1,4**	**1,5**	**2,8**
Ola de frío	**1,0**	**1,0**	**1,0**	**1,2**	**0,8**	**2,3**	**1,3**	**1,4**	**2,7**
Sequía	**1,4**	**1,6**	**1,5**	**1,4**	**1,1**	**2,0**	**1,6**	**1,6**	**2,2**
Incendio forestal	**0,6**	**0,5**	**0,8**	**0,5**	**0,3**	**1,6**	**1,0**	**1,0**	**1,8**
Remoción en masa	**0,5**	**0,5**	**0,6**	**0,6**	**0,4**	**0,9**	**0,8**	**0,8**	**1,0**

Figura 7. Matriz de resultados para Actividades Económicas y Sector Demográfico. Fuente: elaboración propia.

E2. Conceptualización de componentes y levantamiento de información



Esta etapa parte con la conceptualización del riesgo climático y los sistemas críticos. Además, se compila y sistematiza la información geoespacial y/o tabular necesaria para la caracterización y construcción de índices para las amenazas, vulnerabilidad y exposición.
Contenidos:

I. Conceptualización de componentes
II. Levantamiento y sistematización de la información

I. CONCEPTUALIZACIÓN DE COMPONENTES

1. Riesgo

a. Conceptualización

El riesgo posee diversas definiciones dependiendo del contexto en que se ocupe (Zonensein et al., 2008). De acuerdo a la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción de Riesgo de Desastre, en un contexto de fenómenos naturales el riesgo es la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas (UNISDR, 2009).

Desde la perspectiva de la planificación territorial, el riesgo es la probabilidad de que en un contexto geográfico determinado y en un período de tiempo limitado, ocurran alteraciones severas en el funcionamiento normal de los asentamientos humanos (exposición) debido a la interacción de eventos físicos (amenazas) con el sistema social (vulnerabilidad).

Así, la evaluación del riesgo requiere de un análisis de sus componentes: las amenazas climáticas potenciales y las condiciones existentes de exposición y vulnerabilidad, que, en su conjunto, podrían dañar a la población, bienes, infraestructura y entorno (UNISDR, 2017).

Cabe mencionar que el riesgo es un estado latente que se materializa en un desastre cuando confluyen simultáneamente condiciones de una perturbación física externa –en este caso, amenazas climáticas– y debilidades inherentes de los elementos humanos (Lavell et al., 2012). Así, es importante destacar la relación de interdependencia entre los componentes del riesgo. No se puede hablar de riesgo si el elemento vulnerable no está expuesto a amenazas, si no hay elementos expuestos, o bien, si el elemento expuesto no es vulnerable ante la acción potencial que representa una amenaza (Cardona, 2001). Es decir, la ausencia de cualquiera de los componentes implica la inexistencia del riesgo.

b. Aproximación analítica al riesgo

El cálculo del riesgo climático consiste en la combinación analítica de sus tres componentes: amenazas, exposición y vulnerabilidad. Cada componente es calculado como un índice geográfico normalizado. Tanto la construcción de índices como el análisis del riesgo se realizó en el software ArcGIS Pro de ESRI. La fórmula general del riesgo es la siguiente:

$$Rg = \{(Ai) \times (Ei) \times (Vi)\}$$

Donde:

- Rg: Riesgo climático
- Ai: Índice general de amenaza
- Ei: Índice general de exposición
- Vi: Índice general de vulnerabilidad

Cada índice corresponde a una capa geográfica o geoespacial en formato *raster,* que es un formato que representa información continua en el que cada pixel es un dato o valor. Los índices tienen una resolución espacial de 10 metros y se normalizaron con valores entre 0 a 1 que representan el grado de amenaza, exposición o vulnerabilidad.

La normalización es necesaria puesto que cada componente tiene, generalmente, una escala particular para expresar su grado, nivel o intensidad. Se utilizó el método *Designación de unidades valorativas* propuesto por Carvacho (2011), ya utilizado previamente para indicadores de riesgo climático y zonas de catástrofe (Henríquez et al., 2016).

$$P_i = \begin{cases} X_i \geq \bar{x} \rightarrow P_{med} + (X_i - \bar{x})\ x\ R_{sup} \\ X_i < \bar{x} \rightarrow P_{min} + (X_i - x_{min})\ x\ R_{inf} \end{cases}$$

$$R_{sup} = \frac{P_{max} - P_{med}}{X_{max} - \bar{x}}$$

$$R_{inf} = \frac{P_{max} - P_{med}}{\bar{x} - X_{min}}$$

Donde:

- Pi: puntaje normalizado (0 a 1)
- Xi: valor
- X: promedio
- X*min*: valor mínimo
- X*max*: valor máximo
- R*sup*: razón de puntaje asignado sobre el promedio
- R*inf*: razón de puntaje asignado bajo el promedio

Dependiendo de la estructura de los datos, se podrá utilizar una forma simplificada de normalización:

$$X_{normalized} = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{max}}$$

Donde:

- X*normalized:* Valor normalizado
- X: Valor del pixel correspondiente a la amenaza
- X*min*: Valor mínimo de todos los pixeles
- X*max*: Valor máximo de todos los pixeles

2. Amenaza

a. Conceptualización

También asociada a “peligro”, se entiende como amenaza la probabilidad y/o intensidad esperada de eventos adversos en un lugar y momento definido. Las amenazas climáticas se asocian comúnmente a cambios en los patrones hidrometeorológicos que generan condiciones de estrés sobre los sistemas naturales y sociales. Si bien estos fenómenos son propios de la historia natural del planeta, durante las últimas décadas estos se han exacerbado producto del cambio climático, produciendo graves impactos sobre dichos sistemas. Se consideran cuatro amenazas climáticas en este estudio, de acuerdo a la priorización realizada en la E1.

b. Aproximación analítica a las amenazas

Caracterización

Las amenazas se caracterizaron respecto de los eventos ocurridos y/o probabilidad de ocurrencia en los últimos 20 años[2], considerando la temporalidad de los datos disponibles para cada amenaza. Se utilizaron distintos formatos de información, incluyendo modelaciones geoespaciales y registros estadísticos de variables e índices climatológicos. La caracterización, a su vez, puede estar asociada a dos tipos de información: probabilidad o evento.

- **Probabilidad:** Información que da cuenta del grado de peligro o susceptibilidad de un lugar en un momento determinado, es decir, datos espaciales de amenazas cuyos elementos principales ya han sido estudiados.
- **Evento:** Información sobre elementos o variables que pueden ser utilizadas para el análisis de cada amenaza, esta información puede contener datos de eventos ocurridos en el pasado o bien contener información respecto de parámetros que inciden en la ocurrencia de evento

Índice general de amenaza

El índice general de amenaza se construyó a partir de la suma lineal del puntaje normalizado de la caracterización de las amenazas[3]. Este resultado también se normalizó entre 0 y 1 de acuerdo a la fórmula simplificada descrita anteriormente. La suma lineal toma la siguiente forma conceptual:

$$Ag = \sum_{1}^{n} Pi(Ai)$$

Donde:

- Ag: Índice general de amenaza
- Pi(Ai): Puntaje normalizado de cada amenaza

El resultado del índice general de amenaza es una capa geográfica de tipo *raster* que, al igual que los índices individuales de cada amenaza, posee una resolución de 10 metros y con valores que van de 0 a 1. Este conforma el primer insumo para el cálculo del riesgo climático comunal.

[2] Se priorizó abarcar rangos temporales más amplios en caso de existir registros históricos.
[3] El listado y tipos de información utilizada para caracterizar cada amenaza y construir el índice puede ser revisado en la sección de “sistematización” y en la E3.

3. Exposición y vulnerabilidad

a. Conceptualización

Tanto la exposición como la vulnerabilidad son componentes que deben ser entendidos respecto de los elementos que pueden ser impactados o dañados producto de amenazas. Dependiendo de los objetivos de la evaluación del riesgo, estos elementos pueden corresponder a poblaciones humanas, bienes públicos y privados, infraestructura, entorno natural, entre otros. En este estudio, los elementos expuestos se agrupan en tres sistemas comunales relevantes denominados sistemas críticos:

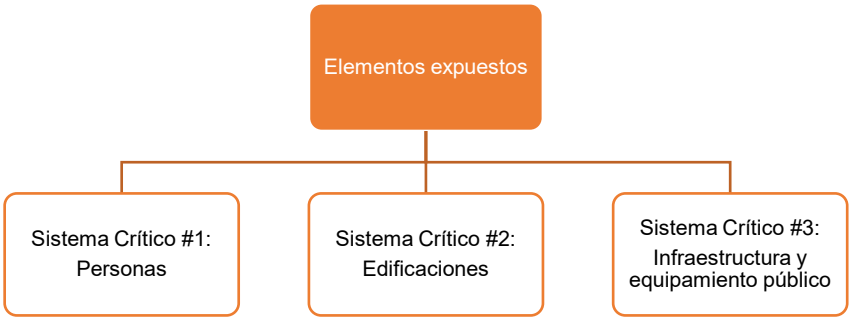


Figura 8. Sistemas críticos considerados. Fuente: elaboración propia.

- **Exposición:** Comprende aquellos elementos presentes en el territorio que, dada su localización, son potencialmente susceptibles de ser afectados por ocurrencia de eventos asociados a las amenazas climáticas. Un elemento se considerará expuesto cuando se localice en una zona donde exista amenaza. En este estudio los sistemas críticos se dividen en dimensiones que agrupan elementos similares y estos, a su vez, son representados por componentes que son variables geográficas que permiten individualizarlos y localizarlos.

- **Vulnerabilidad:** La vulnerabilidad se entiende como la susceptibilidad de los elementos expuestos de verse afectados negativamente por la ocurrencia de eventos asociados a amenazas climáticas. La vulnerabilidad se puede caracterizar en función de variables que reflejen cuan propenso está un grupo de personas o bienes de sufrir y/o soportar daño. En el presente estudio, estas variables son estructuradas como componentes de dimensiones que permiten caracterizar esta susceptibilidad para los sistemas críticos considerados para la comuna. A su vez, cada componente es una variable geográfica que permite representar dicha susceptibilidad.

Como se aprecia, en la exposición y vulnerabilidad los sistemas críticos son representados mediante dimensiones y componentes. En el diseño de las dimensiones y componentes se incorporaron los resultados propuestos del *Estudio de riesgo y vulnerabilidad climática 2020*[4] desarrollado por la Municipalidad en marco del proceso de actualización de sus instrumentos de planificación territorial.

[4] Los macro y micro factores del citado estudio corresponden a “dimensiones” y “componentes”, respectivamente, los cuales fueron adaptados y ajustados según la disponibilidad de información para la realización del presente estudio.

Componente del riesgo	Sistema crítico	Dimensión	Componente
Exposición	• Categoría mayor de elementos expuestos.	• Subcategoría temática que agrupa elementos expuestos (componentes) similares.	• Corresponde al elemento expuesto. • Toma la forma de una variable geográfica que permite localizar y cuantificar el elemento expuesto. • Responde a la pregunta de cuántos elementos están expuestos y dónde se encuentran.
Vulnerabilidad	• Categoría mayor de elementos expuestos.	• Subcategoría temática que agrupa componentes de susceptibilidad similares.	• Corresponde a la caracterización de la vulnerabilidad. • Toma la forma de una variable geográfica que refleja cuan propenso está un sistema crítico de sufrir y/o soportar daño. • Responde a la pregunta de cuán susceptible es dicho sistema.

Tabla 2. Definición de dimensión y componente para exposición y vulnerabilidad de los sistemas críticos. Fuente: elaboración propia.

b. Aproximación analítica a la exposición

Caracterización

La caracterización de la exposición consiste en catastrar los componentes de cada sistema crítico mediante su cuantificación y localización geográfica en la comuna. Cada componente es representado por una variable geográfica[5], la cual posee una dimensión y se asocia a un sistema crítico, como se observa en la tabla a continuación. Además, se evalúa la localización de los componentes respecto del índice general de amenaza. Esto permite cuantificar cuántos elementos están expuestos a un determinado nivel de amenaza.

Sistema crítico	Dimensión	Componentes
Exposición de las personas: consiste en las personas que viven en la comuna.	**Habitantes**	Habitantes
Exposición de las edificaciones: consiste en la individualización del uso residencial en las edificaciones, a partir de las viviendas existentes en la comuna.	**Viviendas**	Viviendas
Exposición de la infraestructura y equipamiento público: consiste en el número total y distribución de diversas infraestructuras y equipamientos comunales.	**Áreas verdes y recreación**	Plazas
		Parques
		Zonas de juegos infantiles
	Infraestructura vial	Ciclovías
		Calles
		Paraderos
	Infraestructura	Luminarias
		Arboledas
		Fuentes de agua
	Equipamiento comunal	Establecimientos educacionales
		Jardines y salas cuna
		Equipamiento deportivo
		Edificios policiales
		Cuarteles de bomberos
		Establecimientos de salud

Tabla 3. Dimensiones y componentes en el contexto de la exposición. Fuente: elaboración propia.

[5] El listado de variables para caracterizar la exposición puede ser revisado en la sección de “sistematización” y en la E3.

Índice general de exposición

Dado que cada elemento expuesto posee una unidad distinta para cuantificarlo (ej: hectáreas de plazas, número de personas, kilómetros de ciclovía, etc.), estos deben normalizarse con valores entre 0 y 1 para poder combinarlos en un índice único, utilizando la fórmula simplificada de normalización. Similar a los otros componentes del riesgo, el índice de exposición se construye a partir de la suma lineal del puntaje normalizado de cada componente agrupados por sistema crítico. El resultado también se normalizó entre 0 y 1. La suma lineal toma la siguiente forma conceptual:

$$Eg = \sum_{1}^{n} Pi(Ei)$$

Donde:

- Eg: Índice general de exposición
- Pi(Ei): Puntaje normalizado de cada elemento expuesto agrupado por sistema crítico.

El resultado del índice general de exposición es una capa geográfica de tipo *raster* que posee una resolución de 10 metros y con valores que van de 0 a 1. Este conforma el segundo insumo para el cálculo del riesgo climático comunal, el cual puede ser incorporado a la fórmula de cálculo.

c. Aproximación analítica a la vulnerabilidad

Caracterización

La caracterización de la vulnerabilidad consiste en la identificación de variables geográficas que permitan entender la susceptibilidad de los sistemas críticos. Cada componente se representa con variables geográficas[6] las que, mediante procesos analíticos, se transforman en un indicador. Este indicador posee una direccionalidad, es decir, en qué sentido un valor significa mayor o menor vulnerabilidad. Al igual que en la exposición, cada variable se asocia a una dimensión dentro de un sistema crítico particular.

Sistema crítico	Dimensión	Componente	Tipo de variables
Vulnerabilidad de las personas: consiste en características sociodemográficas de los habitantes de la comuna que los hacen más o menos vulnerables ante amenazas climáticas.	**Condición socioeconómica**	Nivel de estudios	Variables socioeconómicas, educativas y laborales.
		Ingresos	
	Relaciones sociales	Organizaciones comunitarias territoriales	Variable que indica el grado de organización a nivel vecinal.
	Salud	Edad	Variables que dan cuenta de aspectos que pueden afectar a la población vulnerable por temas de edad, discapacidad física o cognitiva.
		Personas con capacidades reducidas	
		Personas con factores de riesgo fisiológico	
		Residencias de adulto mayor	
Vulnerabilidad de las edificaciones: consiste en las características de las edificaciones y el	**Entorno urbano**	Densidad urbana	Variable acerca de la morfología urbana que relaciona densidad y vegetación.

[6] El listado de variables para caracterizar la vulnerabilidad puede ser revisado en la sección de “sistematización” y en la E3.

Sistema crítico	Dimensión	Componente	Tipo de variables
entorno urbano que inciden en la magnitud del impacto de las amenazas climáticas.	**Estructura y edificación**	Calidad de viviendas	Variable que indica características físicas del estado y materialidad de las viviendas.
Vulnerabilidad de la infraestructura y equipamiento público: consiste en las características físico-materiales de la comuna que inciden en la magnitud de los efectos de los eventos climáticos y la capacidad de enfrentarlos.	**Equipamiento para emergencias**	Centros de salud con sala de urgencias	Variables que indican servicios ligados servicios de salud y condiciones que presionan dichos servicios.
		Salud primaria	
		Presión demográfica	
	Espacio publico	Sistemas sanitarios	Variables ligadas a elementos físicos que pueden ayudar a mitigar efectos negativos de amenazas.
		Suelo permeable	
	Naturaleza urbana	Accesibilidad áreas verdes	Variables ligadas a sistemas de vegetación que son gestionados por el municipio y su contexto local.
		Especies adaptadas al clima	
		Sanidad de la vegetación	
		Telegestión del riego	
		Eficiencia en el uso del agua	
	Protección civil	Bomberos	Variables que dan cuenta de la presencia de servicios de emergencia.
		Policías	

Tabla 4. Dimensiones y componentes en el contexto de la vulnerabilidad. Fuente: elaboración propia.

Índice general de vulnerabilidad

Dado que cada componente de vulnerabilidad posee una unidad distinta para cuantificarlo, estos deben normalizarse con valores entre 0 y 1 para poder combinarlos en un índice único, utilizando la fórmula de normalización. Similar a los otros componentes del riesgo, el índice de vulnerabilidad se construye a partir de la suma lineal del puntaje normalizado de cada componente agrupados por sistema crítico. El resultado también se normalizó entre 0 y 1. La suma lineal toma la siguiente forma conceptual:

$$Vg = \sum_{1}^{n} Pi(Vi)$$

Donde:

- Vg: Índice general de vulnerabilidad
- Pi(Vi): Puntaje normalizado de cada componente de vulnerabilidad agrupado por sistema crítico.

El resultado del índice general de vulnerabilidad es una capa geográfica de tipo *raster* que posee una resolución de 10 metros y con valores que van de 0 a 1. Este conforma el tercer y último insumo para el cálculo del riesgo climático comunal, el cual puede ser incorporado a la fórmula de cálculo.

II. LEVANTAMIENTO Y SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

1. Determinación de las necesidades de información

Dada la necesidad de integrar transversalmente la gestión climática a nivel local, el levantamiento consideró un amplio espectro de información multisectorial a fin de perfilar el riesgo climático de manera integral, orientado a objetivos de sustentabilidad y reducción de riesgo de desastres.

a. Levantamiento

Se realizó un listado preliminar de información necesaria para el estudio y se definieron los canales de adquisición de esta. Los canales de adquisición fueron los siguientes:

- Solicitudes de información formales a la Municipalidad de Providencia.
- Solicitudes de información por transparencia.
- Solicitudes a centros de estudios especializados.
- Descargas directas de información pública, oficial y de libre acceso.

Los procesos de levantamiento de información fueron los siguientes:

Fuente	Canal	Fecha solicitud	Fecha respuesta	Contenido de la solicitud	Contenido de la respuesta	% de respuesta
M. de Providencia	Solicitud a contraparte	25 oct. 2022	2 dic. 2022	• Listado de datos según componente de riesgo y departamento municipal.	• Carpeta compartida en Google Drive con datos SIG y tabulares.	35%
M. de Providencia	Solicitud a contraparte	15 dic. 2022	> feb. 2022	• Listado priorizado de datos en base a la primera solicitud.	• Correo con datos en formato SIG y tabulares.	55%
M. de Providencia	Solicitud a contraparte	15 dic. 2022	23 dic. 2022	• Listado de datos requeridos del Estudio de Capacidad Vial (ECV).	• Carpeta compartida en Google Drive con datos SIG del estudio ECV.	100%
ONEMI (SENAPRED)	Solicitud por transparencia #AB004T0000917	8 nov. 2022	30 nov. 2022	• Alertas meteorológicas. • Monitoreo y/o afectación por eventos. hidrometeorológicos. • Puntos críticos por evento.	• SIG en línea con puntos críticos de invierno 2021-22.	33%
Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC)	Solicitud por transparencia #AD020T0004270	11 nov. 2022	2 dic. 2022	• Datos alertas meteorológicas de la DMC para Providencia entre 2000-22 en formato *shapefile*, KML o Excel.	• Archivos PDF de alertas meteorológicas 2015-22 para la RM.	100% (formato distinto al solicitado)
Observatorio de Ciudades UC (OCUC)	Solicitud a centro de estudio	3 ene. 2022	3 ene. 2022	• Metodología para la interpretación de campos del Indicador Socio Material Territorial (ISMT).	• Metodología en formato Word.	100%

Fuente	Canal	Fecha solicitud	Fecha respuesta	Contenido de la solicitud	Contenido de la respuesta	% de respuesta
Infraestructura de Datos Espaciales (IDE Chile y Ministeriales)	Descarga directa de información pública	Según necesidad	N/A	• Catastros de infraestructura y equipamiento. • Plan Regulador Comunal.	• Capas geográficas en formato *shapefile*.	100% Disponible
Instituto Nacional de Estadística (INE)	Descarga directa de información pública	Según necesidad	N/A	• CENSO 2017	• Capa geográfica en formato *shapefile.*	100% Disponible
Dirección Meteorológica de Chile	Descarga directa de información pública	Según necesidad	N/A	• Variables e índices climáticos	• Datos en formato tabular.	100% Disponible
Landsat 7-8 NASA	Descarga directa de información pública	Según necesidad	N/A	• Imágenes satelitales multiespectrales	• Series temporales en formato *raster.*	100% Disponible
Sentinel 2 ESA	Descarga directa de información pública	Según necesidad	N/A	• Imágenes satelitales multiespectrales	• Series temporales en formato *raster.*	100% Disponible
Desinventar	Descarga directa de información pública	Según necesidad	N/A	• Eventos de inundación en la RM	• Datos en formato tabular.	100% Disponible
Centro de la Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2)	Descarga directa de información pública	Según necesidad	N/A	• Índice de Sequía de Palmer	• Datos en formato tabular.	100% Disponible
Dirección General de Aguas (DGA)	Descarga directa de información pública	Según necesidad	N/A	• Decretos de Escasez Hídrica	• Datos en formato tabular.	100% Disponible
Climate Hazard Group InfraRed Precipitation with Station (CHIRPS)	Descarga directa de información pública	Según necesidad	N/A	• Precipitación promedio	• Series temporales en formato *raster.*	100% Disponible

Tabla 5. Procesos de levantamiento de información. Fuente: elaboración propia.

b. Formato de la información

Dada la naturaleza del estudio, el principal formato corresponde a archivos tipo *shapefile* y *raster,* que son los formatos de información geográfica o geoespacial más utilizados. Además, se compiló información en formato tabular, la mayoría en formato *xlsx (Excel). En menor grado, se utilizó información en formato texto desde archivos PDF. Para utilizar datos numéricos de un documento PDF se requirió transformarlos a un formato que permita realizar análisis como Excel o similar.

- **Shapefile:** Información vectorial (puntos, líneas, polígonos) con atributos. Cada geometría posee una identificación única y atributos en formato tabular con campos. La extensión del formato *shapefile* es *shp y puede ser leído por la mayoría de los programas SIG como ArcGIS, ArcGIS Pro y QGIS.

- **Raster:** Información continua en donde cada pixel o celda posee una dimensión espacial (resolución) y un valor (dato). El formato *raster* puede tener distintas extensiones, pero el más utilizado es el formato *tif (GeoTIFF). Este formato puede ser leído por la mayoría de los programas SIG como ArcGIS, ArcGIS Pro y QGIS.

- **Tabular:** Datos dispuestos en filas y columnas (campos de atributos). Puede o no contener campos con información de geolocalización (latitud, longitud) que permite especializar la información en un SIG. En el estudio se utilizaron tablas en formato .xlsx (Excel), las que también pueden ser leídas en un entorno SIG. En SIG, las tablas de atributos pueden tener otras extensiones de archivo como .dbf (dBASE) y .csv (Comma Separated Values).

- **PDF:** Formato de documento portátil para presentar e intercambiar documentos de forma electrónica con información de texto, tabla, imagen o hipervínculos, entre otros. La extensión de los archivos PDF es *pdf.

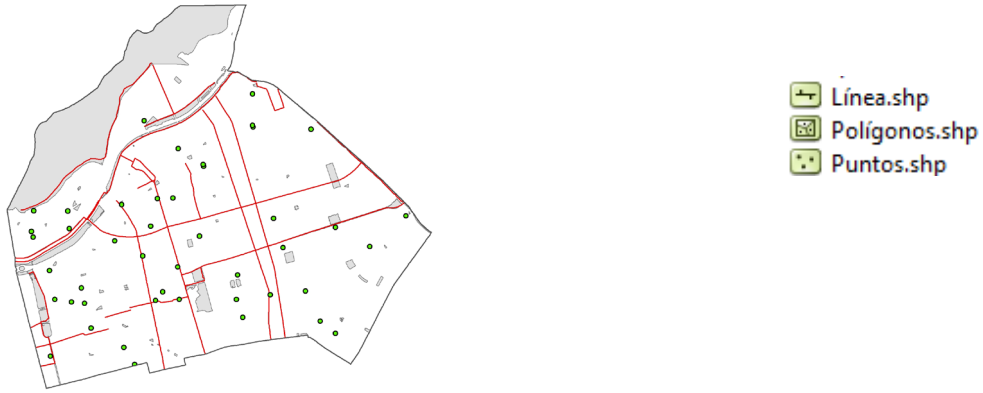


Figura 9. Ejemplo tres tipos de datos *shapefile*. Fuente: elaboración propia en base a dato compilado.

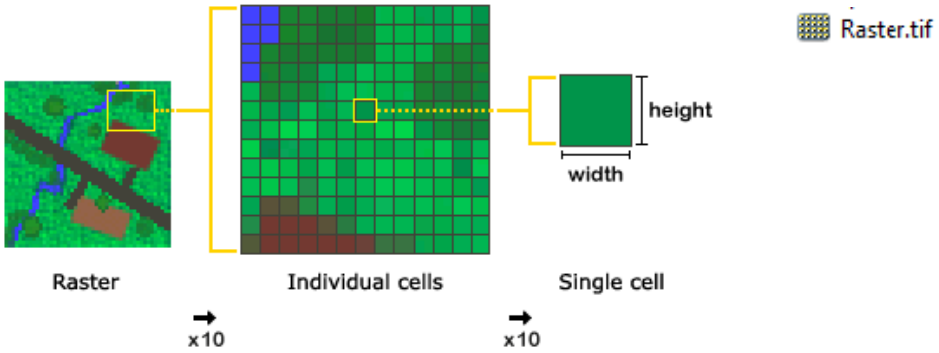


Figura 10. Estructura de un archivo *raster*. Fuente: ESRI.

	FID	Shape *	LAYER	CATEGORIA	ID	NOMBRE_PRC
▶	0	Polygon ZM	PARQUE	PqM	4	Sin Nombre I
	1	Polygon ZM	PARQUE	PqM	5	Sin Nombre II
	2	Polygon ZM	PARQUE		0	
	3	Polygon ZM	PARQUE	Pql	2	Manuel Rodríguez / Bustamante
	4	Polygon ZM	PARQUE	Pql	2	Manuel Rodríguez / Bustamante
	5	Polygon ZM	PARQUE	Pql	2	Manuel Rodríguez / Bustamante
	6	Polygon ZM	PARQUE	PqM	7	Nemesio Antúnez Zañartul
	7	Polygon ZM	PARQUE	PqM	6	Uruguay
	8	Polygon ZM	PARQUE	Pql	4	Inés de Suárez

Tabla.dbf

DAP	Altura Empresa	ALTURA	ESTADO	LATITUD	LONGITUD
11	1a15mt	8	1	-70,59912	-33,44427
3	1a15mt	3	1	-70,5992	-33,44422
14	1a15mt	10	1	-70,59922	-33,44417
23	1a15mt	13	1	-70,59921	-33,44404
3	1a15mt	4	1	-70,59917	-33,44423
3	1a15mt	3	1	-70,59911	-33,44405
18	1a15mt	12	1	-70,59926	-33,44412
3	1a15mt	3	1	-70,5992	-33,44403
3,5	1a15mt	3,7	1	-70,5992	-33,44396

Tabla.xlsx

Figura 11. Ejemplo de tabla de atributos para un *shapefile* (arriba) y tabla en formato Excel (abajo). Fuente: elaboración propia en base a dato compilado.

c. Revisión y compilación

Los datos recopilados se organizaron en carpetas según formato y tema. Luego, estos fueron inspeccionados visualmente para evaluar su estado e idoneidad para los objetivos del estudio. Para la inspección de datos geoespaciales se utilizó en el software ArcGIS Pro de ESRI, los datos tabulares se revisaron en Microsoft Excel y los documentos en Adobe Acrobat. Cabe mencionar que no todos los datos compilados son utilizados en el estudio.



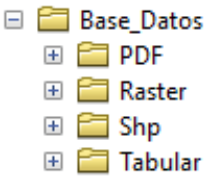


Figura 12. Softwares utilizados y estructura de carpetas de la compilación de los datos levantados. Fuente: elaboración propia.

2. Sistematización

El proceso de sistematización consiste en la preparación de los datos para los componentes analíticos del estudio y comprende:

- **Organización**: En base a la conceptualización de los componentes, la información se organiza en listados de datos, indicando el componente del riesgo al que corresponde, fuente, rango temporal o fecha, escala espacial y formato. Para amenazas, se incluye el tipo de información. Para el caso de exposición y vulnerabilidad se identifica además el sistema crítico, dimensiones y componentes.

- **Selección:** Se seleccionan los rangos temporales y escalas espaciales adecuadas para los objetivos del estudio y se eliminan los registros de datos con errores.

- **Armonización:** Los datos son armonizados en cuanto a formato y estructura y se organizan en carpetas para los procesos analíticos posteriores.

a. Listados de datos por componente del riesgo

A continuación, se presenta el listado de los datos sistematizados y armonizados por componente del riesgo, los que fueron utilizados en diversos procesos analíticos como caracterización y construcción de índices.

Amenaza

Amenaza	Dato	Fuente	Tipo	Rango temporal	Escala especial	Formato
Inundación	Zonas potencialmente saturables	Estudio de capacidad vial y movilidad urbana en la comuna de Providencia	Probabilidad	2022	Comunal	*Shapefile*
Inundación	Puntos Críticos Programa Invierno	ONEMI (Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres, SENAPRED)	Evento	2021-2022	Comunal y comunas de borde	*Shapefile*
Inundación	Eventos de inundación en la RM	DESINVETAR	Evento	1990-2014	Comunal	*Excel*
Inundación	Precipitación mensual año 2021 comparado con promedio 1961-1990	Dirección Meteorológica de Chile (DGAC-DMC)	Evento	1961-1990 y 2021	Santiago (Estación Quinta Normal)	*Excel*
Inundación	Índice de precipitación anual	Dirección Meteorológica de Chile (DGAC-DMC)	Evento	1990-2014	Santiago (Estación Quinta Normal)	*Excel*
Ola de calor	Olas de calor diurnas y olas de calor extremas	Dirección Meteorológica de Chile (DGAC-DMC)	Evento	2001-2022	Santiago (Estación Quinta Normal)	*Excel*
Ola de calor	Temperatura superficial (LST)	Landsat 8 NASA	Evento	2019	Comunal	*Raster*
Sistema frontal	Alertas meteorológicas	Dirección Meteorológica de Chile (DGAC-DMC)	Evento	2015-2022	Región Metropolitana	*Excel*

Amenaza	Dato	Fuente	Tipo	Rango temporal	Escala especial	Formato
Sistema frontal	Precipitación mensual	Dirección Meteorológica de Chile (DGAC-DMC)	Evento	1967-2922	Santiago (Estación Quinta Normal)	*Excel*
Sequía	Índice de Sequía de Palmer a 12 meses (Palmer Drought Index, PDSI)	Centro de la Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2)	Probabilidad	2000-2019	Región Metropolitana	*Excel*
Sequía	Índice de Sequía Estandarizada (SPI/IPE) a 12, 24 y 48 meses.	Dirección Meteorológica de Chile (DGAC-DMC)	Probabilidad	2000-2021	Santiago (Estación Quinta Normal)	*Excel*
Sequía	Decretos de Escasez Hídrica	Dirección General de Aguas (DGA)	Evento	2008-2022	Comunas de la Región Metropolitana	*Excel*
Sequía	Tendencia de la Temperatura Superficial (LST)	Landsat 8 NASA	Evento	2013-2022	Comunal	*Raster*
Sequía	Tendencia precipitación promedio diaria anual	Climate Hazard Group InfraRed Precipitation with Station (CHIRPS)	Evento	1981-2022	Región Metropolitana	*Raster*
Sequía	Tendencia promedio del índice de vegatación Normalized Vegetation Index (NDVI)	Landsat 7 NASA	Evento	2000-2022	Comunal	*Raster*

Tabla 6. Datos sistematizados y armonizados para el componente “amenaza”. Fuente: elaboración propia.

Exposición

Sistema crítico	Dimensión	Componente	Variable	Fuente de datos	Fecha	Escala espacial	Formato
Personas	Habitantes	Habitantes	N° y distribución de la población comunal	WorldPop, University of Sotuhampton y Censo (NE)	2017, 2019	Comunal	*Raster Shapefile*
Edificaciones	Viviendas	Viviendas	N° de viviendas por manzana	Censo, Instituto Nacional de Estadísticas (INE)	2017	Comunal	*Shapefile*
Infraestructura y Equipamiento Público	Áreas verdes y recreación	Plazas	Área de plazas	Estudio de capacidad vial y movilidad urbana en la comuna de Providencia	2022	Comunal	*Shapefile*
Infraestructura y Equipamiento Público	Áreas verdes y recreación	Parques	Área de parques	Estudio de capacidad vial y movilidad urbana en la comuna de Providencia	2022	Comunal	*Shapefile*
Infraestructura y Equipamiento Público	Áreas verdes y recreación	Zonas de juegos infantiles	Juegos infantiles	Municipalidad de Providencia	2022	Comunal	*Shapefile*

Sistema crítico	Dimensión	Componente	Variable	Fuente de datos	Fecha	Escala espacial	Formato
Infraestructura y Equipamiento Público	Infraestructura vial	Ciclovías	Red de ciclovías	Municipalidad de Providencia	2022	Comunal	*Shapefile*
Infraestructura y Equipamiento Público	Infraestructura vial	Calles	Red vial	Municipalidad de Providencia	2022	Comunal	*Shapefile*
Infraestructura y Equipamiento Público	Infraestructura vial	Paraderos	Ubicación de paraderos	Municipalidad de Providencia	2022	Comunal	*Shapefile*
Infraestructura y Equipamiento Público Infraestructura y Equipamiento Público	Infraestructura	Luminarias	Ubicación de luminarias	Municipalidad de Providencia	2022	Comunal	*Shapefile*
Infraestructura y Equipamiento Público	Infraestructura	Arboledas	Área de arboledas	Municipalidad de Providencia	2022	Comunal	*Shapefile*
Infraestructura y Equipamiento Público	Infraestructura	Fuentes de agua	Ubicación de fuentes de agua	Municipalidad de Providencia	2022	Comunal	*Shapefile*
Infraestructura y Equipamiento Público	Equipamiento comunal	Establecimientos educacionales	Ubicación de colegios, escuelas, liceos	Ministerio de Educación (MINEDUC)	2021	Comunal	*Shapefile*
Infraestructura y Equipamiento Público	Equipamiento comunal	Jardines y salas cuna.	Ubicación de jardines y salas cuna	Junta Nacional de Jardines Infantiles (JUNJI), Integra	2021	Comunal	*Shapefile*
Infraestructura y Equipamiento Público	Equipamiento comunal	Equipamiento deportivo	Ubicación centros deportivos municipales	Municipalidad de Providencia	2022	Comunal	*Shapefile*
Infraestructura y Equipamiento Público	Equipamiento comunal	Edificios policiales	Ubicación de comisarías y subcomisarías	Municipalidad de Providencia	2022	Comunal	*Shapefile*
Infraestructura y Equipamiento Público	Equipamiento comunal	Cuarteles de bomberos	Ubicación de compañías de Bomberos	Municipalidad de Providencia	2022	Comunal	*Shapefile*
Infraestructura y Equipamiento Público	Equipamiento comunal	Establecimientos de salud	Ubicación de establecimientos de salud públicos y privados	Ministerio de Salud (MINSAL)	2021	Comunal	*Shapefile*

Tabla 7. Datos sistematizados y armonizados para el componente “exposición”. Fuente: elaboración propia.

Vulnerabilidad

Sistema crítico	Dimensión	Componente	Variable	Fuente de datos	Fecha	Escala espacial	Formato
Personas	Condición socioeconómica	Nivel de estudios	Porcentaje de población con estudios de educación superior.	INE	2017	Zona censal	Shapefile
Personas	Condición socioeconómica	Ingresos	Porcentaje de población con ingresos bajos en la comuna.	OCUC	2022	Zona censal	Shapefile
Personas	Relaciones sociales	Organizaciones comunitarias territoriales	Nivel de actividad de las juntas de vecinos según unidad vecinal.	Municipio	2022	Unidad Vecinal	Excel
Personas	Salud	Edad	Población en edad vulnerable a eventos climáticos.	INE	2017	Manzana	Shapefile
Personas	Salud	Personas con capacidades reducidas	Población bajo control programa Dependencia Severa de los CESFAM de la comuna.	Municipalidad	2022	Manzana	Excel
Personas	Salud	Personas con factores de riesgo fisiológico	Población bajo control programa de Salud Cardiovascular de los CESFAM de la comuna.	Municipalidad	2022	Manzana	Shapefile
Personas	Salud	Residencias de adulto mayor	Presencia de establecimientos de larga estadía para el adulto mayor ELEAM.	Municipalidad	2022	Manzana	Excel
Edificaciones	Entorno urbano	Densidad urbana	Densidad de edificaciones de acuerdo a la clasificación de zonas climáticas locales.	DUPLA ECV	2022	Subcomunal	Shapefile
Edificaciones	Estructura y edificación	Calidad de viviendas	Viviendas en mal estado.	INE	2017	Manzana	Shapefile
Infraestructura y Equipamiento Público	Equipamiento para emergencias	Centros de salud con sala de urgencias	Accesibilidad a centros de salud con salas de urgencias de la comuna.	Ministerio de salud	2021	Subcomunal	Shapefile
Infraestructura y Equipamiento Público	Equipamiento para emergencias	Salud primaria	Accesibilidad a centros de salud primaria de la comuna.	Ministerio de salud	2021	Subcomunal	Shapefile
Infraestructura y Equipamiento Público	Equipamiento para emergencias	Presión demográfica	Nivel de concurrencia de población flotante.	Municipalidad	2022	Subcomunal	Shapefile
Infraestructura y Equipamiento Público	Espacio publico	Sistemas sanitarios	Accesibilidad a bebederos públicos de la comuna.	Municipalidad	2022	Subcomunal	Shapefile

Sistema crítico	Dimensión	Componente	Variable	Fuente de datos	Fecha	Escala espacial	Formato
Infraestructura y Equipamiento Público	Espacio publico		Accesibilidad a baños públicos de la comuna.	Municipalidad	2022	Subcomunal	Shapefile
Infraestructura y Equipamiento Público	Espacio publico	Suelo permeable	Superficies permeables en la comuna.	Municipalidad	2022	Subcomunal	Shapefile
Infraestructura y Equipamiento Público	Naturaleza urbana	Accesibilidad áreas verdes	Accesibilidad a plazas según manzana.	DUPLA ECV	2022	Manzana	Shapefile
Infraestructura y Equipamiento Público	Naturaleza urbana		Accesibilidad a parques según manzana.	DUPLA ECV	2022	Manzana	Shapefile
Infraestructura y Equipamiento Público	Naturaleza urbana	Especies adaptadas al clima	Especies arbóreas recomendadas para la Región Metropolitana.	Municipalidad	2022	Puntual	Excel
Infraestructura y Equipamiento Público	Naturaleza urbana	Sanidad de la vegetación	Estado de áreas verdes.	INE	2019	Subcomunal	Shapefile
Infraestructura y Equipamiento Público	Naturaleza urbana		Árboles con defectos.	Municipalidad	2022	Puntual	Excel
Infraestructura y Equipamiento Público	Naturaleza urbana	Telegestión del riego	Áreas verdes con sistema de telegestión de riego.	Municipalidad	2022	Subcomunal	Excel
Infraestructura y Equipamiento Público	Naturaleza urbana	Eficiencia en el uso del agua	Jardines sustentables ejecutados en la comuna.	Municipalidad	2022	Puntual	Excel
Infraestructura y Equipamiento Público	Protección civil	Bomberos	Accesibilidad a cuerpos de bomberos en la comuna.	Municipalidad	2022	Subcomunal	Shapefile
Infraestructura y Equipamiento Público	Protección civil	Policías	Accesibilidad a cuarteles de carabineros en la comuna.	Municipalidad	2022	Subcomunal	Shapefile

Tabla 8. Datos sistematizados y armonizados para el componente “vulnerabilidad”. Fuente: elaboración propia.

E3. Determinación de las amenazas, exposición y vulnerabilidad



En esta etapa se abordan los componentes que conforman el riesgo climático comunal: amenazas, exposición y vulnerabilidad. Cada componente es caracterizado a escala comunal, evaluando patrones espaciales, distribución y magnitudes. Además, se desarrollan los índices normalizados para cada componente del riesgo, lo que permitirá el cálculo del riesgo comunal en la etapa siguiente.

Contenidos:

I. Amenazas climáticas
II. Exposición de los sistemas críticos
III. Vulnerabilidad de los sistemas críticos

I. AMENAZAS CLIMÁTICAS

1. Inundación

Las inundaciones como amenaza climática son procesos de acumulación de agua superficial. Tienen diversas definiciones dependiendo de la naturaleza del fenómeno, pudiendo manifestarse a nivel comunal como fluviales, o eventos en los que una masa de agua sale de su cauce y cubre áreas que regularmente se encuentran en estado seco, manifestándose principalmente como crecidas de cursos de agua y desborde de cuerpos de agua como lagos y lagunas (ONEMI, 2012),
o urbanas, en forma de inundaciones repentinas, inundaciones en puntos del tejido urbano por mal drenaje e inundaciones de alcantarillado. Entre las causas de las inundaciones se cuentan como relevantes para el riesgo climático las precipitaciones intensas y/o duraderas, deshielos, rotura o colapso de infraestructura de drenaje (aguas lluvias y/o aguas servidas) debido a fenómenos meteorológicos extremos.

a. Caracterización de la amenaza de inundación

En base a la información secundaria disponible para este estudio, la amenaza de inundación se caracterizó con la siguiente información:

- **Probabilidad:** Datos de zonas potencialmente saturables proporcionados por la Municipalidad, levantados en el marco de la realización del *Estudio de capacidad vial y movilidad urbana en la comuna de Providencia* (ECV). La información disponible da cuenta de las zonas con mayor probabilidad de inundación por saturación, considerando para ello niveles de pendiente, morfología urbana y su relación con eventuales flujos superficiales y subsuperficiales. Los datos permiten una resolución de detalle de la probabilidad o grado de peligro potencial de inundación.

- **Evento:** Puntos Críticos Programa Invierno 2021-22 compilados por ONEMI (hoy SENAPRED), los cuales se asocian, principalmente, al malfuncionamiento de la infraestructura de drenaje urbano, tales como canales y colectores de aguas lluvia o alcantarillado. Los puntos críticos tienen asociado un nivel de peligro, en base a la información de evaluación sectorial realizada para el levantamiento de los datos. Se procuró considerar los puntos críticos de dentro de la comuna, así como aquellos de comunas aleñadas pero localizados en condición de borde.

- **Evento:** Registros de eventos de inundación de la base de datos DESINVENTAR para el período 1990-2014[7] en la Región Metropolitana, individualizando los eventos por comuna y comparando el registro con índices de precipitación anual.

Zonas potencialmente saturables

Estas zonas se distribuyen en gran parte del territorio comunal, con niveles más altos en zonas aledañas al río Mapocho y al Cerro San Cristóbal, en donde factores como la pendiente, geomorfología e hidrología local se asocian a una mayor susceptibilidad de inundación. Además, al sur del río se puede observar una mayor susceptibilidad de inundación hacia el surponiente, lo que se asocia a la dirección natural de flujos superficiales hacia el oeste debido a la inclinación de la pendiente por gradiente altitudinal. En este sentido, el perfil de elevación entre las calles Tobalaba en el oriente y General Bustamante muestra una clara disminución en la elevación hacia el poniente, con una inclinación promedio de entre 2,5% y 3,4%.

Las zonas amenazadas se localizan sobre ejes viales y espacios públicos abiertos, lo que se condice con la forma en que fue modelada esta amenaza, la que considera la acumulación de flujos

[7] 2014 es el último año disponible con datos para amenaza de inundación en la base de datos DESINVENTAR.

superficiales en base a la topografía y el área de captación aguas arriba de la zona evaluada. En consecuencia, los interiores de manzana presentan niveles bajos de amenaza ya que están mayoritariamente construidos.

Destacan además los siguientes sectores:

- Eje del río Mapocho con una concentración de áreas amenazadas en el Parque Balmaceda.
- A lo largo del Parque Bustamante.
- Ejes viales en sentido oriente-poniente como Francisco Bilbao, Pocuro, Eliodoro Yáñez, las que configuran bajadas naturales de agua desde la precordillera de los Andes.
- Franja comprendida entre Pedro de Valdivia y Antonio Varas desde Nueva Providencia hacia el límite sur de la comuna. Destacan aquí las zonas aledañas al parque Inés de Suarez y el eje Antonio Varas.
- El Canal San Carlos también se configura como una zona de amenaza.
- En el Cerro San Cristóbal destacan quebradas en sentido norte-sur las que desembocan en el barrio Pedro de Valdivia Norte.

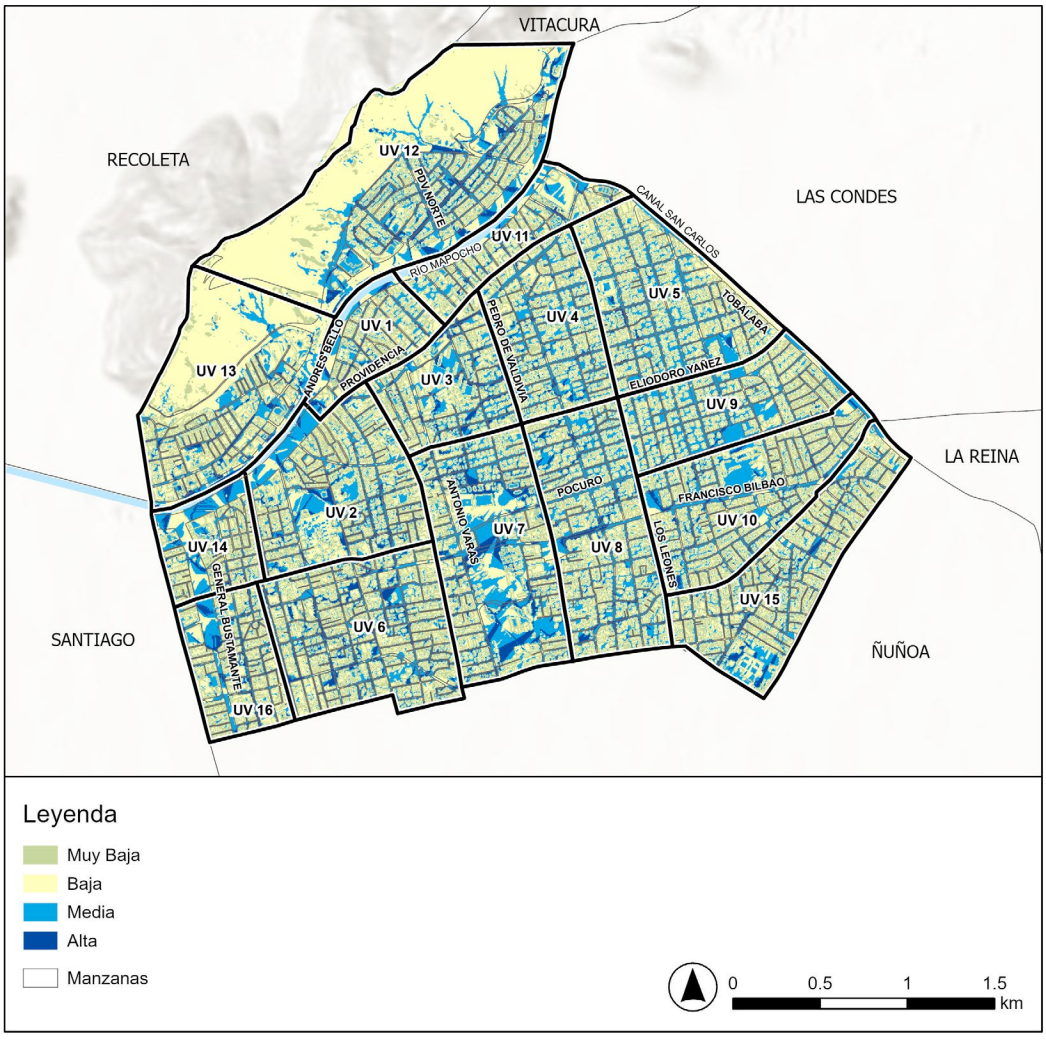


Figura 13. Zonas potencialmente saturables. Fuente: elaboración propia en base a modelación de estudio ECV.

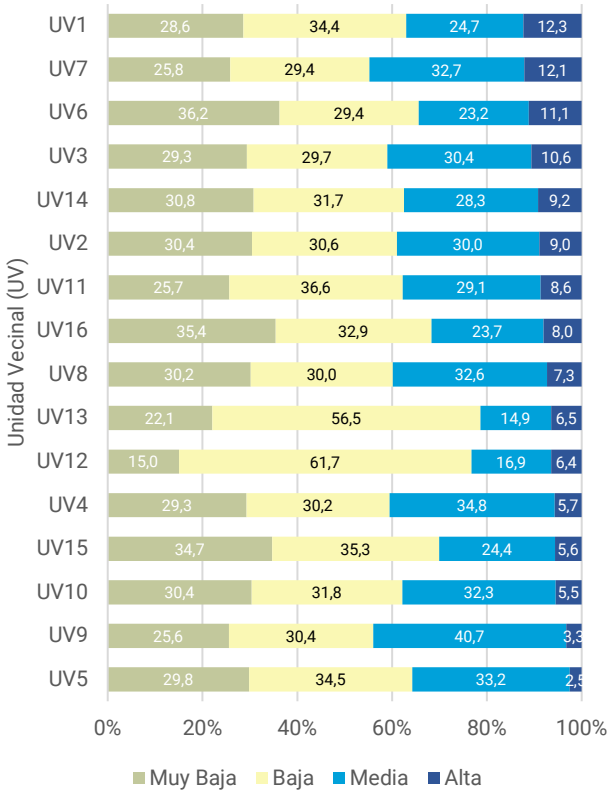


Figura 14. Porcentaje de la superficie de unidades vecinales afectadas por amenaza de inundación según clases de zonas potencialmente saturables. Fuente: elaboración propia en base estudio ECV.

Al agregar los datos a escala de Unidad Vecinal (UV), se observa que las UV1 y 11 en torno al río Mapocho configuran un eje de amenaza, con valores de 12,3% y 8,6% en nivel alto, respectivamente. El sector surponiente concentra UV con porcentajes de amenaza alta entre el 8-12%, configurando una zona altamente amenazada. Destaca también la UV9 que, si bien posee un menor porcentaje de su superficie en amenaza alta, posee el mayor porcentaje (40,7%) en amenaza media.

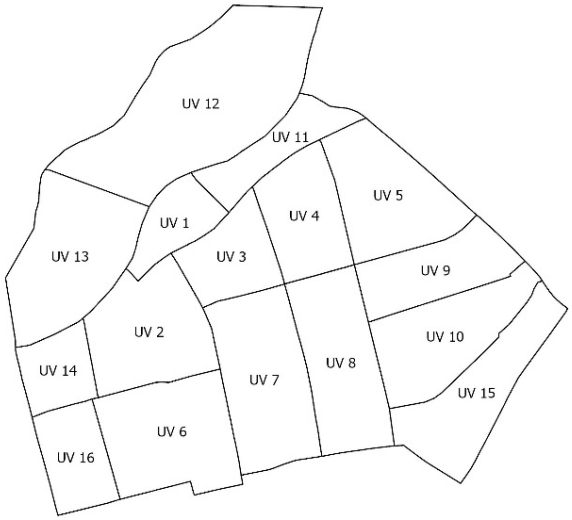


Figura 15. Mapa de referencia con unidades vecinales (UV). Fuente: elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Providencia.

Cabe mencionar que las zonas potencialmente saturables representan una probabilidad de afectación y la generación de impactos dependerá de una combinación de condiciones como:

- Eventos extremos de precipitación.
- Una mala gestión o afectación de la infraestructura de drenaje urbano.

Al analizar la precipitación, el *Reporte anual de la evolución del clima en Chile* (DMC-DGAC, 2021) indica que la zona central muestra un Índice Estandarizado de Precipitación negativo para los últimos 12 a 14 años, lo que es indicativo de una disminución de la cantidad de precipitación anual producto del cambio climático. Asimismo, todos los índices de precipitación construidos en base a los registros históricos entre 1961-2021 de la Estación Quinta Normal (DMC), muestran una tendencia por década negativa.

No obstante lo anterior, se comienzan a observar anomalías en la distribución temporal de las lluvias con precipitaciones de alta intensidad en meses inusuales. Por ejemplo, enero de 2021 concentró el 35% de la lluvia anual, siendo el mes más lluvioso del año. Es probable que estas anomalías se vuelvan más frecuentes considerando las distintas proyecciones de cambio climático para la zona central. Así, en el contexto de cambio climático, la amenaza de inundación en zonas potencialmente saturables puede manifestarse en Providencia por eventos de alta intensidad en corto tiempo, comparativamente con un escenario normal en el que las precipitaciones presentan una distribución normal entre mayo y septiembre, intensificándose progresivamente en los meses de invierno.

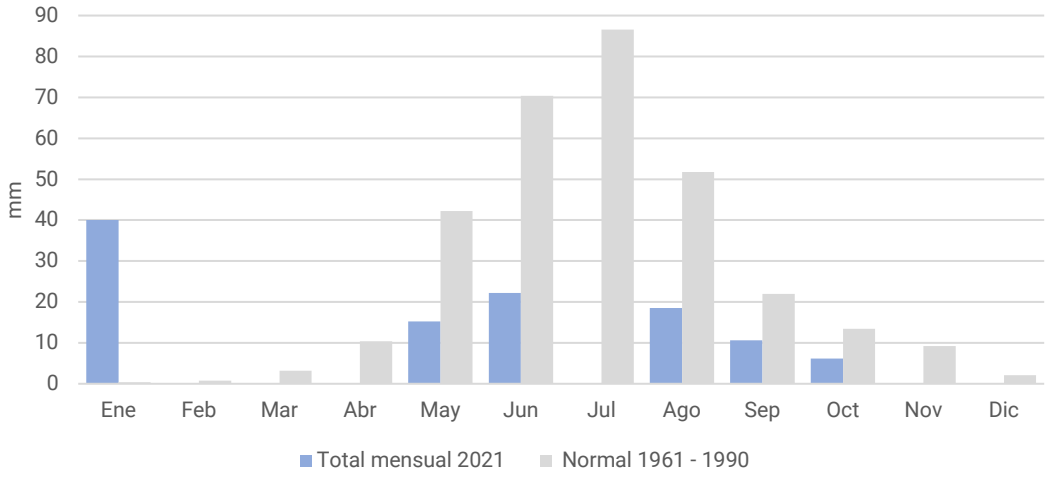


Figura 16. Precipitación mensual para Santiago año 2021 comparado con el promedio 1961-1990. Fuente: elaboración propia en base a datos de la DMC.

Puntos críticos de invierno

La identificación de puntos críticos busca fortalecer las acciones de prevención y preparación del Sistema de Prevención y Respuesta de Desastres para la estación de otoño-invierno. La identificación se realiza por parte de los integrantes de SINAPRED de manera sectorial y a escala comunal, caracterizando aspectos como ubicación, nivel de peligro, frecuencia y acciones de mitigación. Los puntos críticos son evaluados anualmente, por lo que su relevancia a nivel de amenaza es estacional y asociada al año de análisis.

Al analizar la información, se observa que los puntos críticos corresponden a:

- Inundación por colapso de colectores de aguas lluvias y/o alcantarillado.
- Inundación por desborde de canal.
- Deslizamiento, derrumbe, rodado, caída. Se incluyó esta categoría, ya que se asocian generalmente a eventos de precipitación.

Los datos incluyen cuatro puntos críticos al interior de la comuna, siendo tres ligados al colapso de colectores y uno a deslizamiento o derrumbe en el Cerro San Cristóbal y próximo a zonas residenciales en Pedro de Valdivia Norte. Los puntos críticos de otras comunas, pero en condición de borde, corresponden a inundaciones por desborde de cauce, destacando dos puntos en el Canal San Carlos sobre el eje Tobalaba.

Al igual que las zonas potencialmente saturables, los puntos críticos representan una probabilidad de afectación y la generación de impactos negativos dependerá de la existencia de eventos extremos de precipitación y si se han implementado o no medidas de mitigación en dichos puntos.

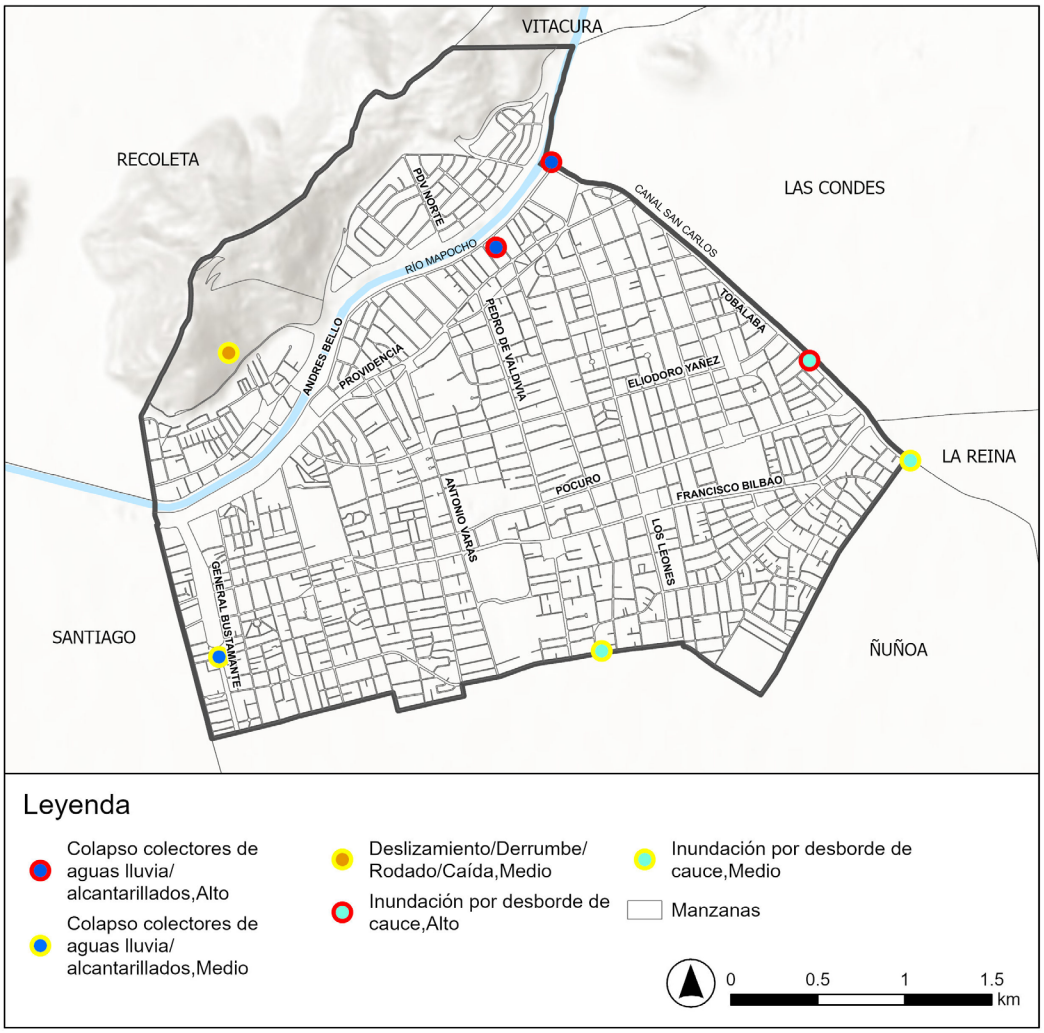


Figura 17. Mapa de puntos críticos de invierno 2021-22 asociados a inundación o eventos asociados a inundación. Fuente: elaboración propia en base a datos de ONEMI (SENAPRED).

Eventos de inundación

Para el período 1990-2014, la Región Metropolitana registra 54 eventos asociados a inundaciones por causas ligadas a precipitaciones. Analizando los datos a escala regional, destacan las inundaciones provocadas durante el fenómeno El Niño en 1997 y otros años lluviosos. Asimismo, los datos no registran inundaciones puntuales para la comuna de Providencia, lo que se puede explicar por varios factores:

- La comuna está localizada en una zona central, urbanizada y con infraestructura de drenaje que dirige los flujos aguas abajo.
- El río Mapocho está controlado con exclusas en su cauce superior y las aguas servidas corren por un colector paralelo al río, por lo que no contribuyen volumen durante eventos de precipitación.

La intensidad de la precipitación como único factor causante parece no ser suficiente para generar inundaciones en Providencia al observar los registros. Se requieren factores coadyuvantes como una gestión inapropiada de la infraestructura durante precipitaciones. Tal es el caso del desborde del río Mapocho en 2016 a la altura de la Embajada de Estados Unidos producto de un mal manejo de obras en el cauce. El desborde afectó el tránsito vehicular inundando la red vial, así como primeros pisos de edificios y niveles subterráneos. El evento llevó a cerrar estaciones de metro (Pedro de Valdivia) y secciones de la Costanera Norte, afectando la movilidad de la comuna (DiarioUChile, 2016).

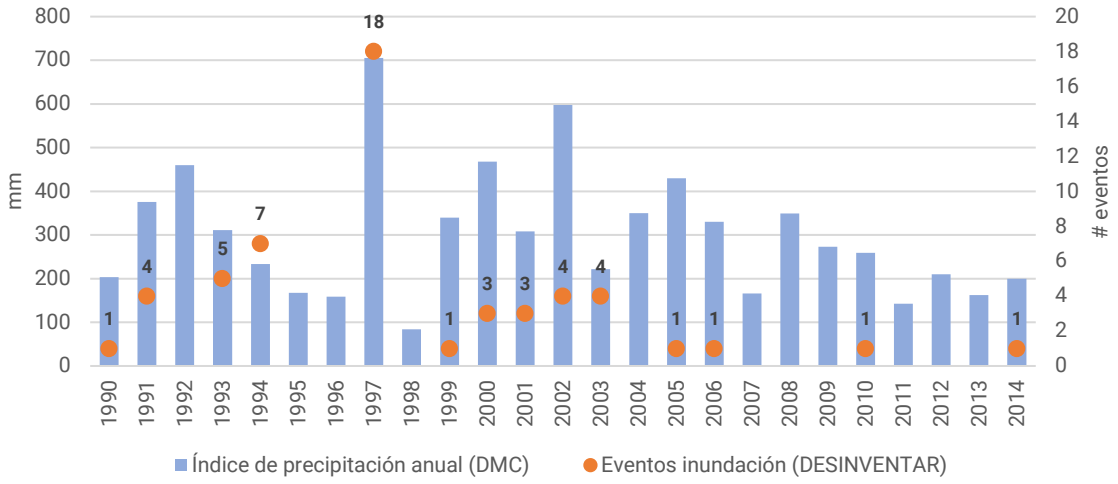


Figura 18. Relación entre eventos de inundación y precipitación anual en la RM. Fuente: elaboración propia en base a datos de DMC y DESINVENTAR.

b. Claves para la gestión de la amenaza de inundación

De toda la información expuesta en torno a la caracterización, se deriva que la generación de impactos por inundaciones en la comuna de Providencia depende de una adecuada preparación ante eventos extremos y anómalos de precipitación, lo que implica acciones como el monitoreo de zonas saturables y la gestión de las mismas en términos de permeabilidad, la gestión de los puntos críticos ligados a infraestructura de drenaje y el monitoreo continuo de faenas o cambios en el territorio comunal, entre otras.

2. Ola de calor

La amenaza de ola de calor se define como un período de tres días consecutivos en que las temperaturas máximas diarias registran valores poco frecuentes que superan el percentil 90% de distribución para el período 1981-2010 de un lugar determinado. Si el evento se presenta por cinco o más días continuos, se denomina Ola de Calor Extrema (DMC). Las olas de calor pueden involucrar mayor mortalidad y morbilidad en grupos vulnerables como la tercera edad, infantes y enfermos crónicos, así como aquellas personas que desarrollan sus actividades laborales al aire libre (IPCC, 2014). Además, suponen una presión en el suministro eléctrico por mayor demanda de aire acondicionado y sistemas de enfriamiento.

a. Caracterización de la amenaza de ola de calor

En base a la información secundaria disponible para este estudio, la amenaza de ola de calor se caracterizó con la siguiente información:

- **Evento:** Registro del total de olas de calor (diurna) y olas de calor extremas anuales entre 2001-2022 utilizando datos climáticos de la estación meteorológica de Quinta Normal. La estación Quinta Normal es de propiedad de la Dirección Meteorológica de Chile y es ampliamente utilizada para representar datos climáticos en la Región Metropolitana debido al registro ininterrumpido de datos meteorológicos.

- **Evento:** Análisis de la temperatura superficial (Land Surface Temperature, LST) de la ola de calor más intensa registrada en la estación Quinta Normal, correspondiente al evento registrado entre el 24 y 28 de enero de 2019. La LST se obtiene a partir del análisis de imágenes satelitales Landsat 8 y sus bandas multiespectrales (Ermida et. al., 2020). Dada la resolución temporal de la plataforma Landsat 8, las imágenes del inicio y el fin de la ola de calor corresponden al 23 de enero y al 8 de febrero.

Registro de olas de calor

El gráfico describe la recurrencia de las olas de calor en la ciudad de Santiago durante las últimas dos décadas. En términos generales es posible observar una tendencia al aumento en la frecuencia de estos eventos, alcanzando un máximo de 9 eventos hacia final de la primera década (2009) y aumentando de manera sostenida hacia el final de la segunda década, siendo 2019 el año con el mayor número de eventos. Asimismo, durante la última década se registraron un mínimo de 6 eventos por año sin excepción.

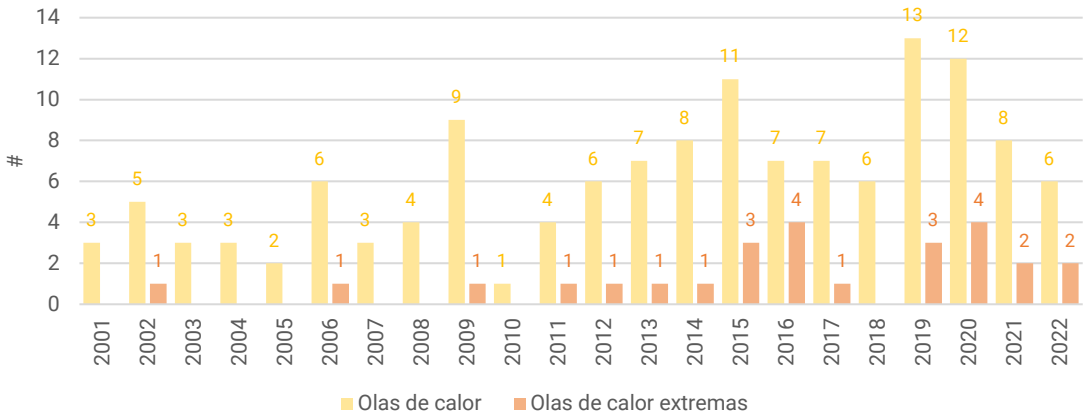


Figura 19. Olas de calor entre 2001-2022 para Santiago (Estación Quinta Normal). Fuente: elaboración propia en base a datos de la DMC.

Las olas de calor extremas, por otro lado, muestran un quiebre en su tendencia de uno por año hasta el 2014, aumentando en cantidad de 2015 en adelante con dos a cuatro eventos por año. Las olas de calor extremas son particularmente problemáticas porque generan un estrés prologando en los sistemas críticos expuestos como grupos etéreos vulnerables e infraestructura clave para el manejo de la amenaza como el arbolado urbano. Otras interdependencias en cuanto a impactos son la sobrecarga de la red eléctrica por el uso de sistemas de climatización y la necesidad adicional de riego para el mantenimiento de áreas verdes.

Estos eventos pueden verse exagerados durante los períodos con ocurrencia de ENOS (El Niño Oscilación del Sur). Un ejemplo de esta relación del fenómeno ENOS sobre las olas de calor puede apreciarse en los eventos de 2015 y 2019 donde se registraron la ola más larga (14 días) y la ola más calurosa (38,3°C), respectivamente, desde que se tiene registro.

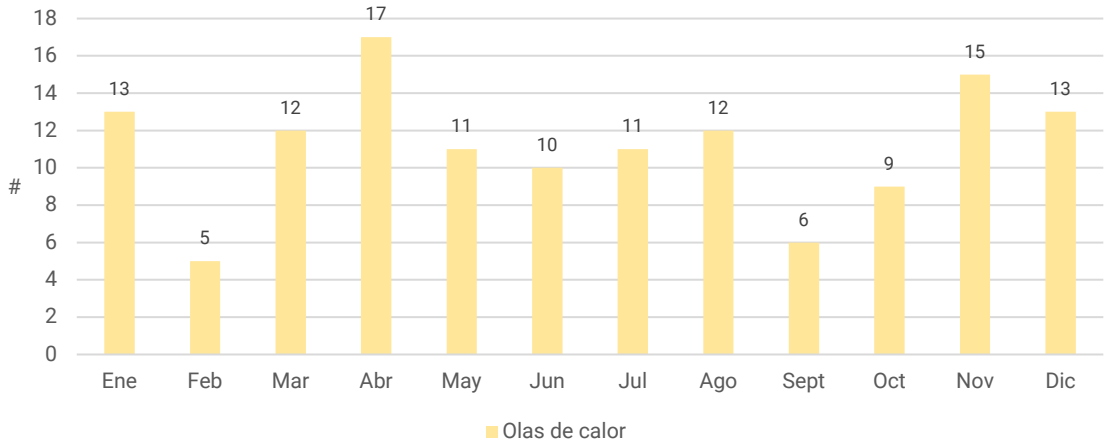


Figura 20. Ocurrencia de olas de calor por mes entre 2001-2002 para Santiago (Estación Quinta Normal). Fuente: elaboración propia en base a datos de la DMC.

Al analizar la ocurrencia de olas de calor por mes para el período 2001-2022, se observa que los meses con la mayor cantidad de eventos corresponden a noviembre, diciembre y enero, junto con abril que es un mes de transición. Se observa además una ocurrencia de olas de calor en los meses de invierno, lo que es indicativo del aumento generalizado de las temperaturas producto del cambio climático. De acuerdo al *Reporte anual de la evolución del clima en Chile* la Región Metropolitana presenta anomalías positivas de la temperatura máxima de hasta tres desviaciones estándar (DMC-DGAC, 2021). Lo mismo ocurre con la temperatura media con tendencias positivas de 0,2°C/ década en otoño, 0,03°C/década en invierno, 0,1°C/década en primavera y 0.2°C/década en verano (DMC-DGAC, 2021).

Temperatura superficial

La distribución de temperaturas superficiales en la comuna de Providencia tiende a agruparse en conjuntos de celdas con valores altos en el sector sur y surponiente de la comuna, y con menor presencia en sectores descubiertos de vegetación como en el Cerro San Cristóbal hacia el límite norte. Los valores bajos de temperaturas, por otra parte, se ubican sobre las riberas del Río Mapocho, áreas adyacentes a la calle Andrés Bello y predominantemente en los sectores centro y este del territorio comunal.

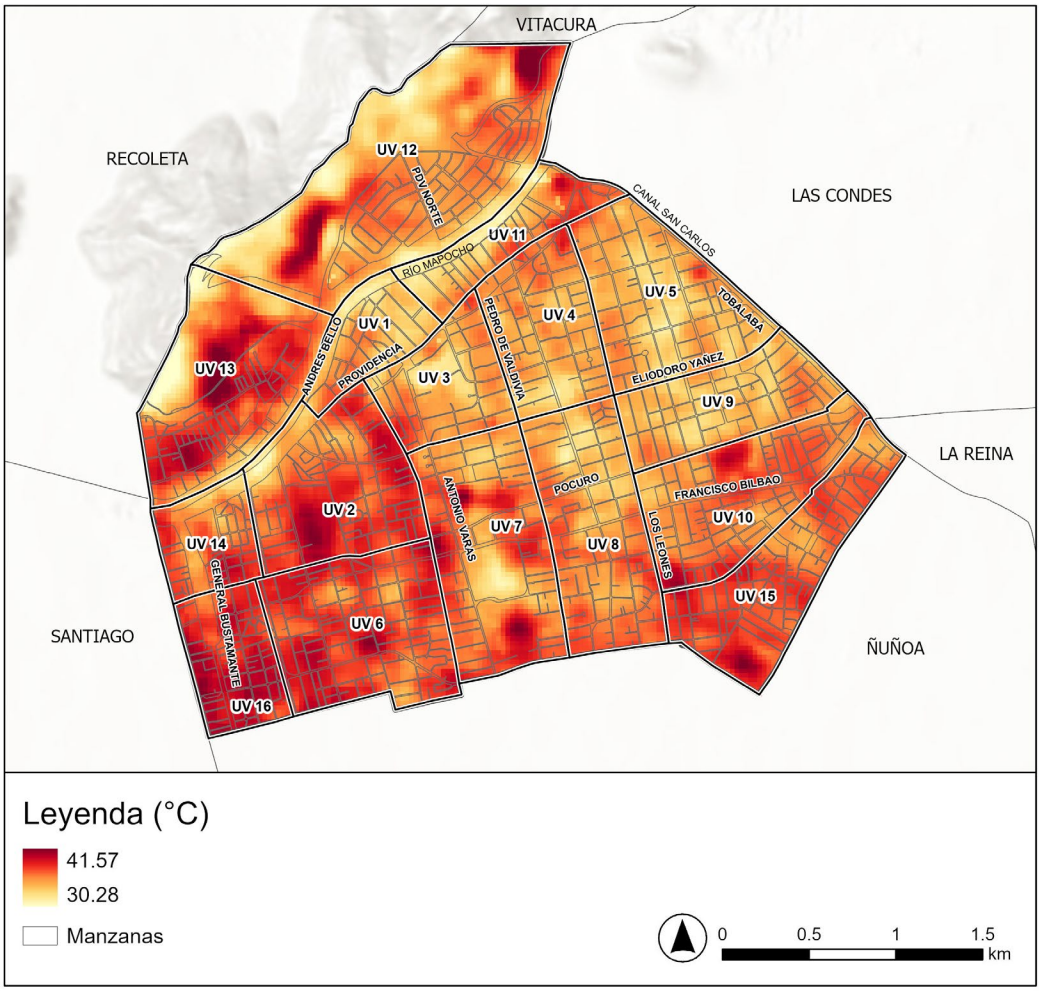


Figura 21. Temperatura superficial de inicio de ola de calor más intensa registrada el 24 de enero de 2019. Fuente: elaboración propia en base a imágenes multiespectrales Landsat 8.

Las variaciones observadas se relacionan con la morfología urbana en cuanto a las diferencias en densidad de construcciones por unidad de superficie en conjunto con la densidad de arbolado urbano, parques y cobertura vegetacional en general. En este sentido, es posible apreciar en los mapas el contraste entre los valores de temperatura superficial en el área que contiene al Parque Inés de Suarez con Los Estanques hacia el norte o la Escuela de Carabineros hacia el sur, donde predominan superficies descubiertas de vegetación y, por ello, mayores temperaturas.

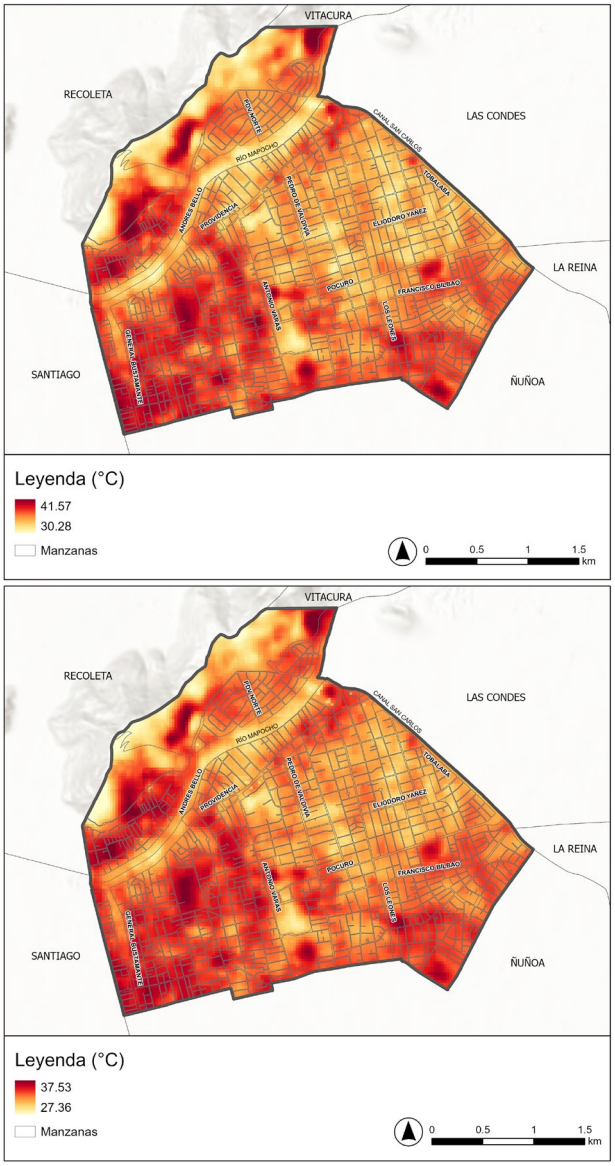


Figura 22. (arriba). Temperatura superficial del inicio y fin de la ola de calor más intensa registrada el 24 de enero de 2019. Fuente: elaboración propia en base a imágenes multiespectrales Landsat 8.

Figura 23. Mapa de referencia con zonas de vegetación: parques, plazas y arboledas. Fuente: elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Providencia.

Otro ejemplo del efecto de la vegetación en las temperaturas se observa en la plaza Jacarandá en los conjuntos habitaciones de Antonio Varas con calle Providencia, donde se concentran valores bajos de temperatura superficial. Del mismo modo puede apreciarse la influencia de la densidad de arbolado urbano, notoria en el área comprendida entre los corredores viales Pedro de Valdivia y Los Leones.

Por otro lado, se reconocen altas temperaturas sobre grandes zonas construidas como el Hospital del Salvador, el Colegio San Ignacio del Bosque o el Campus Oriente de la Universidad Católica. Otros sectores que concentran altas temperaturas superficiales pueden observarse en el Barrio Italia, Santa Isabel, El Aguilucho y Bellavista, confirmando la tendencia de un aumento de temperaturas hacia el sector sur y surponiente. Lo anterior puede deberse a una mayor densidad del tejido urbano, el que a su vez presenta una menor presencia de arbolado urbano.

Complementariamente, se analizó el comportamiento de las temperaturas superficiales durante la ola de calor registrada en enero de 2019 según distintas clases de cobertura de suelo: urbano, áreas verdes o pasto, arboledas, suelo desnudo y agua. Para ello, se realizó una clasificación a partir de imágenes satelitales Sentinel 2 a diciembre de 2022.

Cobertura de suelo	T° máxima	T° mínima	T° promedio
Urbano	41,3	30,3	36,9
Arboledas	41,2	30,3	35,9
Áreas verdes	40,8	31,9	36,4
Suelo desnudo	41,6	30,9	36,9
Agua	37,3	31,9	34,9

Tabla 9. Temperatura superficial (°C) por cobertura de suelo. Fuente: elaboración propia.

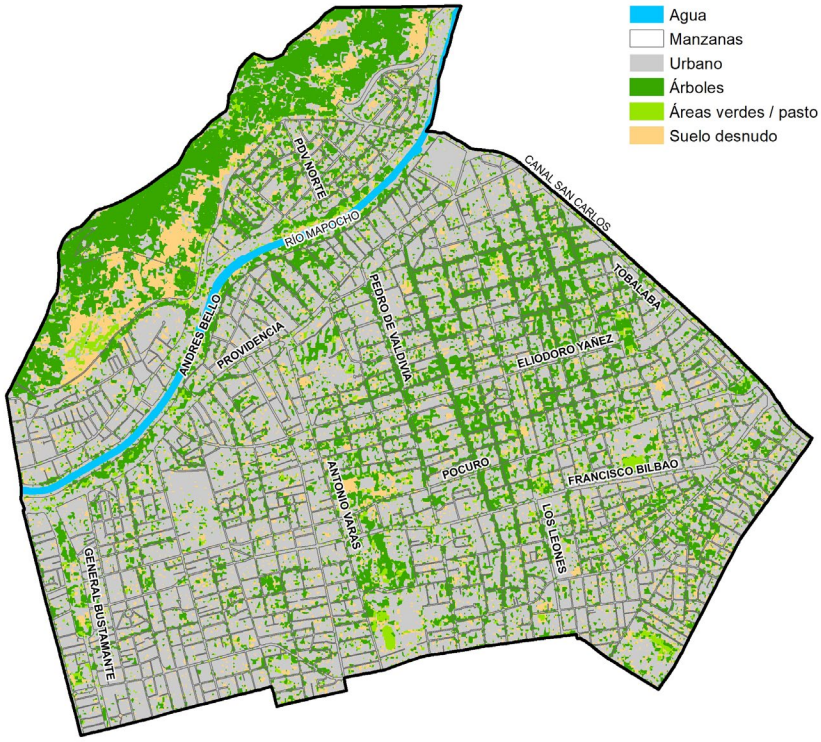
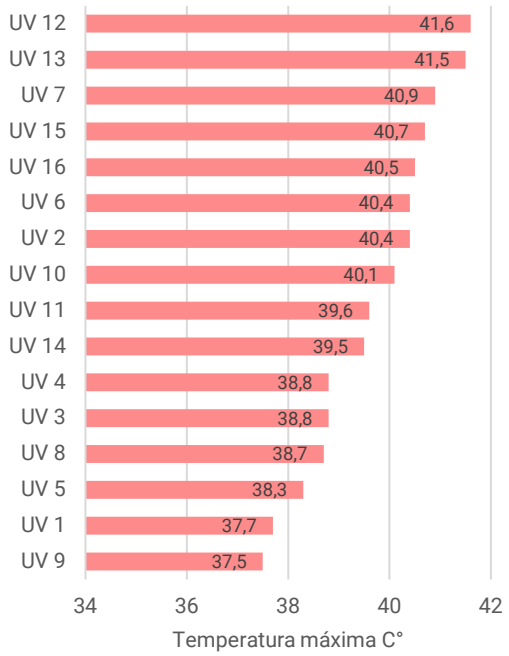


Figura 24. Mapa de referencia con coberturas de suelo. Fuente: elaboración propia en base a datos de Sentinel 2.

El uso urbano promedia las temperaturas superficiales más altas en conjunto con el uso suelo desnudo. Las máximas temperaturas superficiales se registran en el uso suelo desnudo, seguido por el uso urbano, ambos con registros que superan los 41°C. Existe una diferencia de a lo menos 1 grado Celsius entre el promedio más alto y el más bajo, este último registrado en la cobertura correspondientes a arboledas.

El mismo análisis se llevó a cabo para las unidades vecinales (UV), indicando las temperaturas máximas, mínimas y el promedio observado, considerando todas las celdas de datos de la temperatura superficial al interior de la UV. Las UV12 y 13 presentan las temperaturas máximas debido a la gran cantidad de suelo desnudo en el Cerro San Cristóbal, lo que ha aumentado en los últimos años debido al deterioro de la salud de la vegetación. Ya en la zona urbana, las UV7, 10, 15 16, 6 y 2 hacia el sur y surponiente de la comuna, destacan por tener temperaturas máximas sobre los 40°C. El resto de las UV marcan temperaturas bajo los 40°C llegando a un mínimo de 37,5° en la UV9.

Unidad Vecinal	T° Máxima	T° Mínima	T° Promedio
UV 1	37,7	33,1	35,3
UV 2	40,4	32,7	37,6
UV 3	38,8	33,0	35,9
UV 4	38,8	33,0	35,9
UV 5	38,3	33,0	35,5
UV 6	40,4	35,0	37,9
UV 7	40,9	33,0	36,8
UV 8	38,7	33,1	36,2
UV 9	37,5	33,9	35,5
UV 10	40,1	34,8	36,9
UV 11	39,6	31,9	35,7
UV 12	41,6	31,7	36,0
UV 13	41,5	30,4	37,1
UV 14	39,5	33,6	36,9
UV 15	40,7	35,1	37,4
UV 16	40,5	36,3	38,7



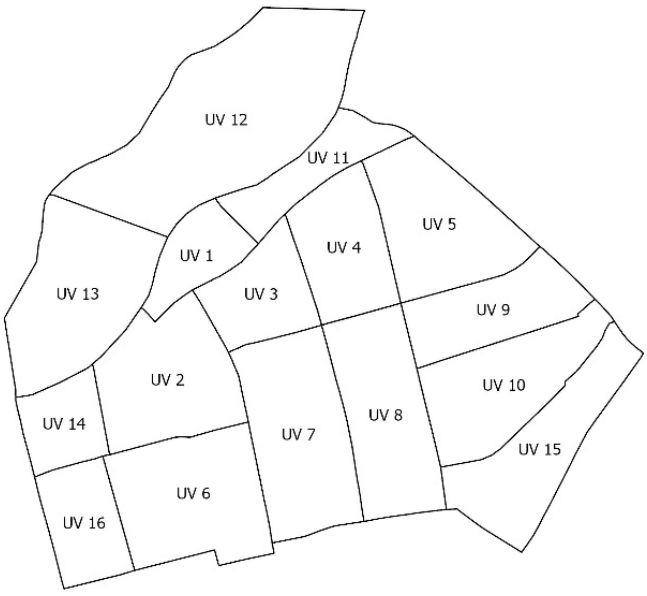


Tabla 10. (arriba izq.): Temperatura superficial (°C) por unidad vecinal. Fuente: elaboración propia.

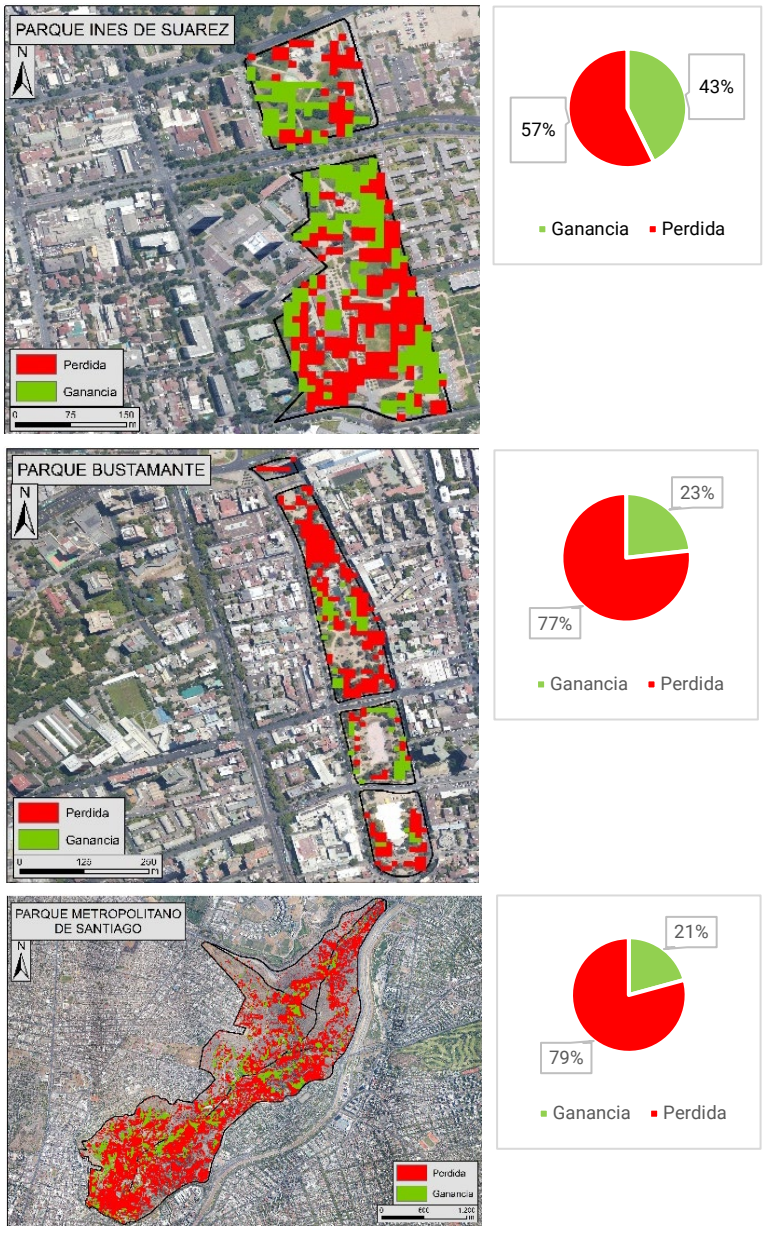
Figura 25. (arriba der.): Ranking de temperatura máxima por UV. Fuente: elaboración propia.

Figura 26. Mapa de referencia con unidades vecinales (UV). Fuente: elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Providencia.

b. Claves para la gestión de la amenaza de ola de calor

La tendencia en aumento de olas de calor tiene el potencial de afectar no sólo a población vulnerable y el bienestar de las personas como se mencionó, sino también las áreas verdes urbanas que proveen capacidad de adaptación frente a estos fenómenos regulando las temperaturas y el microclima urbano. Si se considera además la sequía y, con ello, una disminución potencial de la disponibilidad de agua para irrigación, aumenta el riesgo de perder una infraestructura verde clave para adaptarse al cambio climático en Providencia.

Para entender esta problemática, se evaluó la salud del arbolado urbano en tres parques de la comuna, analizando la diferencia de NDVI (índice que indica la salud de la vegetación) entre dos fechas estivales (febrero 2018 y febrero 2020). Los resultados indican una pérdida del vigor de la vegetación del arbolado urbano con una tendencia al pardeamiento temprano y mortandad.



Al haber mayores temperaturas por periodos prolongados, aumenta la evapotranspiración, que es el agua evaporada por las hojas para la fotosíntesis. Además, la disminución de precipitaciones implica una menor recarga de las napas subterráneas y, con ello, menos agua disponible naturalmente a nivel de las raíces. Lo anterior implica un aumento en los requerimientos de riesgo.

Investigaciones indican que para áreas verdes de <30 ha, se generan diferencias de al menos 1°C menos con los alrededores edificados y para áreas verdes entre 30-500 ha las diferencias son de 3°C más frío (von Stulpnagel *et al.,* 1990). Las plazas de Providencia promedian 0,2 ha siendo la más grande de 1,7 ha (Loreto Cousiño). Sin contar el Cerro San Cristóbal, los parques no superan las 5,8 ha (Parque Balmaceda).

Considerando lo anterior, se requiere de un ajuste urgente de las prácticas de mantención de grandes áreas verdes urbanas, principalmente en el riego de los árboles maduros que son los que proveen una mayor capacidad adaptativa frente a olas de calor y su pérdida no es reemplazable en el corto plazo.

Figura 27. Análisis de ganancia o pérdida de vigor en la cobertura arbórea de parques urbanos mediante la diferencia de los índices de vegetación (NDVI) entre 2018-2020. Fuente: elaboración propia en base a imágenes Sentinel 2.

3. Sistema frontal

Esta amenaza comprende episodios meteorológicos provocados por zonas de contacto entre dos masas de aires de distinta temperatura, humedad y/o densidad. Se caracterizan por manifestar vientos y/o precipitaciones de intensidad variable y son potencialmente destructivos.

a. Caracterización de la amenaza de sistema frontal

En base a la información secundaria disponible para este estudio, la amenaza de sistema frontal se caracterizó con la siguiente información:

- **Evento:** Alertas meteorológicas emitidas por la Dirección Meteorológica de Chile (DMC) para el período 2015-2022 en la Región Metropolitana. Se incluyen tres tipos: avisos, alertas y alarmas.

Alertas meteorológicas

Debido a la naturaleza de los datos disponibles, sólo es posible caracterizar esta amenaza mediante los patrones regionales de precipitación y viento, los que dependiendo de su comportamiento, gatillarán diversos tipos de alertas. Para Santiago existen dos estaciones meteorológicas a nivel urbano (Quinta Normal y Eulogio Sánchez, Tobalaba), por lo que no es posible obtener datos a una resolución comunal.

Las precipitaciones se concentran en los meses correspondientes al invierno, siendo el mes de junio el que concentra las mayores precipitaciones promedio, tomando el rango temporal de mediciones de la estación Quinta Normal desde 1967 a 2022. Como la comuna se encuentra situada en un tipo de clima mediterráneo de verano seco, es de esperar que las precipitaciones en la época estival sean las con los registros más bajos, dentro de esta consideración, febrero se presenta como el mes con menor precipitación promedio dentro del rango de años estudiado.

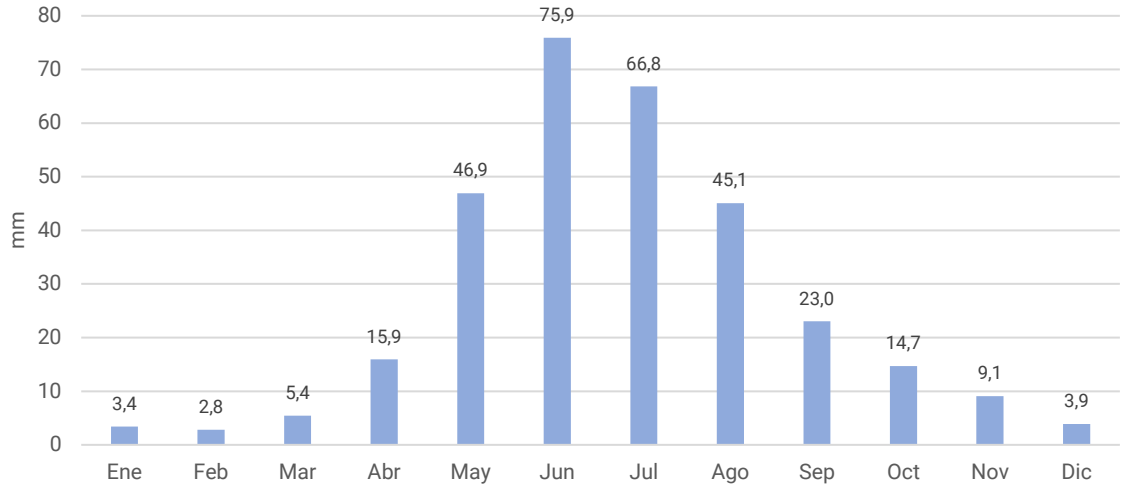


Figura 28. Precipitación promedio mensual 1967-2022 (Estación Quinta Normal). Fuente: elaboración propia en base datos de la DMC.

Por otro lado, los vientos se concentran en dirección S (sur) y SW (suroeste). Como referencia, se analizó la velocidad y dirección predominante de los vientos para los años 2000 y 2022. En el 2000, los vientos con mayor fuerza se registraron en agosto con 33 km/h, mientras que en el 2022, se registraron vientos entre 40-50 km/h en el mes de julio. Lo anterior, permite inferir que los vientos de mayor intensidad tienden a registrarse en los meses de invierno.

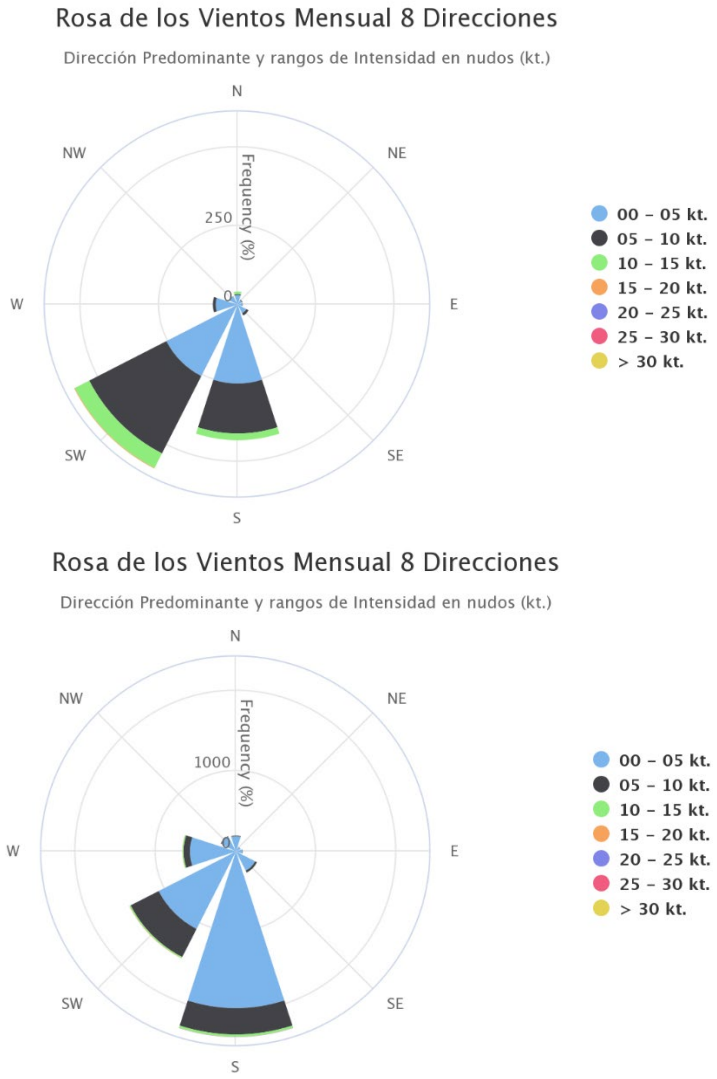


Figura 29. Velocidad y dirección de los vientos para los años 2000 (arriba) y 2022 (abajo). Fuente: Estación Quinta Normal, DMC.

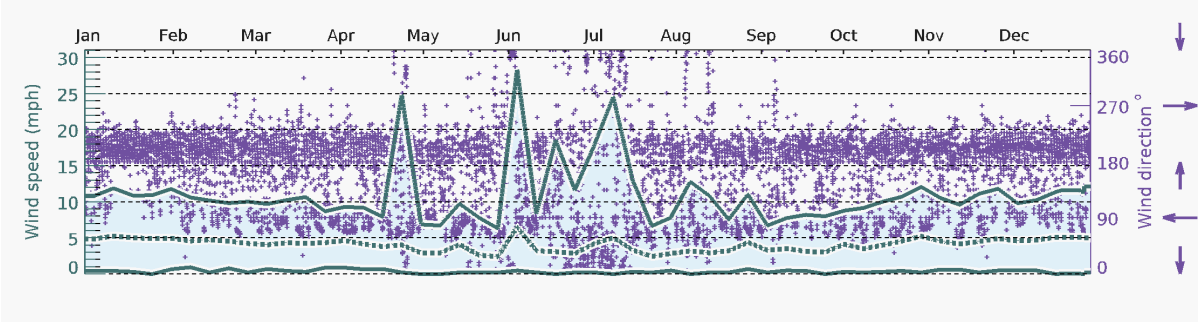


Figura 30. Velocidad y dirección de los vientos predominantes para Santiago. Fuente: Meteoblue.

Dentro de la variabilidad espaciotemporal descrita para la precipitación y vientos, pueden generarse eventos de carácter extremo. Estos eventos son clasificados en tres tipos de alertas según la Dirección Meteorológica de Chile:

- **Aviso:** Informe meteorológico cualitativo, que es emitido con una antelación de hasta cinco días previos al inicio de la ocurrencia de un evento meteorológico que alcanza una categoría de normal a moderado.

- **Alerta:** Informe especial de carácter cuantitativo, que es emitido con una antelación de hasta dos días previos al inicio de la ocurrencia de un evento meteorológico que alcanza la categoría de moderado a fuerte.

- **Alarma:** Informe de carácter cuantitativo, que es emitido con una antelación de hasta doce horas previas al inicio de la ocurrencia de un evento meteorológico que alcanza la categoría de intenso o extremo.

Estas alertas se emiten de forma documental por escrito en formato PDF. Se realizó una sistematización y digitalización de las alertas para poder entender los eventos asociados para la Región Metropolitana. Para el período analizado, se registraron 296 avisos (80% de los registros), 69 alertas y una alarma (2022), aumentando significativamente los últimos tres años (2020-22) como se observa los gráficos. Los eventos se concentran en los meses de transición (abril, mayo, septiembre, octubre) y, como es de esperar, en los meses de invierno.

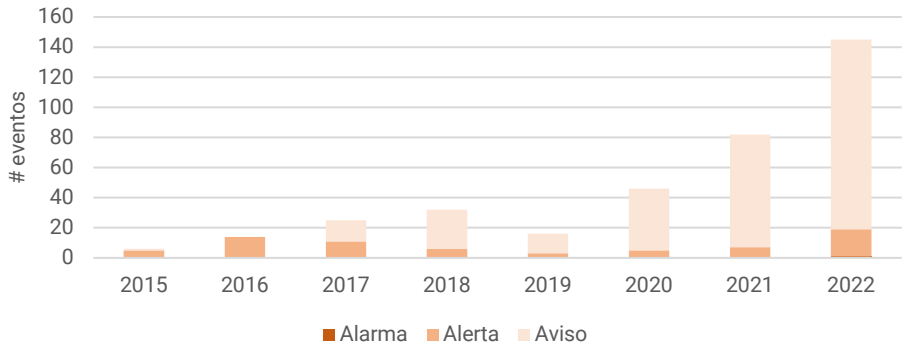


Figura 31. Número de alarmas, alertas y avisos por año (2015-22). Fuente: elaboración propia en base a datos de la DMC.

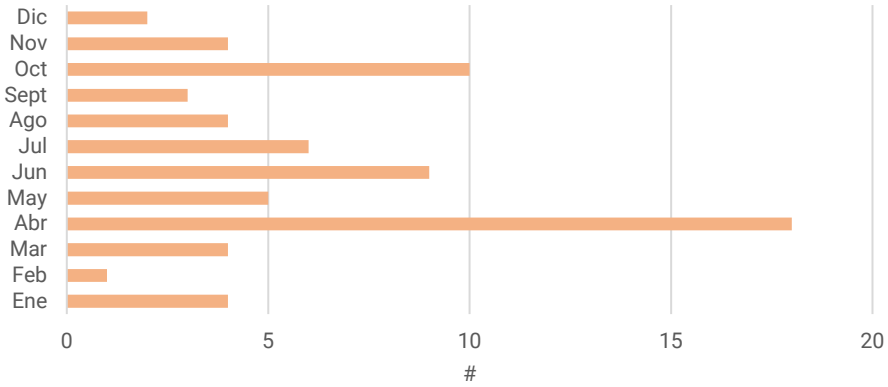


Figura 32. Distribución de alertas y alarmas por mes según registro para el período entre 2015-22. Fuente: elaboración propia en base a datos de la DMC.

Al analizar las causas de los distintos tipos de alerta meteorológica en el registro, se observa que la mayoría corresponde a tormenta eléctrica (42%). Los eventos que incluyen el componente viento totalizan 37%, seguido de sólo precipitación con 17%. Esta amenaza cobra relevancia en la medida que se incorpora el componente viento, dado que los impactos de esta variable, y su gestión correspondiente son muy diferentes a lo que gatillaría un evento de precipitación fuerte, como es el caso de las inundaciones.

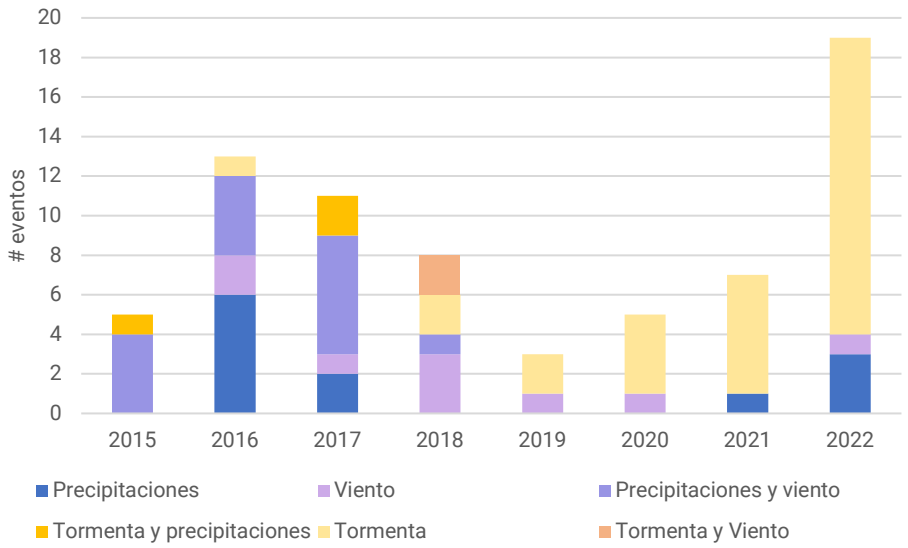


Figura 33. Registro de avisos, alertas y alarmas según su origen o causa meteorológica para los años 2015-2022. Fuente: elaboración propia en base a datos de la DMC.

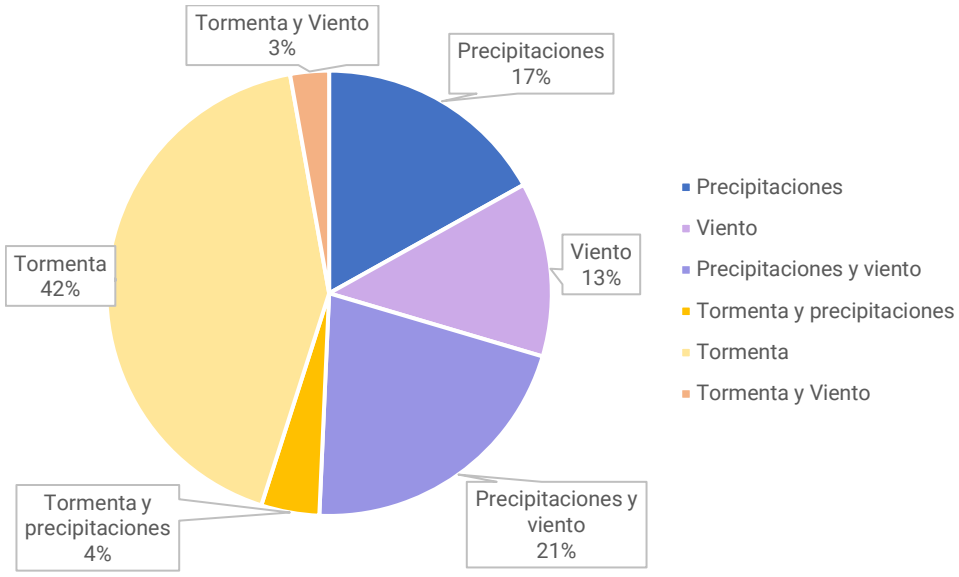


Figura 34. Proporción de avisos, alertas y alarmas según su origen o causa meteorológica. Fuente: elaboración propia en base a datos de la DMC.

b. Claves para la gestión de la amenaza de sistema frontal

De acuerdo a la caracterización, esta amenaza puede tener diversos orígenes, todos relacionados con eventos meteorológicos de cierta magnitud y con variables de precipitaciones y/o viento. Para diferenciarla de la amenaza de inundación, la que puede estar gatillada por los mismos eventos meteorológicos, el sistema frontal cobra relevancia desde el punto de vista de la gestión cuando viene acompañado de vientos de magnitud.

En un entorno urbano el comportamiento de los vientos está relacionado, por un lado, con la dirección y velocidad de los vientos regionales predominantes y, por otro, con la morfología urbana compuesta por la volumetría y porosidad de las edificaciones, el perfil las calles y accidentes topográficos. Estos parámetros se conceptualizan y analizan en lo que se denomina “cañón urbano”, cuyos principales parámetros afectando el comportamiento del viento son la altura de los edificios (H) y ancho de calle (W). En conjunto, estos factores pueden acelerar el viento, aumentado su velocidad a nivel local y generando turbulencias (movimiento cilíndrico paralelo al suelo) y vórtices (movimiento cilíndrico perpendicular al suelo) que pueden afectar diversos tipos de infraestructura como líneas de transmisión eléctrica, telefonía e internet, alumbrado público y árboles.

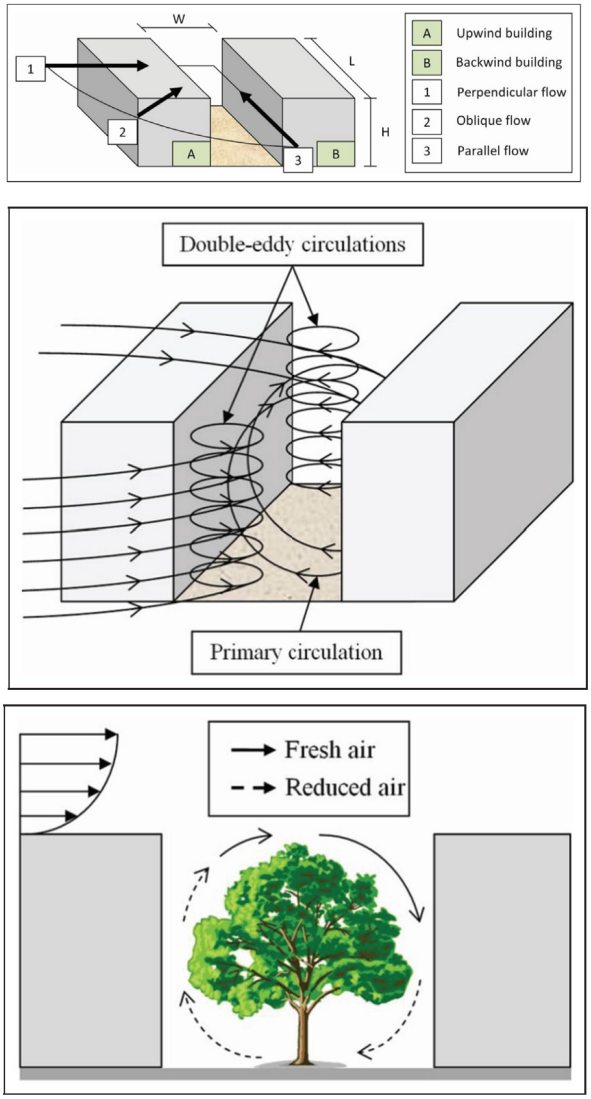


Figura 35. (arriba): Parámetros morfológicos de un cañón urbano. Medio: Generación de turbulencias (movimiento cilíndrico paralelo al suelo) y vórtices (movimiento cilíndrico perpendicular al suelo) con viento perpendicular al cañón. (abajo): Flujo de aire en un cañón arborizado. Fuente: Yazid et al.

La investigación en torno a microclimas urbanos indica que las corrientes de viento paralelas a la dirección de las calles generan menores turbulencias y vórtices. Por el contrario, si los vientos son perpendiculares o diagonales se generarán perturbaciones (Forman, 2014). En las esquinas, el viento tiene a generar turbulencias en espiral paralelo al suelo, cuya velocidad aumenta con la altura. Otros factores, como las diferencias de temperatura en los cuerpos edificados por exposición al sol, pueden generar mayores turbulencias. Tal es el caso de las calles en sentido este-oeste, que durante invierno o verano tienen mayor tiempo de exposición solar (Forman, 2014). Otro aspecto interesante es la relación entre altura de los edificios (H) y ancho de calle (W). En la medida que se mantiene una relación H/W de 1 las corrientes tienen a pasar sobre las estructuras, generando turbulencias menores. Cuando esa relación se reduce (mayor ancho de calle, menor altura edificara), aumentan las turbulencias y vórtices (Forman, 2014). Si la relación aumenta (mayor altura, menor ancho de calle), se disminuyen las turbulencias.

El comportamiento del viento a nivel local es idiosincrático a la morfología urbana. Depende principalmente de la relación entre la altura edificada (H) y el ancho de calle (W) y la presencia de arborización. Si bien H y W son parámetros que se pueden regular normativamente, es poco probable que introduzcan condiciones edificatorias exclusivamente en función de los vientos. Por otro lado, la introducción de una política de arborización ordenada considerando distanciamientos regulares y copas homogéneas, sí es factible. Adicionalmente, la gestión de los sistemas frontales con variables de viento puede enfocarse en la identificación de puntos críticos. Una forma es identificar puntos críticos es en base a la cantidad de eventos, por ejemplo, de caída de cables, postes, alumbrado y/o árboles. Complementariamente, la identificación de puntos críticos puede realizarse a partir del monitoreo preventivo de la infraestructura, identificando activamente daños o problemas. Cualquiera sea la forma de identificación, la gestión de los puntos críticos será clave para reducir la vulnerabilidad de los sistemas críticos comunales ante esta amenaza.

4. Sequía

La sequía consiste en un periodo prolongado de tiempo con niveles de precipitación considerablemente inferior a la normal registrada, lo que causa una disminución apreciable en el caudal de los ríos y en el nivel de los lagos y/o en el agotamiento de la humedad del suelo y el descenso de los niveles de aguas subterráneas, afectando negativamente los sistemas de producción y en casos extremos, el abastecimiento para consumo humano (ONEMI, 2021).

a. Caracterización de la amenaza de sequía

En base a la información secundaria disponible para este estudio, la amenaza de sequía se caracterizó con la siguiente información:

- **Probabilidad:** Índice de Sequía de Palmer (Palmer Drought Index, PDSI) e Índice de Precipitación Estandarizado (SPI o IPE). El PDSI mide el nivel de sequía meteorológica acumulado a 12 meses a partir de observaciones mensuales de la precipitación y temperatura mediante datos satelitales. Se evaluaron los datos entre los años 2000-2019 disponibles en la plataforma del Centro de la Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2).

- **Probabilidad:** El Índice de Sequía Estandarizada (SPI/IPE) evalúa la sequía meteorológica a partir de desviaciones de las precipitaciones del promedio climatológico acumuladas a 12, 24 y 48 meses. El índice es desarrollado por la Dirección Meteorológica de Chile y se evaluó para la estación meteorológica de Quinta Normal entre los años 2000-2021.

- **Evento:** Registro histórico de Decretos de Escasez Hídrica para el período 2008-2022 de acuerdo a los datos compilados por la Dirección General de Aguas (DGA).

- **Evento:** Análisis descriptivo de la tendencia de la temperatura, precipitación y estado de la vegetación para evaluar la sequía a escala comunal. Se analizaron tendencias de al menos 10 años utilizando la herramienta SIG Google Earth Engine, modificando el algoritmo de Banerjee et al., 2021 para la medición de series temporales de productos satelitales para cada variable.

Índices de sequía meteorológica

En términos generales, los índices de sequía meteorológica muestran una tendencia negativa en las últimas dos décadas, lo que implica que la sequía ha tenido un impacto acumulativo prolongado en los sistemas productivos y naturales de la Región Metropolitana.

Los índices son indicativos de la sequía como un fenómeno de características regionales. Se manifiesta en escalas temporales y espaciales mayores, afectando no sólo a Santiago y la Región Metropolitana, sino también a toda la zona central la que concentra la mayoría de la población del país y es la principal zona productiva agropecuaria.

El Índice de Sequía de Palmer (PDSI) va de 4 (húmedo) a -4 (seco). Los valores anuales del PDSI (acumulados a doce meses) muestran una tendencia negativa para el rango temporal analizado. Desde 2007 en adelante los valores son todos negativos y van desde sequía incipiente a sequía severa. Destaca el rango entre 2012 y 2019 que varía entre sequía moderada y severa.

El Índice de Sequía Estandarizada (SPI) va de -3,5 (seco) a 3,5 (lluvioso). Los valores del SPI anuales (acumulados a doce meses) muestran una tendencia de -0,1 por década. A partir de 2007 se pueden observar valores negativos, siendo los valores más bajos en 2019 y 2021. Para los años analizados, el índice de sequía varía entre sequía ligera y moderada. Sin embargo, la sequía se acrecienta en la medida que se evalúa el índice a más meses (ver mapas con SPI entre 24, 36 y 48 meses).

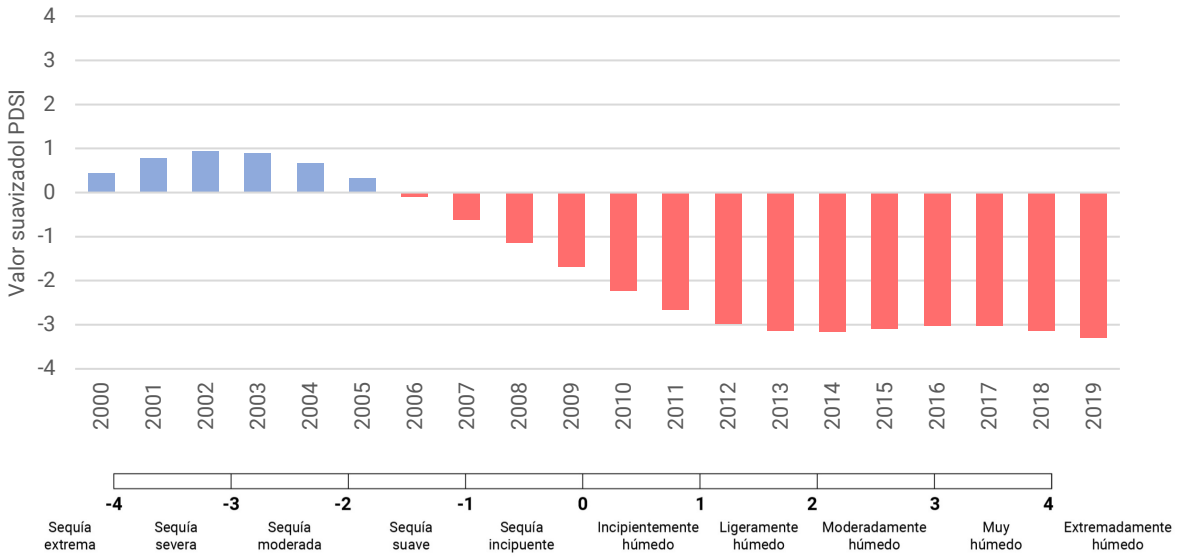


Figura 36. Índice de Sequía de Palmer (PDSI) con valores anuales (12 meses) entre 2000-2019 para Santiago. Fuente: elaboración propia en base a datos del CR2.

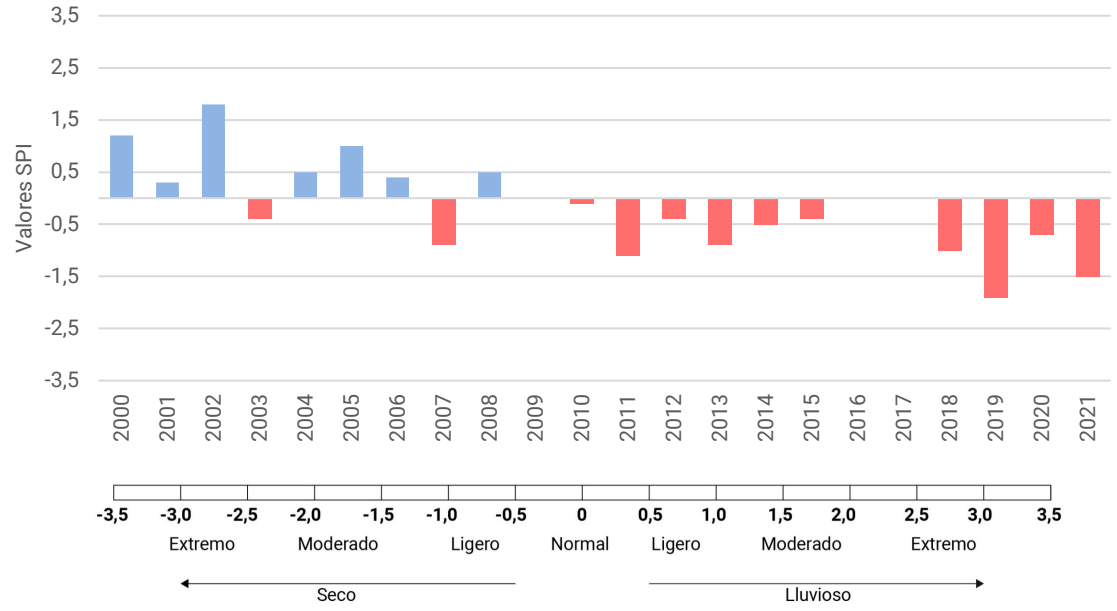


Figura 37. Índice de Sequía Estandarizada con valores anuales (12 meses) para la estación Quinta Normal entre 2000-2021. Fuente: elaboración propia en base a datos DMC.

Al evaluar los valores del SPI acumulados a 24, 36 y 48 meses, se observan valores extremos (-2,0 a -3,5) para la zona de Santiago como se aprecia en los mapas. Estos datos dan cuenta de que la sequía es un fenómeno acumulativo que genera un estrés constante donde se manifiesta.

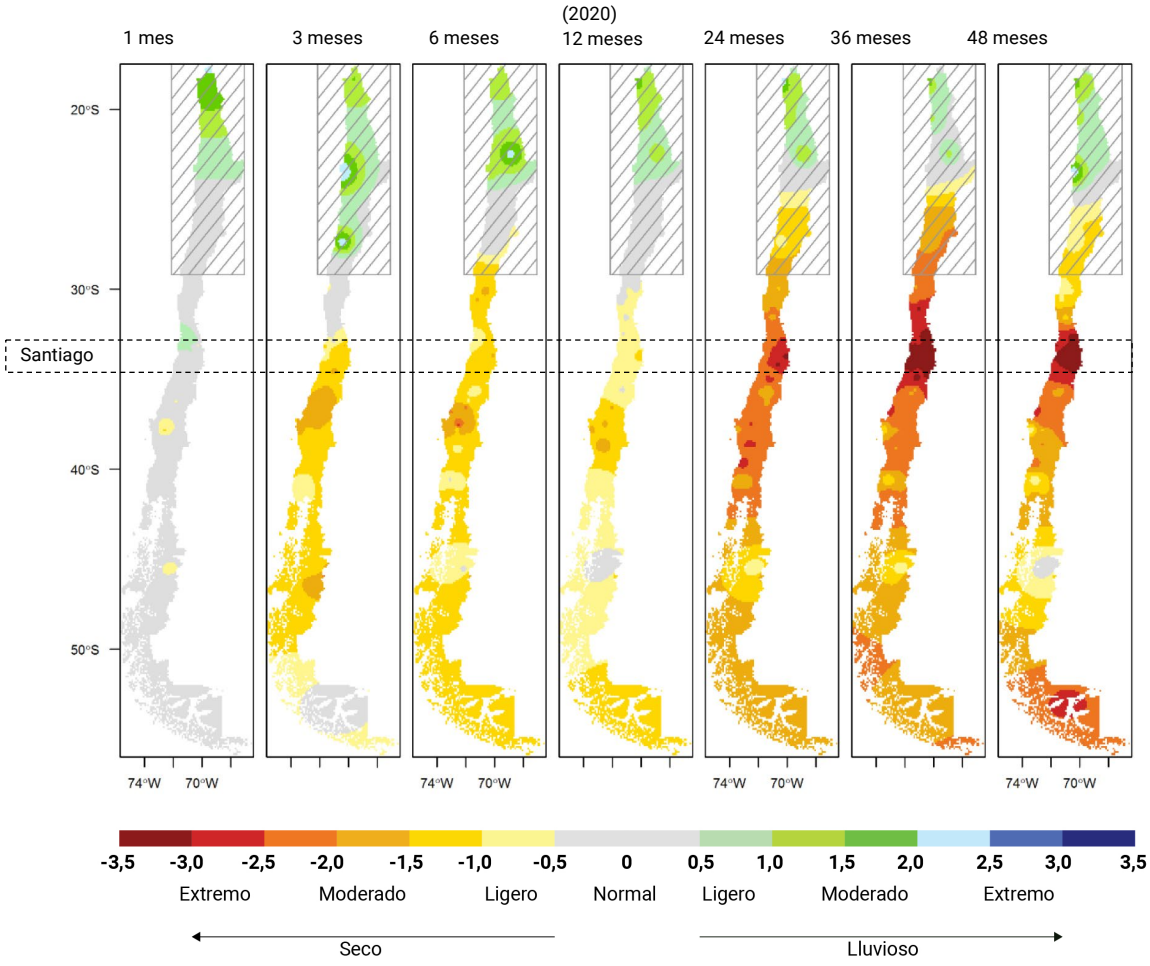


Figura 38. Evolución del índice SPI acumulado a 1, 3, 6, 12 meses al año 2020 y acumulado a 24, 36 y 48 meses (Rango 2016-2020). Fuente: modificado de la DMC.

Decretos de escasez hídrica

Otra forma de entender la sequía son los Decretos de Escasez Hídrica. El Art. 314 del Código de Aguas permite declarar Zonas de Escasez Hídrica[8] a través de un Decreto Presidencial previo informe técnico de la DGA. Los Decretos de Escasez facultan a la autoridad para implementar medidas extraordinarias para mitigar los daños producidos por la sequía. El registro entre 2008 - 2022 muestra un aumento sustancial de los decretos de 2019 en adelante, pasando de un total de 6 en 2018 a 22 en 2019 y sobre 40 entre 2020 y 2022. Además, desde 2019 se incorporan por primera vez comunas urbanas de la Provincia de Santiago (Lo Barnechea, Las Condes, Vitacura y Pudahuel). El patrón espacial de los decretos muestra que las comunas más afectadas por condiciones de sequía son aquellas del sector norte y surponiente de la RM, lo que coincide con las comunas de vocación principalmente rural.

Provincia	Comuna	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2919	2020	2021	2022	Total
Chacabuco	Colina	1								1		1	1	2	2	2	10
	Lampa									1				1	2	2	6
	Tiltil	1			1	1				1		1	1	2	2	2	12
Cordillera	Pirque												1	2	2	2	7
	Puente Alto												1	1	2	2	6
	S.J. de Maipo												1	2	2	2	7
Maipo	Buin												1	2	2	2	7
	Paine												1	2	2	1	6
	San Bernardo												1	2	2	2	7
	C. de Tango													2	2	1	5
Melipilla	María Pinto					1							2	1	2	2	8
	San Pedro	1				1				1	1	1	2	2	2	2	13
	Alhué	1				1					1	1	2	2	1	1	10
	Curacaví					1				1	1	1	2	1	2	2	11
	Melipilla	1			1	1					1	1	2	1	2	2	12
Talagante	Padre Hurtado													2	2	2	6
	Peñaflor													2	2	2	6
	Talagante													2	2	2	6
	El Monte													2	2	2	6
	Isla de Maipo												1	2	2	2	7
Santiago	Lo Barnechea												1	2	1	2	6
	Las Condes												1	2	1	2	6
	Vitacura												1	2	1	2	6
	Pudahuel													2	2	2	6

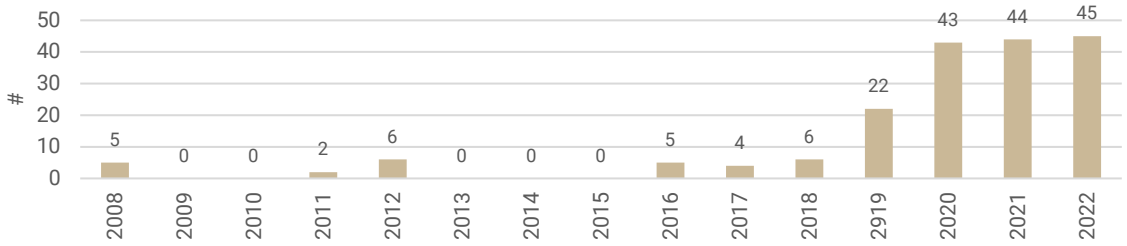


Tabla 11. (arriba): Decretos de escasez por comuna entre 2008-22. Fuente: elaboración propia en base a datos DGA.

Figura 39. (abajo): Total de decretos de escasez por año entre 2008-22. Fuente: elaboración propia en base a datos DGA.

[8] Para declarar una zona de escasez hídrica en la RM se debe determinar la existencia de una sequía severa en base a umbrales definidos por la DGA: (a) Los caudales medios mensuales acumulados de los últimos 6 meses tengan un Índice de Caudal Estandarizado (ICE) igual o menor a (-1.04), para estar en presencia de una situación de escasez hídrica. (b) Las precipitaciones acumuladas de los últimos 6 meses tengan un Índice de Precipitación Estandarizado (IPE) igual o menor a (-1.04), para estar frente a una situación de escasez hídrica. (c) En las cuencas en que se cuente con embalses de regulación interanual, si el volumen almacenado es inferior al 60% del promedio del mes, las situaciones que revistan el carácter de severa sequía serán calificadas como tal, cuando el indicador de sequía de los últimos 6 meses en la estación que registra caudales entrantes (ICE-6) sea igual o menor a -0.84. (d) En empresas sanitarias, cuando la capacidad de extracción de agua subterránea sea menor al 50% de lo informado por la Superintendencia de Servicios Sanitarios a la DGA y, en el caso de Servicios Sanitarios Rurales, cuando sea menor al 50% a lo informado por la Dirección de Obras Hidráulicas a la DGA.

Tendencias de variables asociadas a la sequía a escala comunal

El estado de la amenaza de sequía a escala comunal se puede analizar a través de la medición de las tendencias de ciertos indicadores, tales como temperatura, precipitación y estado de la vegetación (Cao, et.al., 2020; Bento, et.al., 2020; Prakash, et.al., 2020).

Temperatura superficial: La tendencia del promedio de temperatura superficial desde 2013 al 2022, generada a partir del uso imágenes Landsat 8, muestra que en los últimos diez años ha aumentado en forma no homogénea en toda la comuna en un rango entre 0,2°C y 1,7°C. Los clústeres con mayor aumento se localizan en el sector sur, sur oriente, poniente y zonas del Cerro San Cristóbal. En este último, las zonas de mayor aumento de temperatura coinciden con las zonas de suelo desnudo producto de los incendios que lo han afectado en forma recurrente.

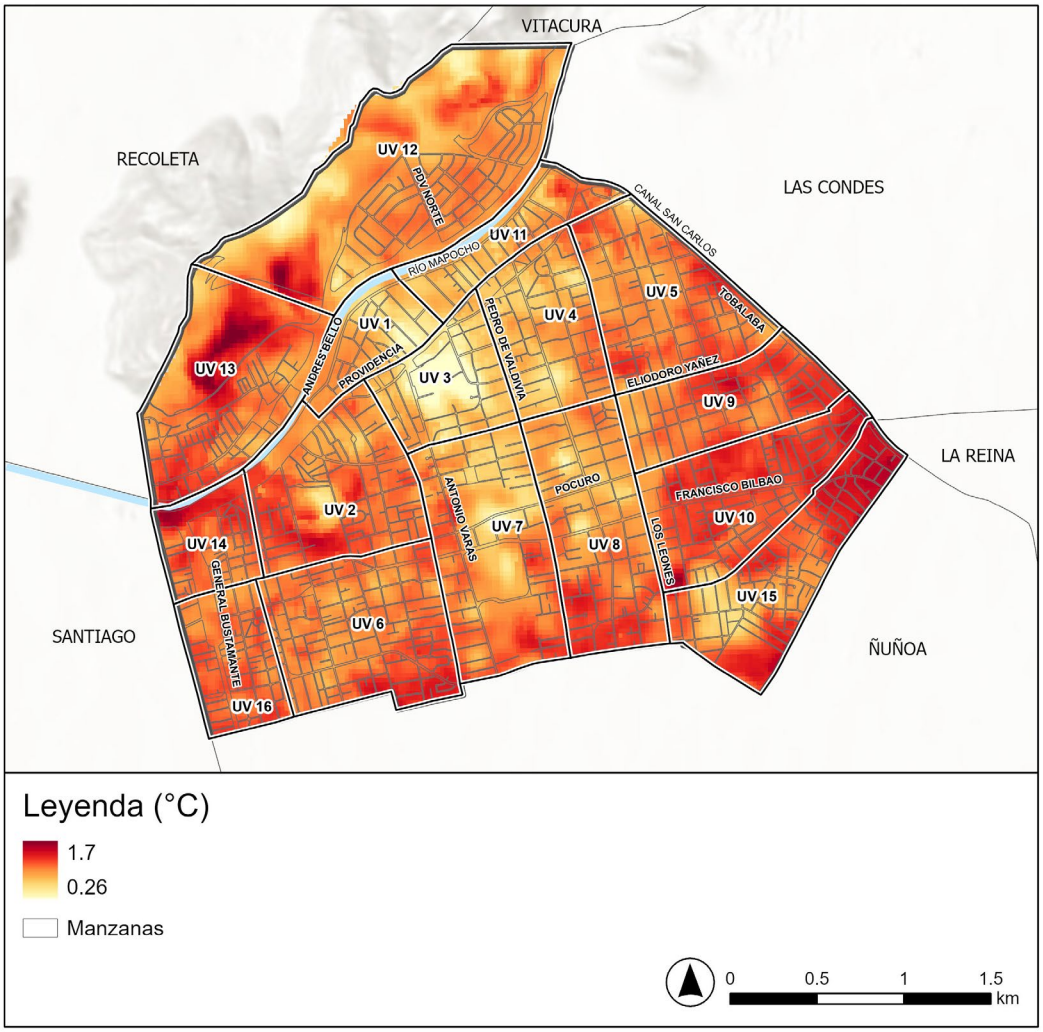


Figura 40. Aumento en °C de la temperatura superficial a nivel comunal entre 2013-2022. Fuente: elaboración propia en base a imágenes satelitales Landsat 8.

Precipitaciones: De forma complementaria a los índices de precipitación evaluados para otras amenazas, se analizó la precipitación promedio entre 1981-2022 utilizando información especializada de CHIRPS (Climate Hazard Group InfraRed Precipitation with Station). Se observa una reducción de 0,3 mm diarios entre 1981-2022, lo que indica una disminución de las precipitaciones a nivel regional. Al analizar la tendencia de la precipitación promedio, esta es negativa para toda la Región Metropolitana. A escala comunal la tendencia en la precipitación promedio muestra una disminución de las precipitaciones diarias anual de 0,028 mm (debido al tamaño de los pixeles, esto es aproximado). Si se consideran los datos de forma acumulativa se observa una sequía prolongada tanto a nivel local como regional.

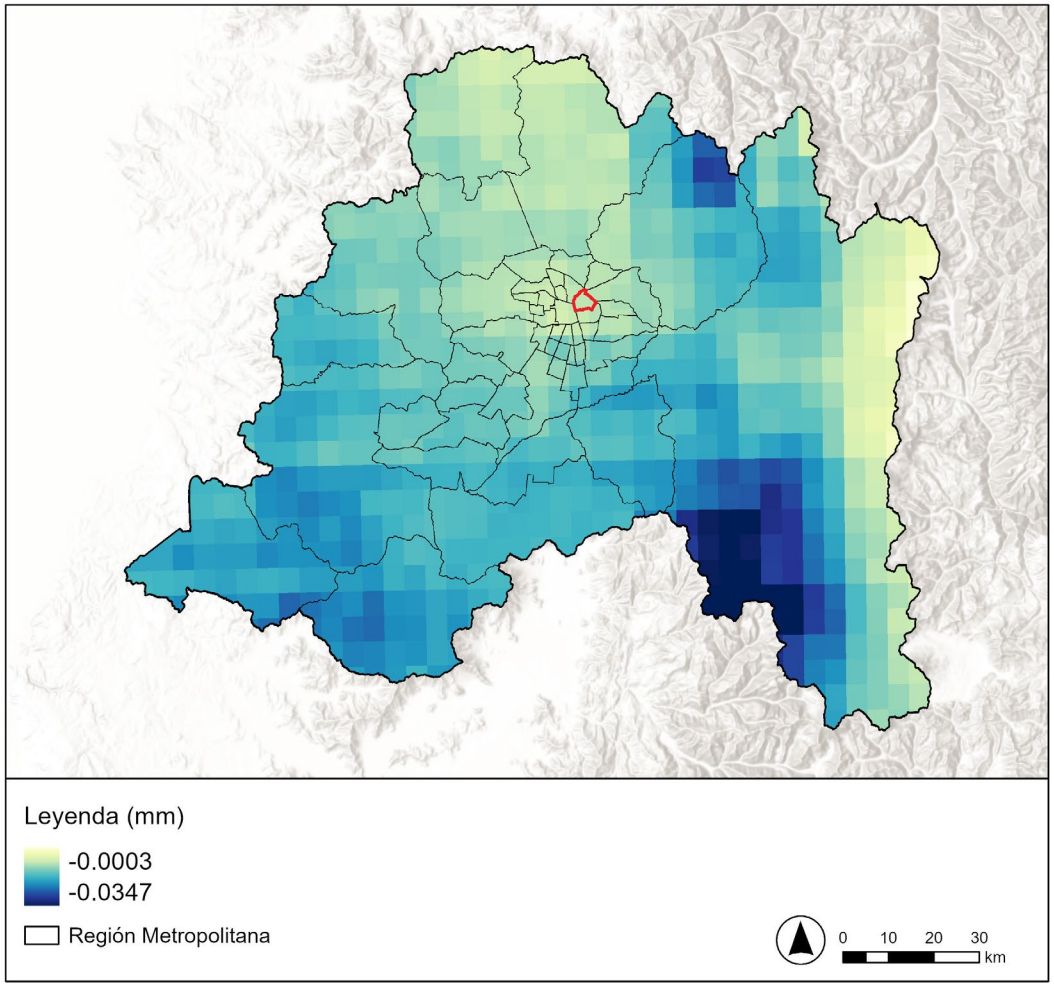


Figura 41. Tendencia de la precipitación promedio diaria anual entre 1981-2022. El mapa muestra la disminución diaria.
Fuente: elaboración propia en base a datos CHIRPS.

Estado de la vegetación: La siguiente variable para describir y analizar la sequía a escala comunal corresponde al cálculo de la tendencia del promedio del índice de vegetación NDVI[9] desde 2000 al 2022, producto generado a partir del uso de imágenes Landsat 7. La distribución de las tendencias muestra un aumento máximo de la salud de la vegetación que llega al 0.01 en el rango de años considerados (23). Por el contrario, y en concordancia con los resultados expuestos en la tendencia de temperatura, la reducción de la salud en base al índice llega a -0.022.

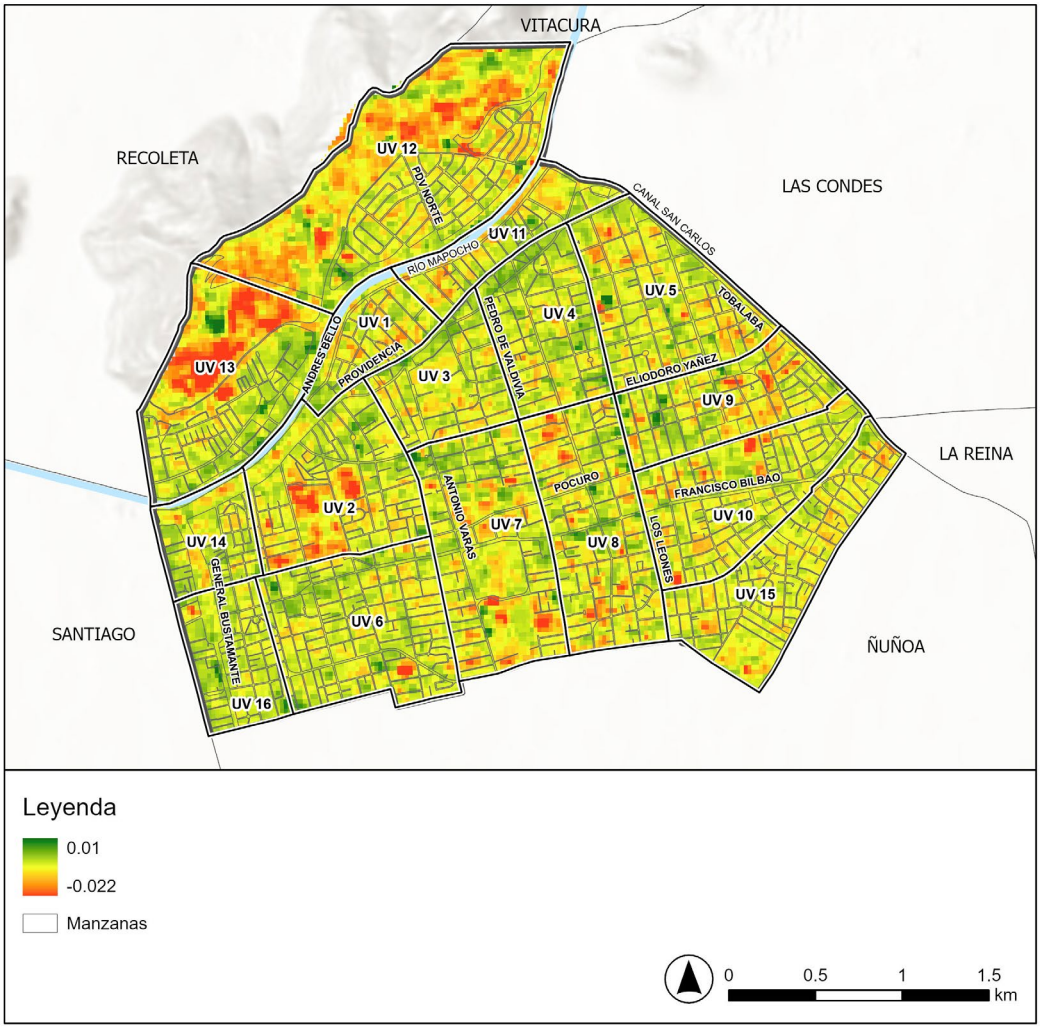


Figura 42. Tendencia del valor de NDVI (salud de vegetación) promedio entre 2000-2022. Considerar que los valores del mapa muestran el valor de aumento o disminución del índice entre las fechas analizadas. Las zonas sin variación se muestran en color amarillo. Fuente: elaboración propia en base imágenes satelitales Landsat 7.

[9] Los valores NDVI dan cuenta del vigor o salud de la vegetación según valores y/o concentraciones de clorofila o verdor.

b. Claves para la gestión de la amenaza de sequía

La sequía es una amenaza que se manifiesta a nivel regional con impactos acumulativos que dependen de las condiciones territoriales. Los impactos de la sequía a nivel regional están concatenados a escala local en la forma de impactos indirectos, pero que requieren atención.

IMPACTO REGIONAL	IMPACTO LOCAL
Déficit hídrico en sistemas de abastecimiento de agua potable.	Reducción del suministro y racionamiento en épocas críticas.
Déficit en el nivel de embalses de plantas hidroeléctricas.	Cortes programados que impactan personas y servicios públicos críticos.
Pérdida de zonas agrícolas productivas por escasez hídrica y desertificación.	Estrés en la cadena productiva de alimentos y posibilidad de escasez.
Menor agua disponible en el suelo para la vegetación urbana.	Aumento en las necesidades de riego para el mantenimiento del paisaje urbano

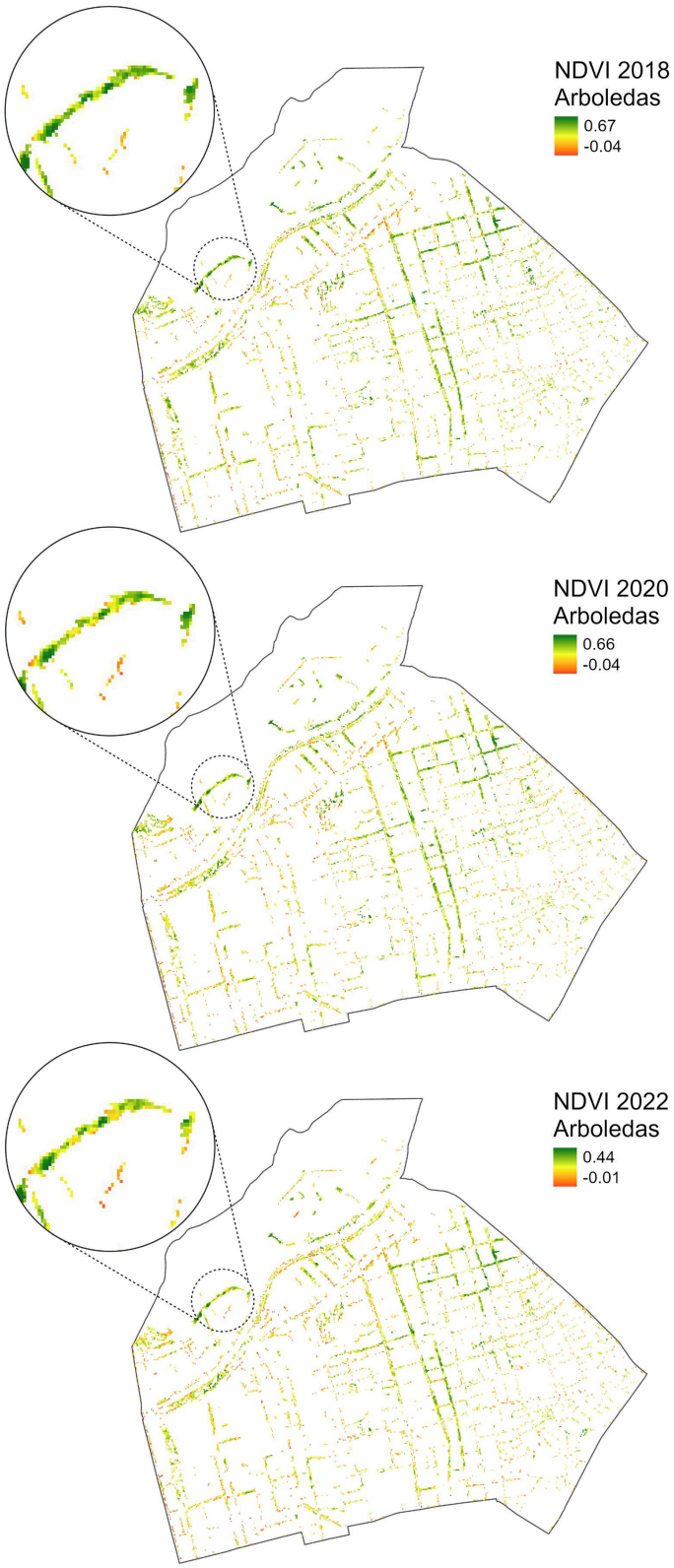
Tabla 12. Impactos potenciales de la sequía a nivel local considerando efectos regionales. Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla, la sequía puede generar impactos a nivel local. La continuidad del suministro eléctrico local, la planificación del sistema alimentario urbano y la gestión del paisaje urbano, se perfilan como nuevos ámbitos de planificación y gestión para los que no existe necesariamente una institucionalidad, políticas o un marco técnico-normativo que los regule. A continuación, se discuten brevemente los tres ejemplos mencionados.

Suministro eléctrico: Dependiendo de la matriz eléctrica, la continuidad del suministro eléctrico puede verse afectado con impactos negativos en la población y servicios públicos críticos. Considerando las interdependencias con otras amenazas, se pueden exacerbar los impactos en el suministro eléctrico por sobrecarga de la red producto de un uso generalizado de sistemas de climatización durante olas de calor.

Sistema alimentario urbano: La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO) advierte que presiones como el cambio climático ponen en peligro la capacidad de las sociedades de proveerse alimentos nutritivos, accesibles y producidos de manera sostenible. Se hace necesario entonces una adecuada planificación de las políticas y regulaciones que determinan el funcionamiento de los sistemas alimentarios, con el objetivo de orientar su desarrollo bajo principios de sostenibilidad económica, reducción de impactos ambientales y alcance social derivados de los beneficios de una alimentación sana y nutritiva (FAO, 2018). En 2015, se firmó el *Milan Urban Food Policy Pact* en el que múltiples ciudades se comprometieron a desarrollar políticas alimentarias donde se establecen recomendaciones en múltiples ámbitos (Santiago no fue uno de los firmantes). Así, distintas ciudades[10] a nivel global han comenzado a planificar la cadena de valor alimentaria (Coehn, 2017), la que considera procesos de: producción, procesamiento, almacenamiento, transporte, comercialización, transformación, consumo y disposición de residuos.[11]

[10] Destacan los casos de Chicago, Toronto, Nueva York y Rosario.
[11] Para una síntesis de las amenazas del Sistema Alimentario de Santiago y recomendaciones para su gestión, visitar: http://sistemaalimentario.cl/



Riego del paisaje urbano: La salud de la vegetación urbana depende de múltiples factores como el manejo que se haga del paisaje urbano. No obstante, los análisis muestran una disminución de la salud de la vegetación. Así, se puede argumentar que el agua disponible en suelo (que disminuye con la tendencia negativa de precipitación) más la dotación de riego son insuficientes para la demanda creciente de agua de la vegetación producto también de una mayor evapotranspiración (producto de temperaturas en aumento). De esto se desprende que la condición de sequía sí tiene un impacto en la vegetación independientemente del manejo del paisaje.

Para ejemplificar esto, se caracterizó la salud de las arboledas de Providencia, analizando sus valores de NDVI[12] para el mes de febrero[13] en los años 2018, 2020 y 2022. La pérdida de salud del arbolado urbano se puede constatar al examinar los valores máximos de NDVI en el rango de años analizados, observándose una disminución de 0,67 en 2018 a 0,44 en 2022. De forma ilustrativa, se incluye un área ampliada en la que se aprecia visualmente la variación de color que corresponde con la disminución del NDVI. La zona ampliada está localizada a los pies del Cerro San Cristóbal.

Figura 43. NDVI febrero 2018, 2020, 2022 para arboledas de Providencia. Fuente: elaboración propia en base a imágenes Sentinel 2.

[12] Se utilizaron imágenes satelitales Sentinel 2, las que tienen una resolución de 10 metros y permiten obtener un mejor detalle de las arboledas urbanas.
[13] Se utilizó febrero, ya que es el mes más seco de acuerdo a los registros de precipitación en la estación meteorológica de quinta normal.

5. Índice general de amenaza

El índice general de amenaza corresponde al primer componente para medir el riesgo climático según la fórmula general de riesgo que guía el proceso analítico del estudio:

$$Rg = \{(Ai) \times (Ei) \times (Vi)\}$$

Donde:

- Rg: Riesgo climático
- Ai: Índice general de amenaza
- Ei: Índice general de exposición
- Vi: Índice general de vulnerabilidad

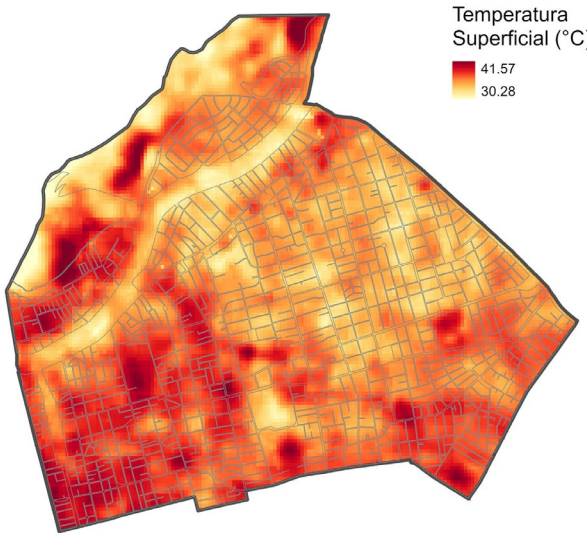
a. Construcción de índices normalizados por amenaza

El índice fue generado a partir de un cruce espacial de índices normalizados construidos para cada una de las cuatro amenazas caracterizadas. La normalización se realizó para cada valor a nivel espacial (celda o pixel) en base a la fórmula simplificada de normalización.

Los índices corresponden a capas de información geográfica en formato *raster* (información continua en donde cada pixel indica un valor) de 10 metros de resolución y se construyeron como se indica en la tabla a continuación.

Amenaza	Datos para la construcción del índice	Normalización
Inundación	Respecto de las clases de zonas potencialmente saturables.	Valores: 0 a 1
Ola de calor	A partir de la clasificación del análisis de temperatura superficial para la ola de calor más intensa (enero de 2019).	Valores: 0 a 1
Sistema frontal	Considerando la carencia de datos para caracterizar el comportamiento de la amenaza a escala comunal, se asume una condición de “expuesta” en su totalidad con el valor máximo de la normalización.	Valor: 1
Sequía	Considerando que la sequía es un fenómeno de escala regional y acumulativo, la comuna asume una condición de “expuesta” en su totalidad con el valor máximo de la normalización.	Valor: 1

Tabla 13. Tratamiento de la normalización según los datos disponibles. Fuente: elaboración propia.



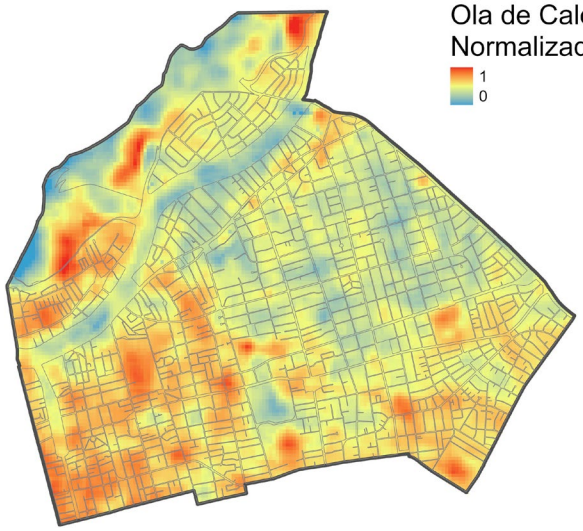
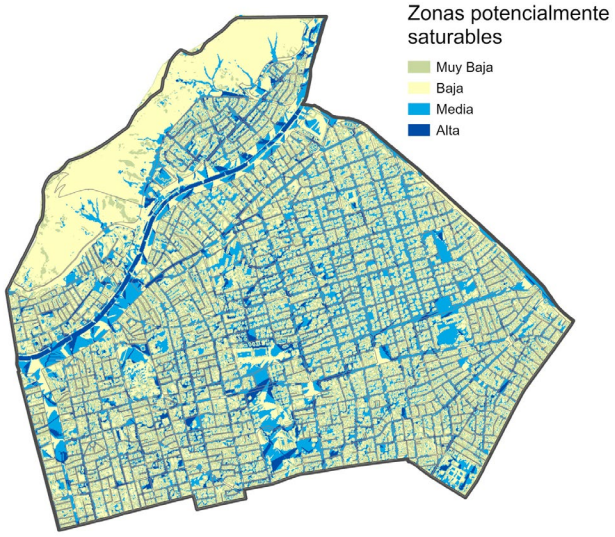


Figura 44. Proceso de normalización para la amenaza de ola de calor. Arriba: análisis de temperatura superficial para ola de calor más intensa. Abajo: normalización de los datos de temperatura superficial entre 0 y 1.



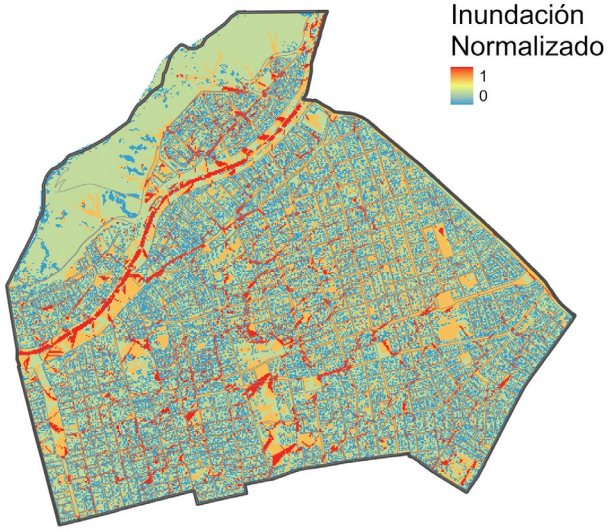


Figura 45. Proceso de normalización para la amenaza de inundación. Arriba: zonas potencialmente saturables por clases de peligro. Abajo: normalización de los datos de zonas potencialmente saturables entre 0 y 1.

b. Resultados del índice general de amenaza

El índice general de amenaza es una capa geográfica de tipo *raster* que, al igual que los índices individuales de cada amenaza, posee una resolución de 10 metros y con valores que van de 0 a 1, en donde 0 indica inexistencia de amenaza y 1 indica el nivel máximo de amenaza. El índice general de amenaza corresponde al primer componente necesario para calcular el riesgo climático para la comuna de Providencia.

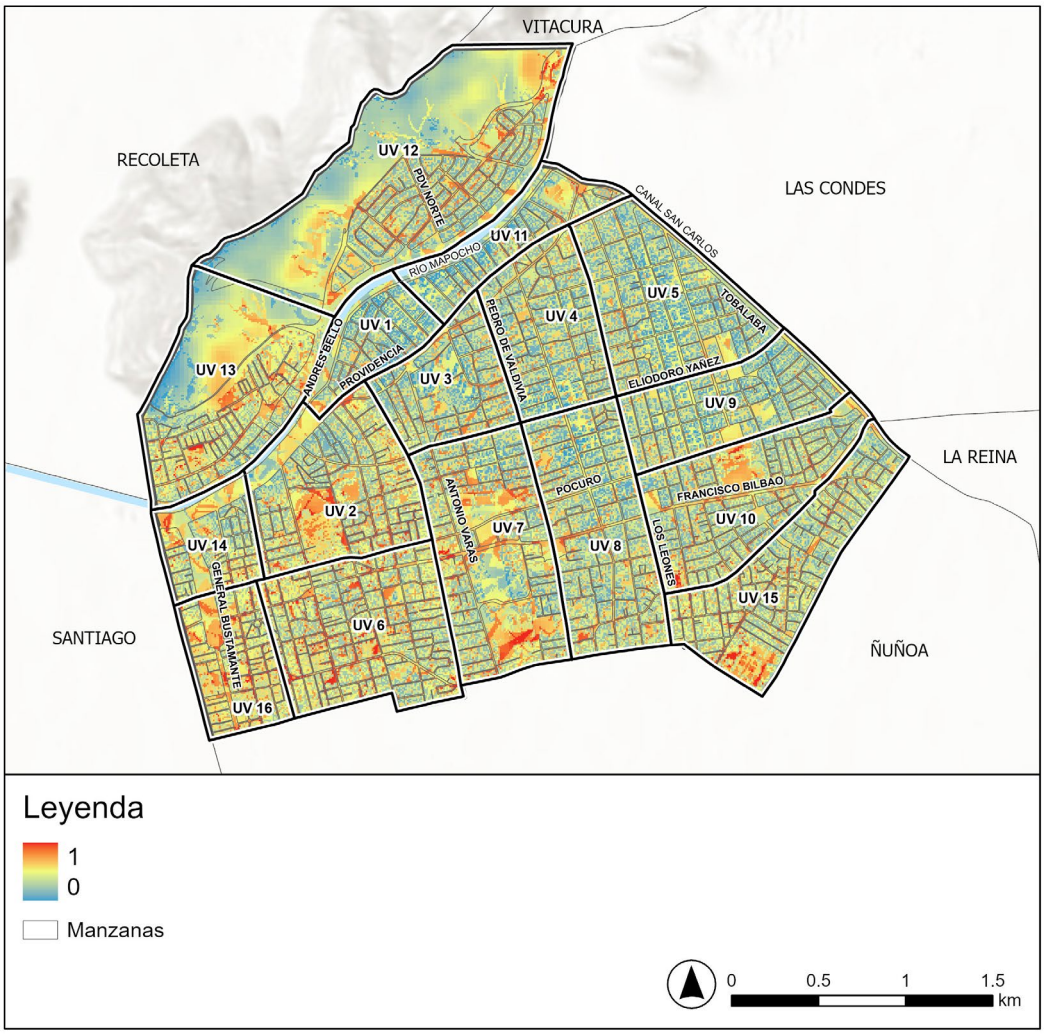
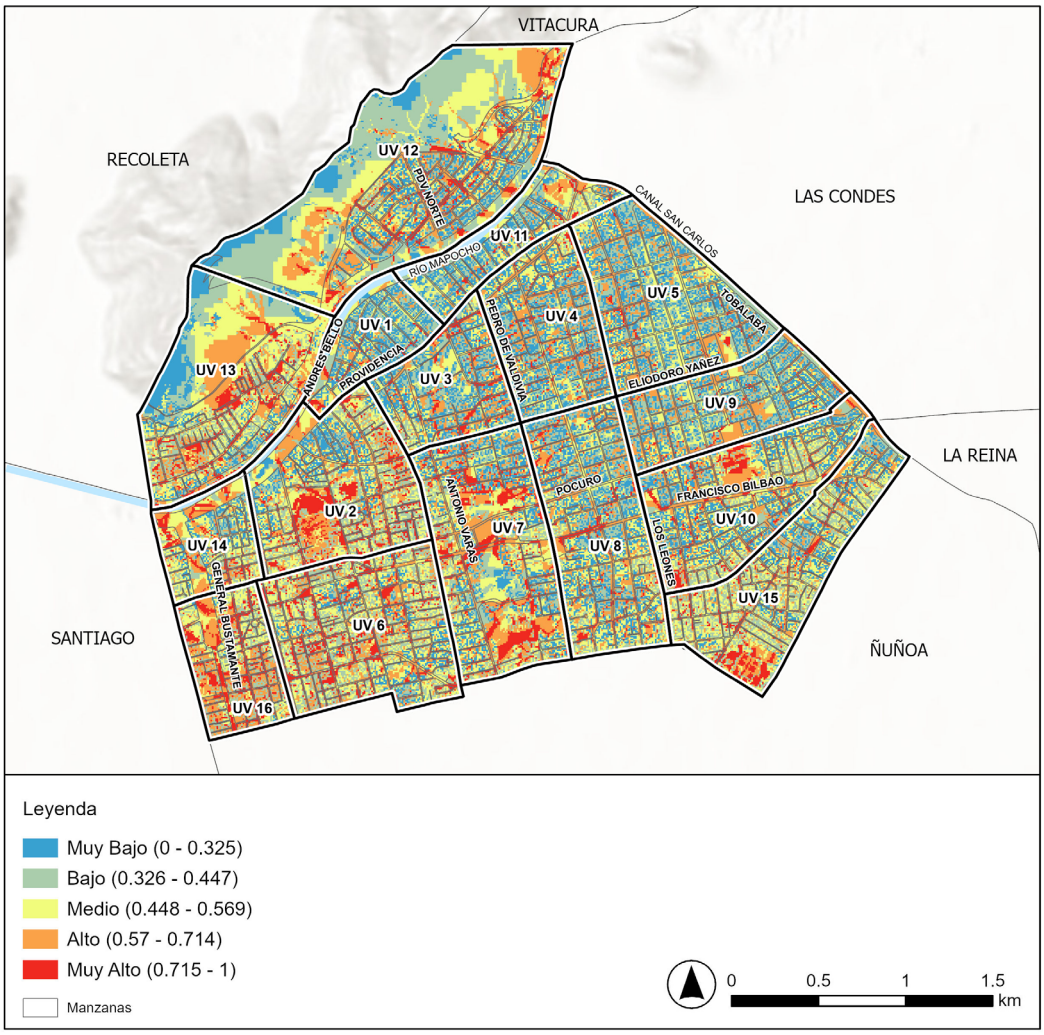


Figura 46. Índice general de amenaza (normalizado). Fuente: elaboración propia.

Otra forma de ver el índice es agrupando los valores de la normalización en clases o niveles, lo que permite entender el área bajo determinado nivel de amenaza y, con ello, entender los patrones espaciales de las amenazas climáticas en la comuna. Providencia tiene 1434 ha de superficie, de los cuales el 24.72%, equivalentes a 354 ha, corresponde a área bajo amenaza “media”. El nivel “alto” se presenta en el 23,55% del territorio comunal (338 ha). El área en el nivel “bajo” se presenta en el 23,07% de la comuna (331 ha), seguido de “muy bajo” con el 18,03% (259 ha). Finalmente, el nivel de amenaza “muy alto” se presenta en el 10,27% de la comuna, equivalente a 147 ha.



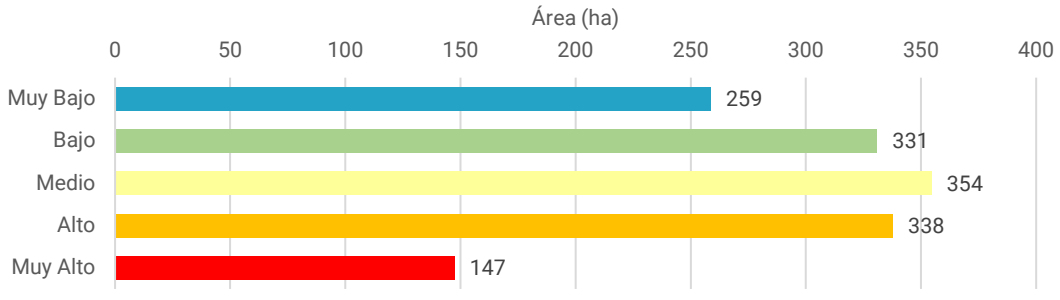


Figura 47. Índice de amenaza en clases y gráfico de superficie comunal bajo cada clase de amenaza. Notar que hay 5 ha (0,3%) no contabilizadas producto de la resolución del análisis (pixeles en los bordes). Fuente: elaboración propia.

Al utilizar las unidades vecinales como unidad espacial para el mismo análisis, se observa que las UV más afectadas por el nivel “muy alto” de amenaza se localizan en el sector surponiente (UV16, 2, 6, 7 y 14). El nivel de amenaza “alto” se distribuye de forma homogénea entre las UV, con rangos que van entre el 15%-31% del área de cada UV.

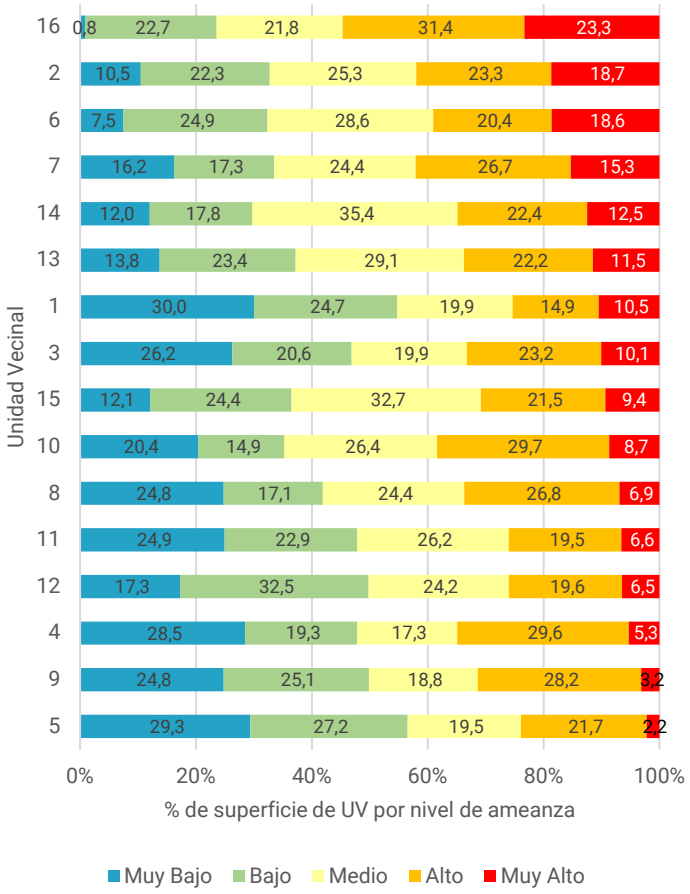


Figura 48. Porcentaje de la superficie de unidades vecinales afectadas por clases de amenaza. Fuente: elaboración propia.

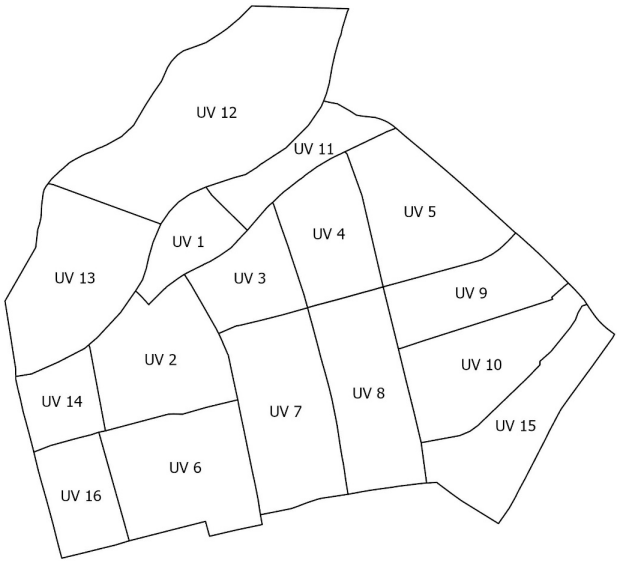


Figura 49. Mapa de referencia con unidades vecinales (UV). Fuente: elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Providencia.

II. EXPOSICIÓN DE LOS SISTEMA CRÍTICOS

1. Caracterización de los elementos expuestos

La exposición comprende aquellos elementos presentes en el territorio que, dada su localización, son potencialmente susceptibles de ser afectados por ocurrencia de eventos asociados a las amenazas climáticas. Un elemento se considerará expuesto cuando se localice en una zona donde exista amenaza. Recordando la conceptualización de la exposición en la E2, cada elemento expuesto es representado por una variable geográfica o componente, la cual posee una dimensión y se asocia a un sistema crítico, como se observa en la tabla a continuación.

Sistema crítico	Dimensión	Componentes
Exposición de las personas: consiste en las personas que viven en la comuna.	**Habitantes**	Habitantes
Exposición de las edificaciones: consiste en la individualización del uso residencial en las edificaciones, a partir de las viviendas existentes en la comuna.	**Viviendas**	Viviendas
Exposición de la infraestructura y equipamiento público: consiste en el número total y distribución de diversas infraestructuras y equipamientos comunales.	**Áreas verdes y recreación**	Plazas
		Parques
		Zonas de juegos infantiles
	Infraestructura vial	Ciclovías
		Calles
		Paraderos
	Infraestructura	Luminarias
		Arboledas
		Fuentes de agua
	Equipamiento comunal	Establecimientos educacionales
		Jardines y salas cuna
		Equipamiento deportivo
		Edificios policiales
		Cuarteles de bomberos
		Establecimientos de salud

Tabla 14. Dimensiones y componentes en el contexto de la exposición. Fuente: elaboración propia.

La caracterización de los elementos expuestos para cada sistema crítico consta de dos partes:

- Un catastro geográfico (mapeo) de los componentes de cada sistema crítico, considerando su localización, dimensión y/o extensión.

- Una evaluación de la localización de los componentes respecto del índice general de amenaza. Esto permite cuantificar cuantos componentes están expuestos a un determinado nivel de amenaza, es decir, los elementos expuestos. Se provee una síntesis estadística por componente y/o dimensión. La mayoría de las estadísticas se presentan como porcentaje para facilitar su comprensión (p. ej: % del número total de viviendas).

Cabe recordar que no existen zonas libres de amenaza (ver mapa del índice general de amenaza) por lo que todos los componentes catastrados están expuestos en menor o mayor grado.

a. Caracterización del sistema crítico “personas”

Dimensión: Habitantes

El catastro del sistema crítico personas considera un componente. Como variable geográfica se utilizó el número de habitantes por manzana según información censal (2017) y la base de datos WorldPop (2019). Se constata que el 36% de la población se localiza en áreas con niveles de amenaza “muy alto” y “alto”. Por otro lado, el 40,7% de la población se ubica en los dos últimos tramos de amenaza (bajo y muy bajo), a la vez que un 23,3% se ubica en el tramo medio.

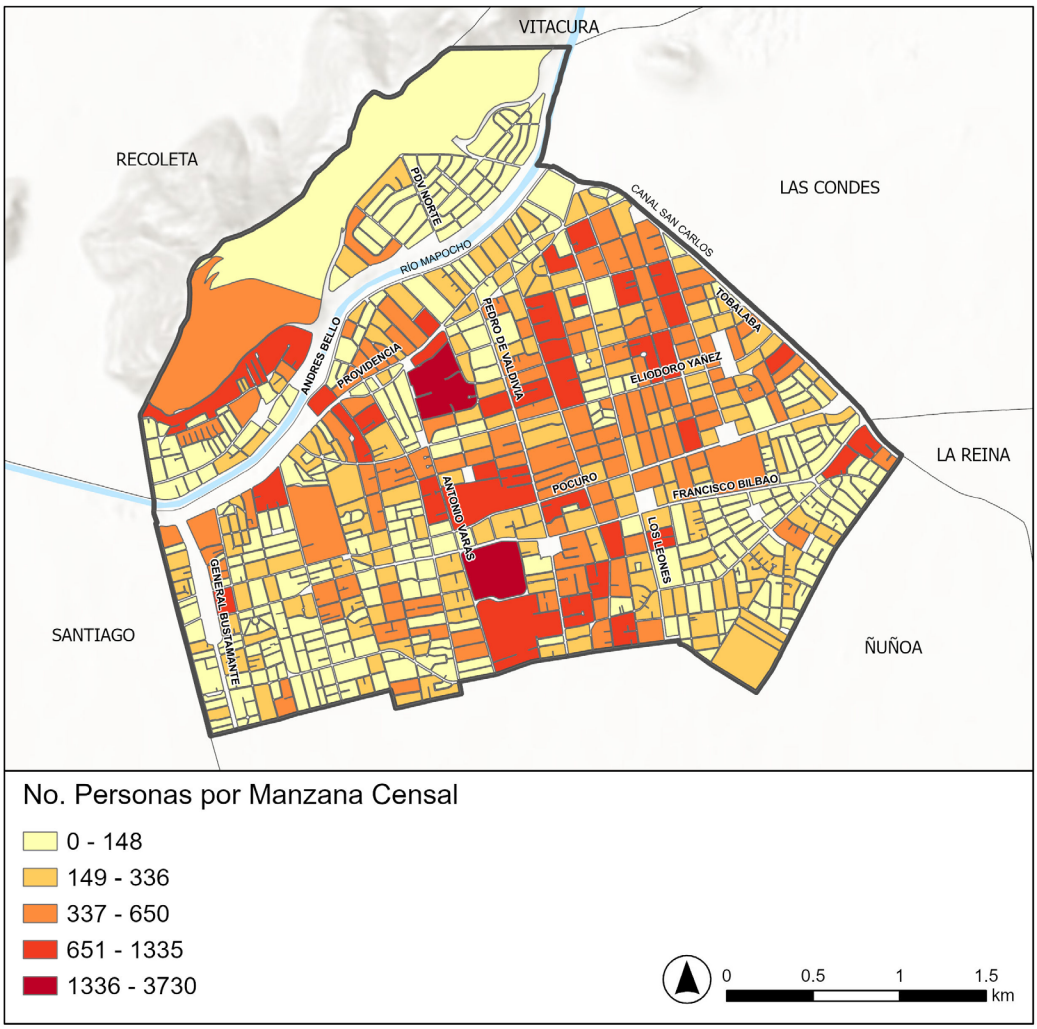


Figura 50. Habitantes por manzana. Fuente: elaboración propia en base a Censo 2017.

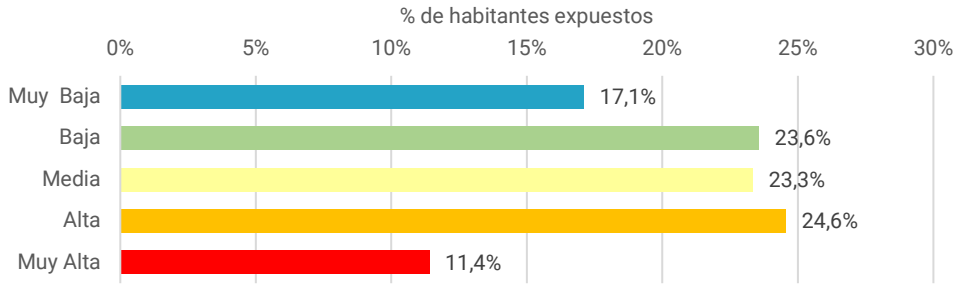


Figura 51. Porcentaje de habitantes expuestos a distintos niveles de amenaza. Fuente: elaboración propia.

b. Caracterización del sistema crítico “edificaciones”

Dimensión: Viviendas

El catastro del sistema crítico edificaciones considera una dimensión y un componente. Como variable geográfica se consideró el número total de viviendas por manzanas de acuerdo al Censo 2017. En cuanto a los elementos expuestos, 6,9% de las viviendas de la comuna se localizan en zonas de amenaza “muy alta”, seguido de un 20,1% en amenaza “alta”. Para el resto de las clases de amenaza, los porcentajes de viviendas expuestas son similares (20-23% por clase).

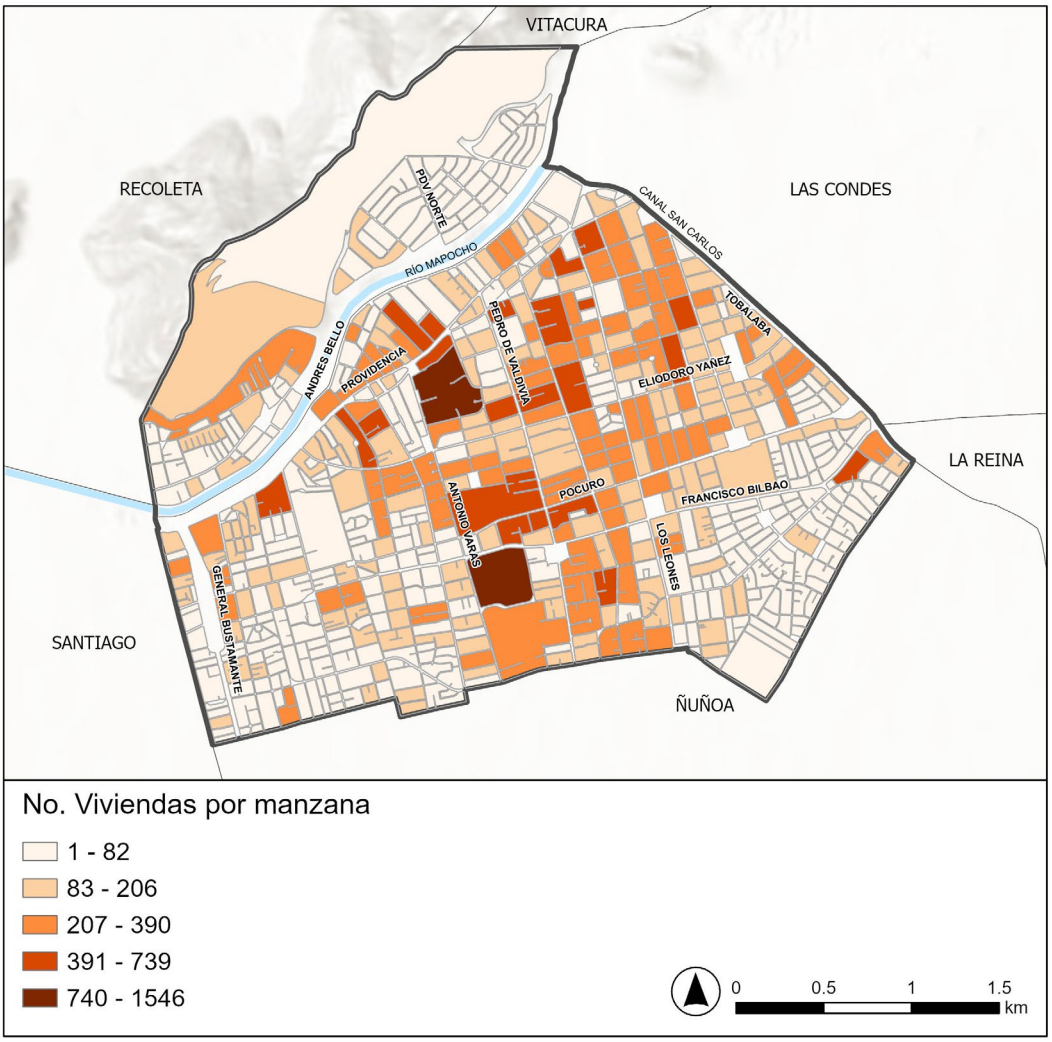


Figura 52. Viviendas por manzana. Fuente: elaboración propia en base a Censo 2017.

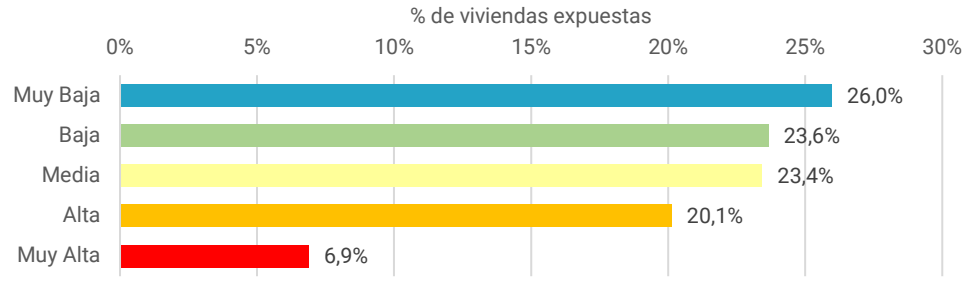


Figura 53. Porcentaje de viviendas expuestas a distintos niveles de amenaza. Fuente: elaboración propia.

c. Caracterización del sistema crítico “infraestructura y equipamiento”

Dimensión: Áreas verdes y recreación

Esta dimensión considera tres componentes: parques, plazas y zonas de juegos infantiles. El catastro geográfico considera variables de localización, forma y tamaño de plazas y parques y la localización de juegos infantiles en la comuna.

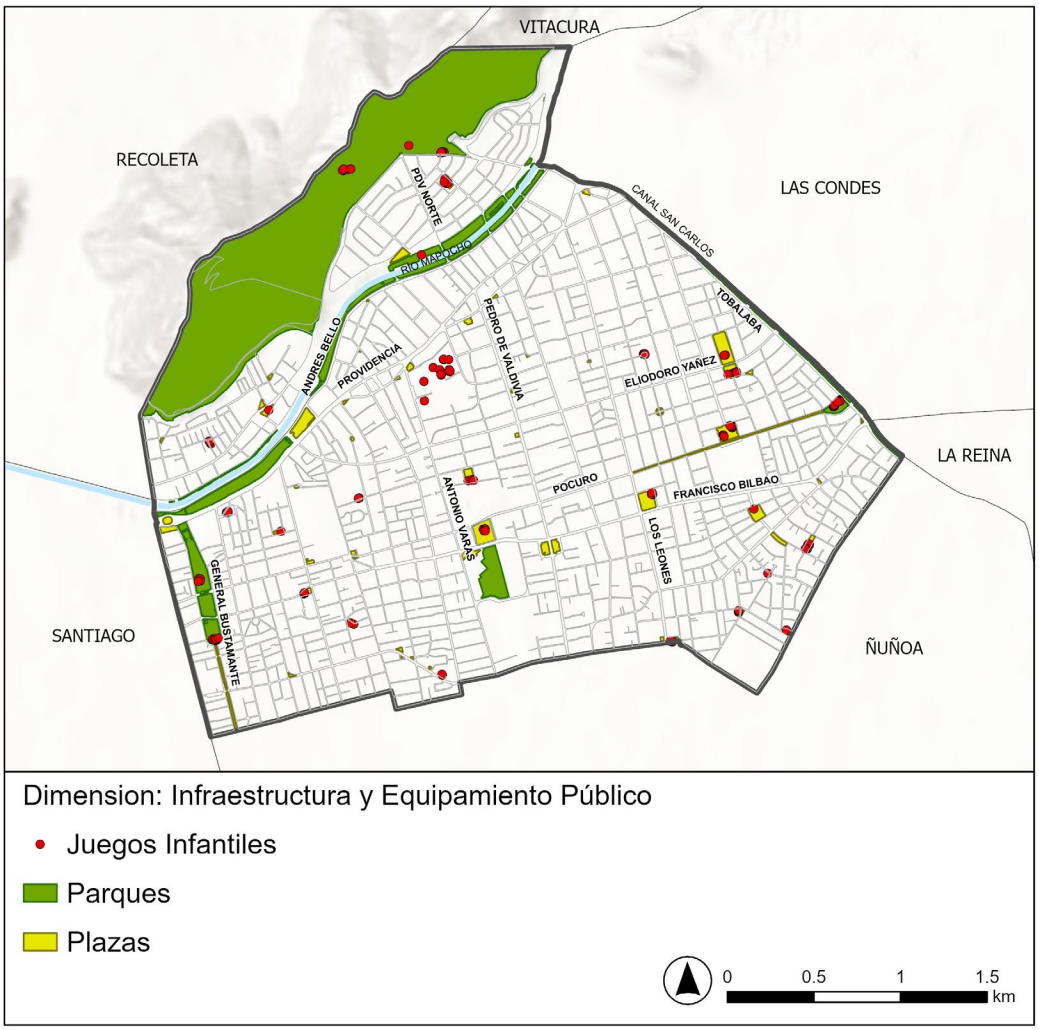


Figura 54. Plazas, parques y zonas de juegos infantiles Fuente: elaboración propia en base a ECV e información de la Municipalidad de Providencia.

Al evaluar los elementos expuestos de esta dimensión[14], destacan las plazas con 20,8% del área en zonas de amenaza “muy alta” y los juegos infantiles con 24,8% de estos en el mismo nivel. En el nivel “alto”, destacan también las plazas y juegos infantiles con 43,6% y 38,6% respectivamente. Los parques poseen un bajo porcentaje del área total localizados en zonas de amenaza “muy alta” (3%), subiendo a 16% en nivel “alto”.

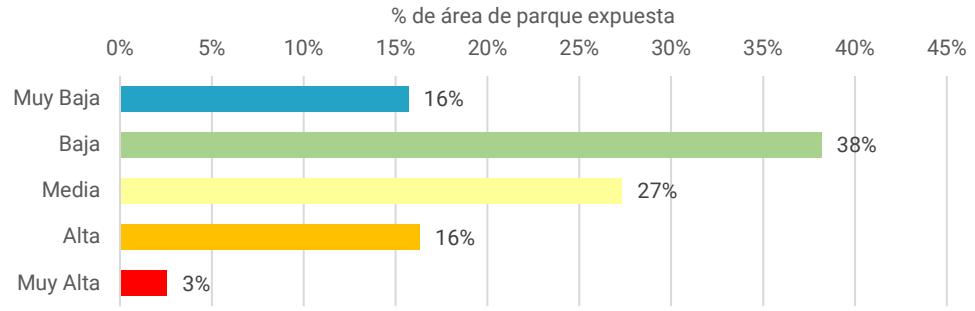


Figura 55. Porcentaje de área de parque expuesta a distintos niveles de amenaza. Fuente: Elaboración propia.

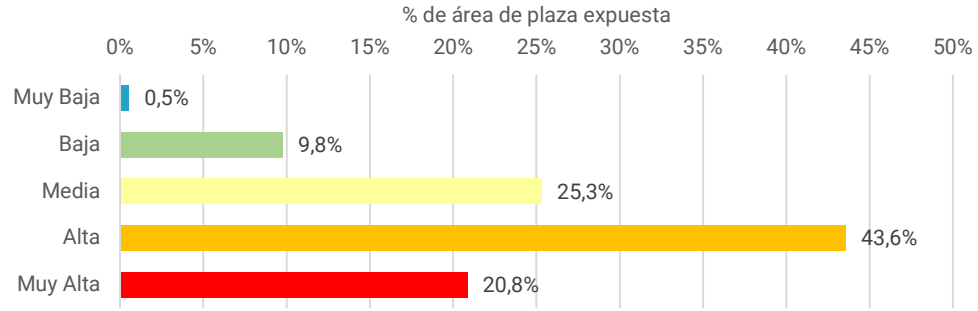


Figura 56. Porcentaje de área de plaza expuesta a distintos niveles de amenaza. Fuente: Elaboración propia.

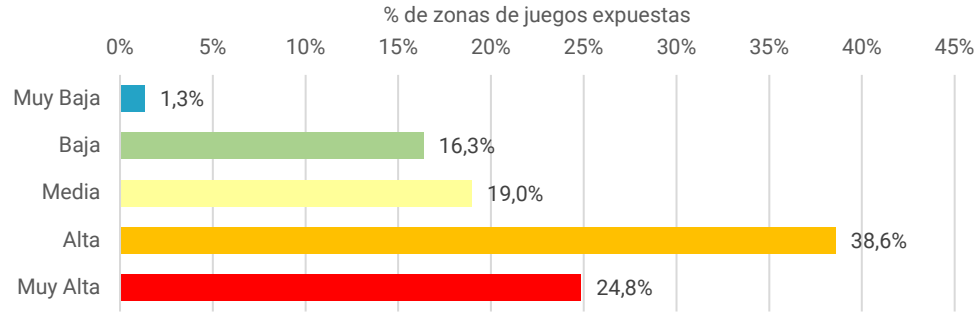


Figura 57. Porcentaje de zonas de juegos infantiles expuesta a distintos niveles de amenaza. Fuente: Elaboración propia.

[14] Los porcentajes indicados corresponden a al proporción de cada componente por separado.

Dimensión: Infraestructura vial

Esta dimensión considera tres componentes: red de ciclovías, red vial (calles) y paraderos. El catastro geográfico considera variables de trazado y longitud de calles y ciclovías, mientras que para los paraderos se registra su localización en el territorio comunal. Para facilitar la lectura a nivel geográfico, se generó un mapa por componente.



Figura 58. Trazado de ciclovías. Fuente: elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Providencia.



Figura 59. Trazado de calles según tipología. Fuente: elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Providencia.

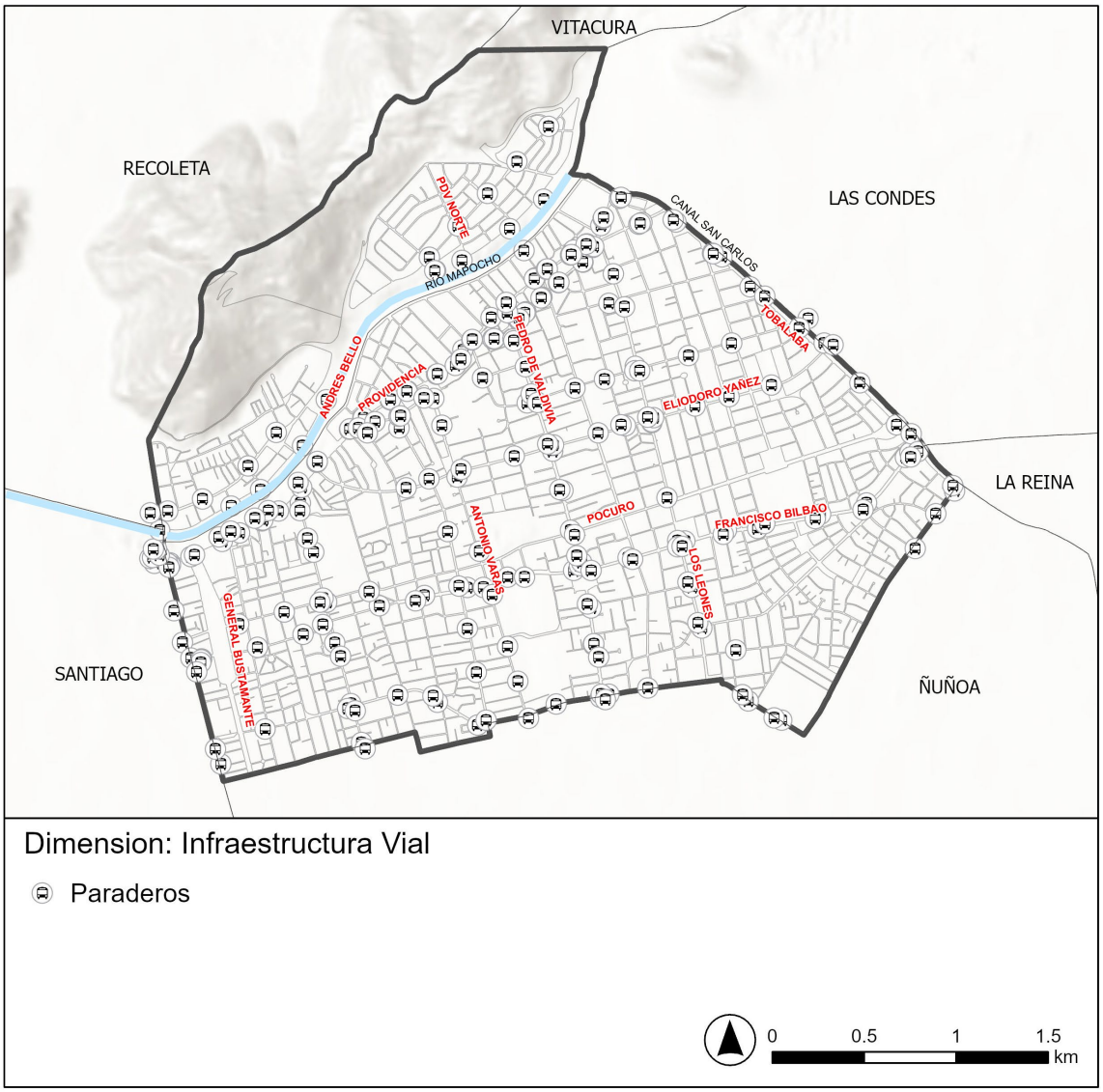


Figura 60. Ubicación de paraderos. Fuente: elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Providencia.

La evaluación de los elementos expuestos permite constatar que los tres componentes presentan porcentajes similares de exposición en el nivel de amenaza “muy alto” (17 a 21%). No obstante, los porcentajes son sustancialmente mayores (aproximadamente el doble) en el nivel “alto”, con valores entre 34 y 41%. Se observa que la distribución de los porcentajes por cada clase de amenaza es relativamente similar entre los componentes.

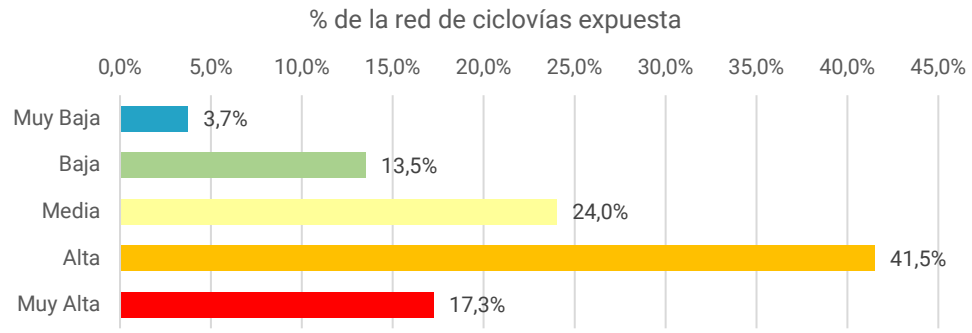


Figura 61. Porcentaje de la red (longitud) de ciclovías expuesta a distintos niveles de amenaza. Fuente: Elaboración propia.

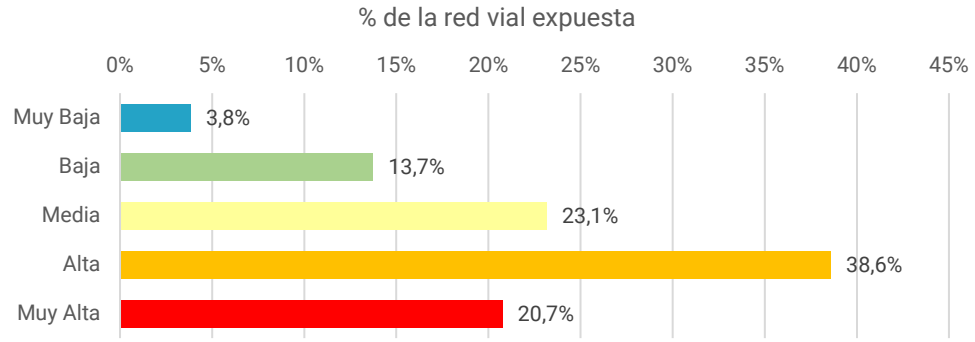


Figura 62. Porcentaje de la red (longitud) vial expuesta a distintos niveles de amenaza. Fuente: Elaboración propia.

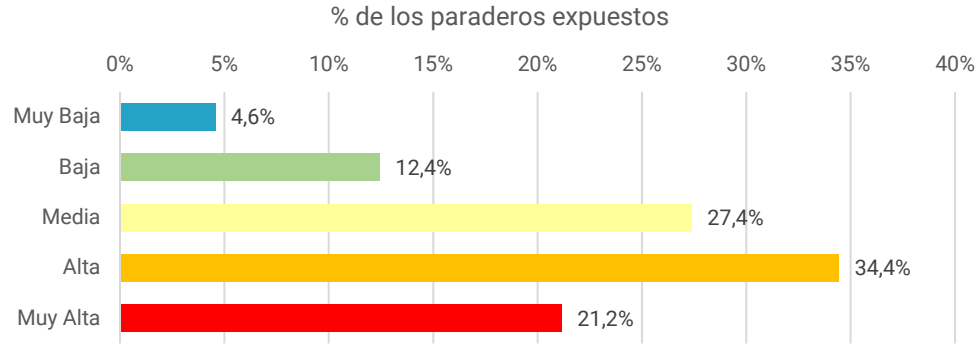


Figura 63. Porcentaje de los paraderos expuestos a distintos niveles de amenaza. Fuente: Elaboración propia.

Dimensión: Infraestructura

Esta dimensión considera tres componentes, los que se podrían dividir entre infraestructura gris y verde: arboledas, fuentes de agua y luminarias. El catastro geográfico considera variables de cobertura arbórea (área de copa) y localización y cantidad de fuentes de agua y luminarias. Para facilitar la lectura a nivel geográfico, se generó un mapa por componente.



Figura 64. Cobertura arbórea de las arboledas de la comuna. Fuente: elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Providencia.

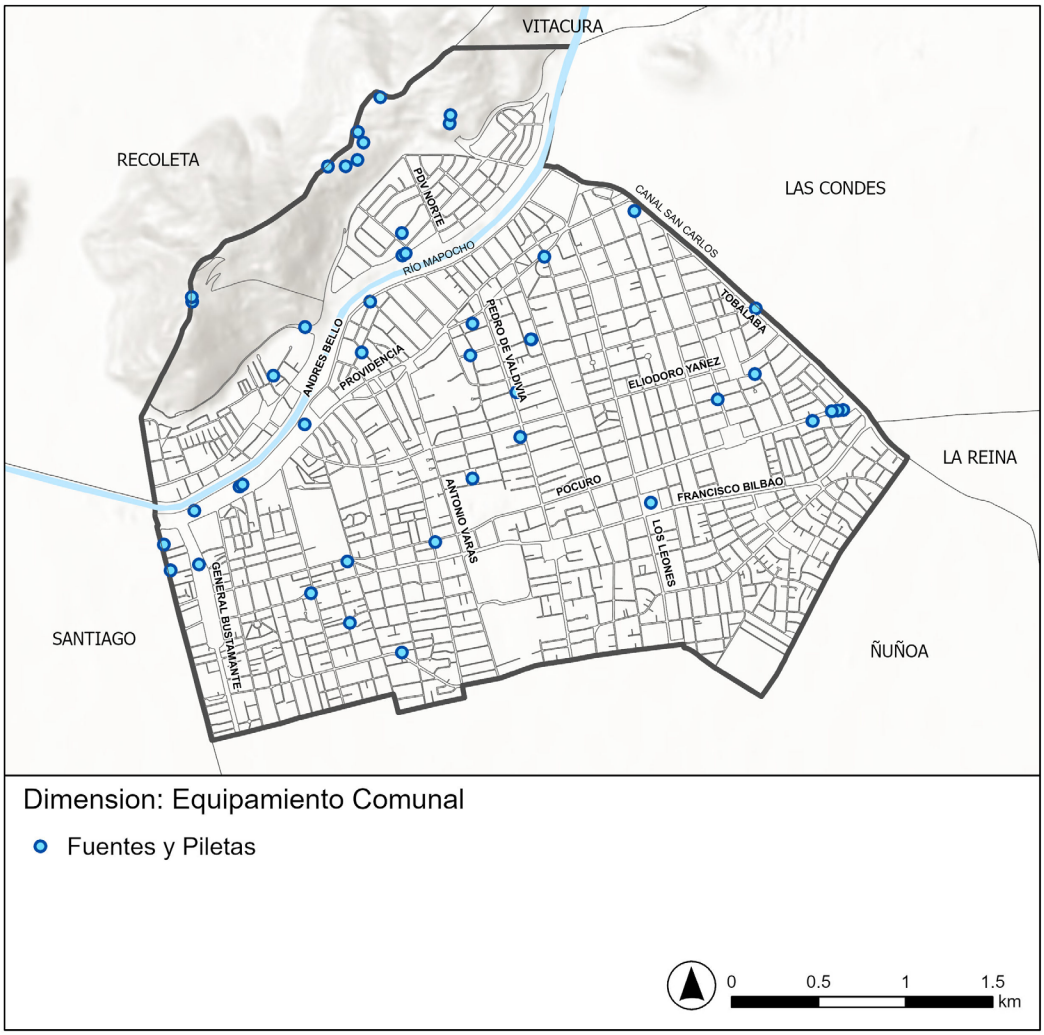


Figura 65. Localización de fuentes y piletas. Fuente: elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Providencia.



Figura 66. Luminarias urbanas. Fuente: elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Providencia.

En cuanto a la exposición de esta dimensión, los tres componentes presentan valores similares en el nivel de amenaza “muy alto” (14 a 17%) y “alto” (34 a 35%). Al considerar ambas clases en conjunto (“muy alto” y “alto”), los componentes presentan cerca del 50% de sus elementos localizados en los tramos superiores de amenaza. Destaca el componente fuentes y piletas el que no posee elementos en la clase “muy baja” y presenta, además, el mayor porcentaje de elementos expuestos en el nivel de amenaza “bajo” al compararlo con el resto.

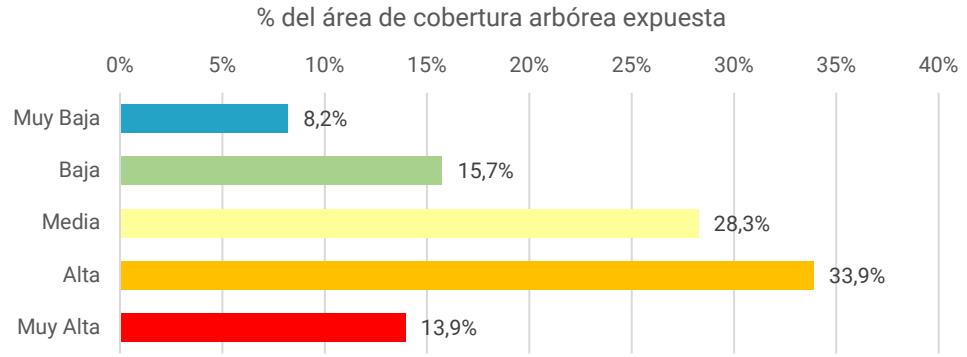


Figura 67. Porcentaje del área de cobertura arbórea expuesta a distintos niveles de amenaza. Fuente: Elaboración propia.

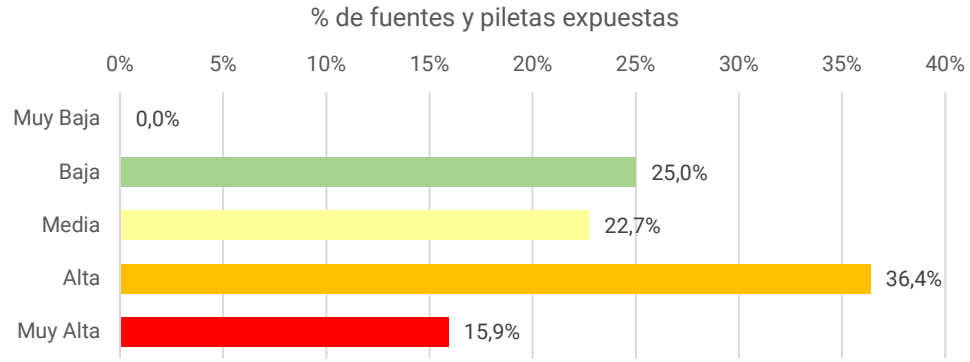


Figura 68. Porcentaje de fuentes y piletas expuestas a distintos niveles de amenaza. Fuente: Elaboración propia.

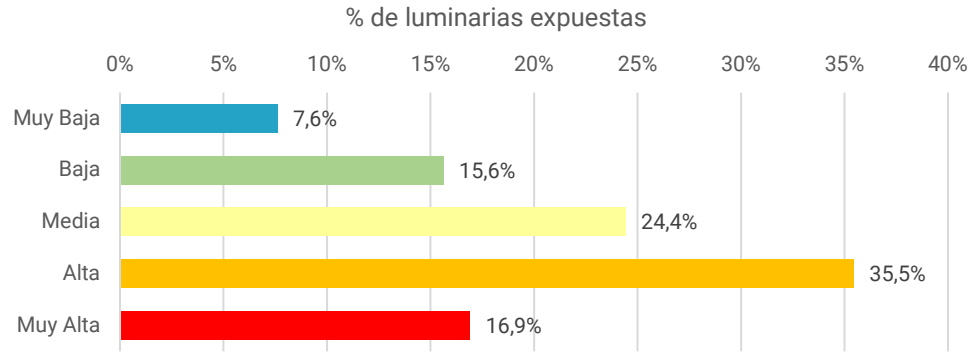


Figura 69. Porcentaje de luminarias expuestas a distintos niveles de amenaza. Fuente: Elaboración propia.

Dimensión: Equipamiento comunal

Esta dimensión considera cinco componentes: establecimientos educacionales (colegios, escuelas, liceos), jardines y salas cuna (párvulos), equipamiento deportivo (centros deportivos), edificios policiales (comisarías y subcomisarías de Carabineros), cuarteles de bomberos (compañías de Bomberos) y establecimientos de salud (todos los tipos, públicos y privados). El catastro geográfico considera variables de localización y cantidad para todos los componentes.

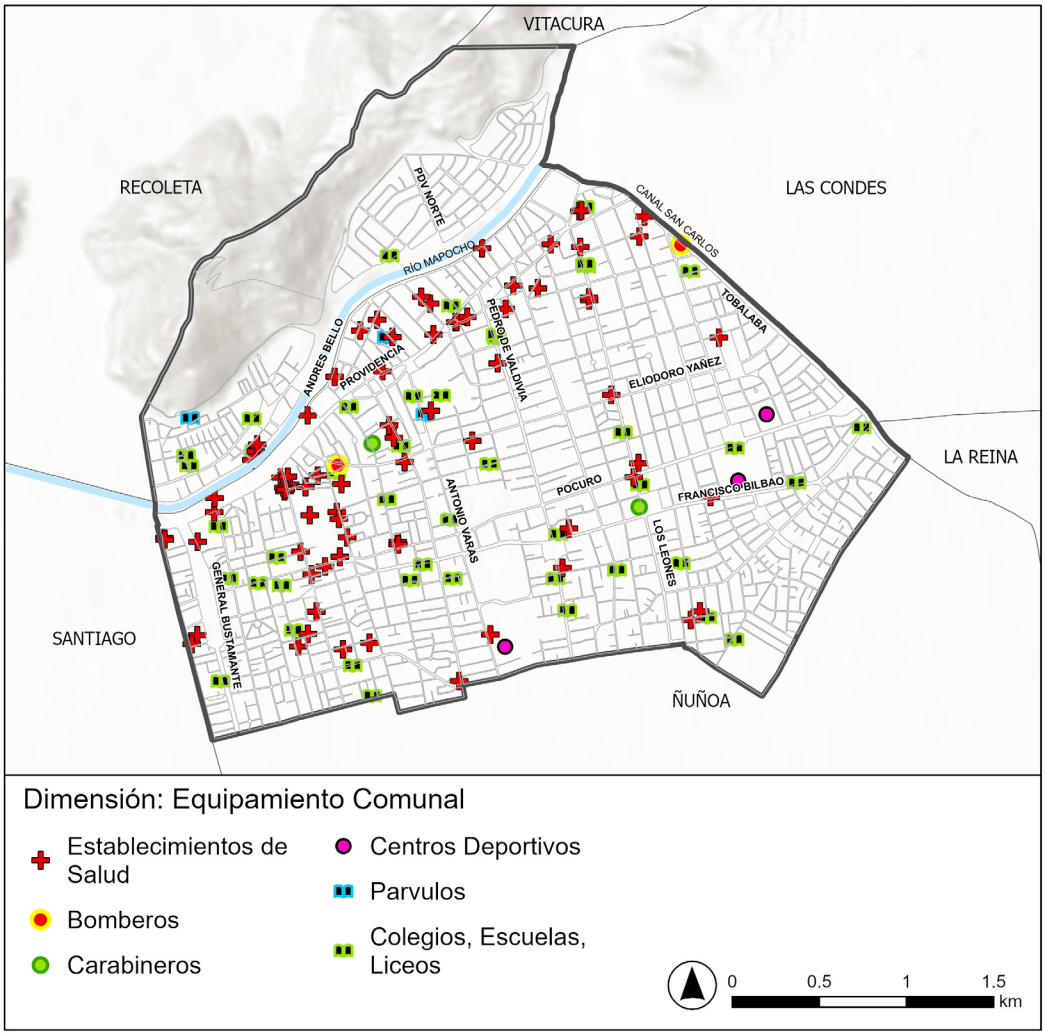


Figura 70. Localización del equipamiento comunal. Fuente: elaboración propia en base a datos de la M. de Providencia.

Para esta dimensión, se agruparon los componentes para evaluar la exposición. Cerca del 30% de los componentes se localizan en zonas de amenaza “alta” o “muy alta”, mientras que un porcentaje similar se localiza en zonas de amenaza “media” (27,6%). En consecuencia, los tramos inferiores de amenaza concentran el 43,3% de los componentes.

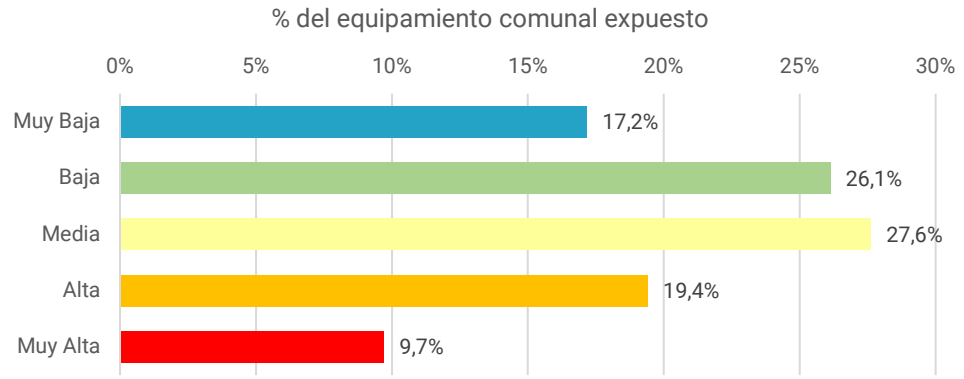


Figura 71. Porcentaje de equipamientos expuestos a distintos niveles de amenaza. Fuente: Elaboración propia.

2. Índice general de exposición

El índice general de exposición corresponde al segundo componente para medir el riesgo climático según la fórmula general de riesgo que guía el proceso analítico del estudio:

$$Rg = \{(Ai) \times (Ei) \times (Vi)\}$$

Donde:

- Rg: Riesgo climático
- Ai: Índice general de amenaza
- Ei: Índice general de exposición
- Vi: Índice general de vulnerabilidad

a. Construcción del índice general de exposición

El índice general de exposición fue generado a partir de un cruce espacial de los índices normalizados para cada sistema crítico, como se observa en la figura en la página siguiente. El índice general de exposición agrupa todos los elementos expuestos identificados en el punto anterior. En términos prácticos, representa la concentración de elementos (componentes) expuestos en el territorio comunal.

Al igual que todos los índices, éste toma la forma de una capa geográfica tipo *raster* de resolución 10 metros y con valores normalizados entre 0 y 1. Para una explicación del proceso de normalización de este índice, referirse a la E2.

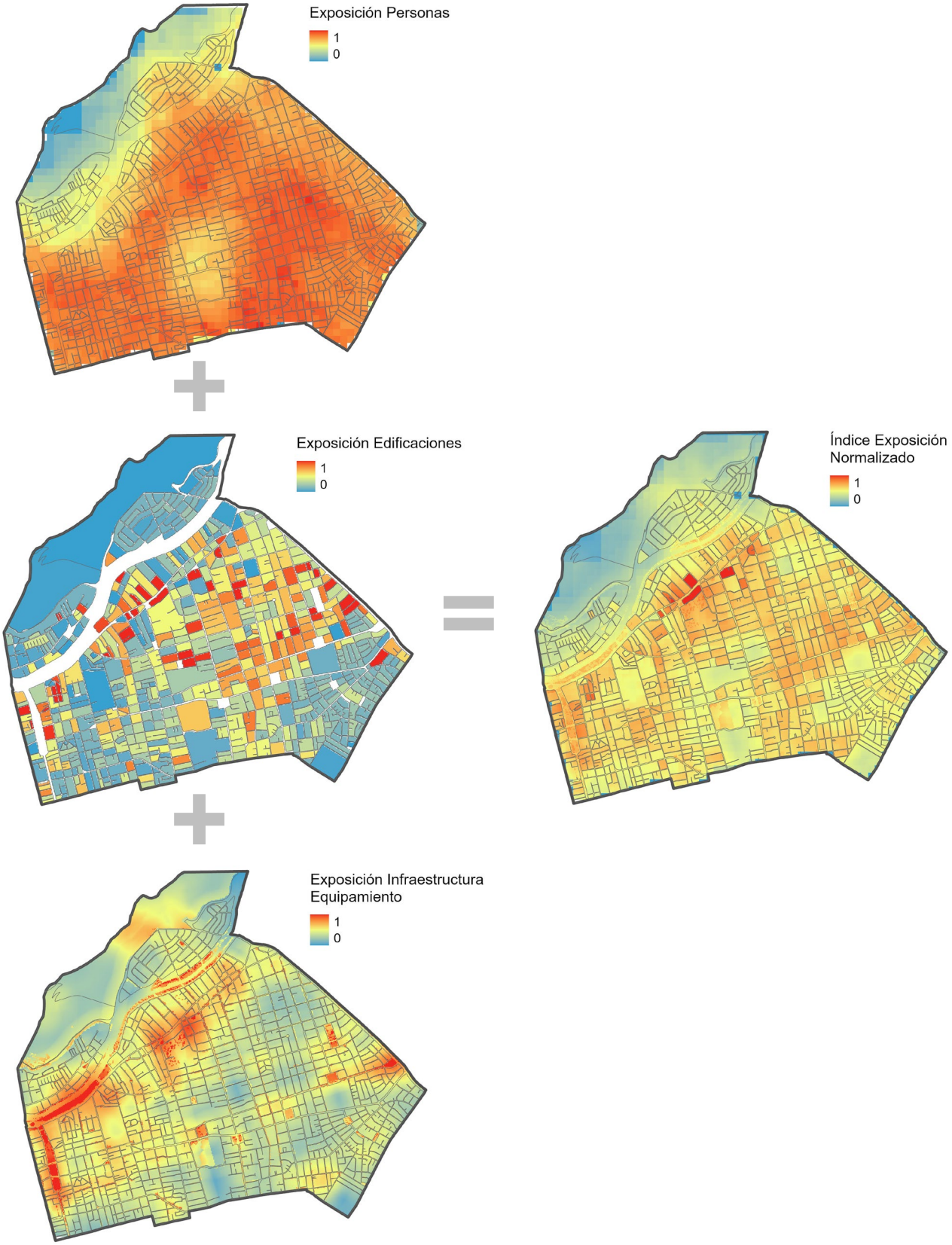
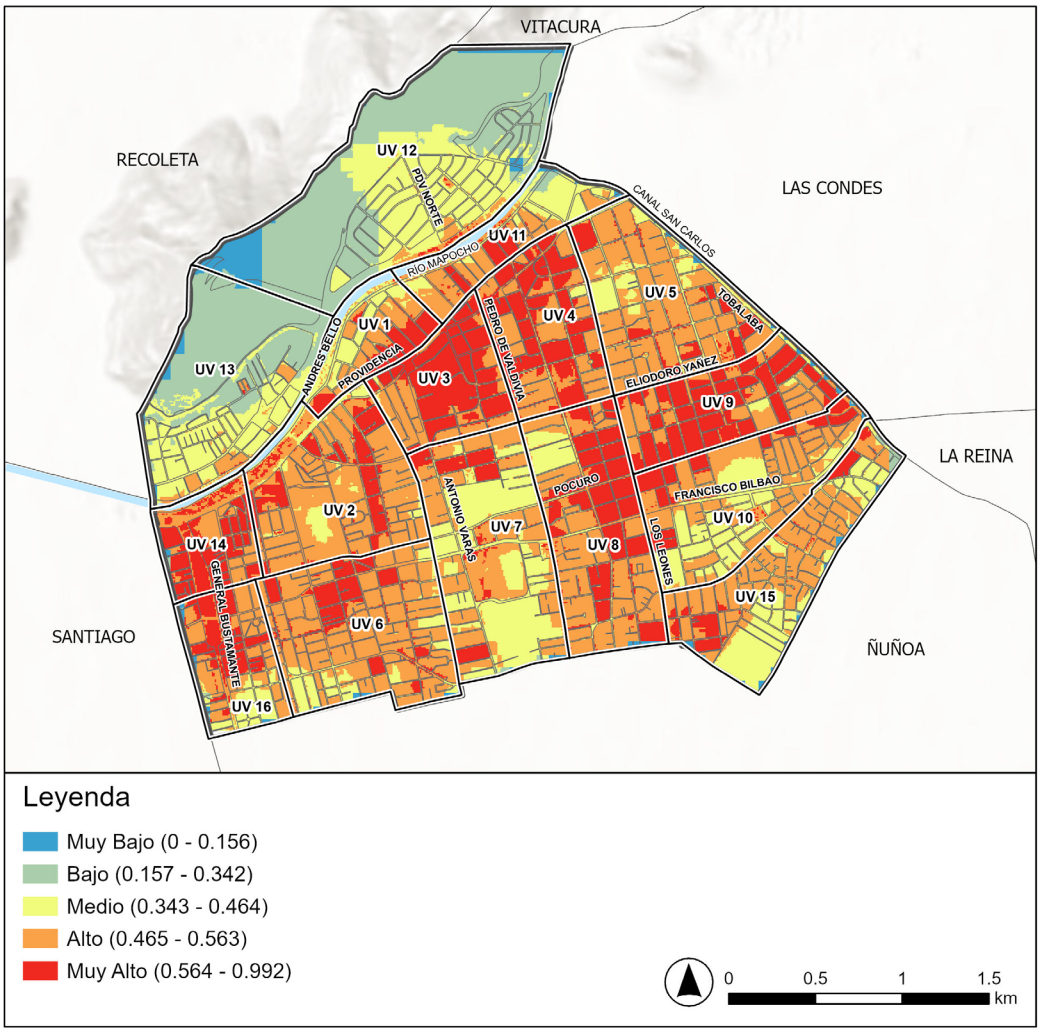


Figura 72. Proceso de construcción del índice general de exposición. Resultado normalizado entre 0 y 1. Fuente: elaboración propia.

b. Resultados del índice general de exposición

Una forma de analizar el índice de exposición es agrupando los valores de la normalización en clases o niveles, lo que permite entender la concentración de los eleméntenos expuestos y sus patrones espaciales en la comuna. Se observa que el 20% (287 ha) de la comuna presenta un nivel de exposición “muy alto”, mientras que el 40% (580 ha) corresponde a nivel “alto”. El nivel de exposición “muy alto” se concentra en el eje Providencia, y zonas poniente y suroriente, lo que se explica por la distribución de la densidad poblacional y de edificaciones, por un lado, y por la concentración de infraestructura en el eje comercial.



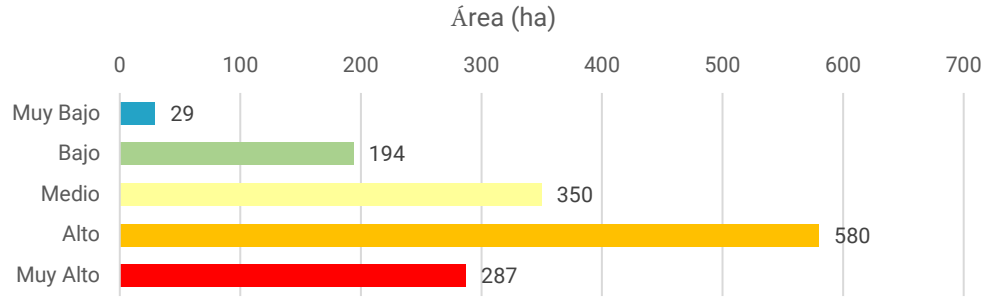


Figura 73. Índice general de exposición en clases y gráfico de superficie comunal bajo cada clase de exposición. Fuente: elaboración propia.

Al evaluar la exposición a escala de unidad vecinal, se observa que las UV 3, 9, 14 y 4 presentan niveles de exposición “muy alto” sobre el 40% hasta un máximo de 64% en la UV3. El nivel de exposición “alto” se distribuye de manera similar entre todas las UV, salvo en las UV 12 y 13 que corresponden a zonas que abarcan el Cerro San Cristóbal. Estas últimas, en consecuencia, presentan niveles bajos de exposición (54% en el nivel “bajo”).

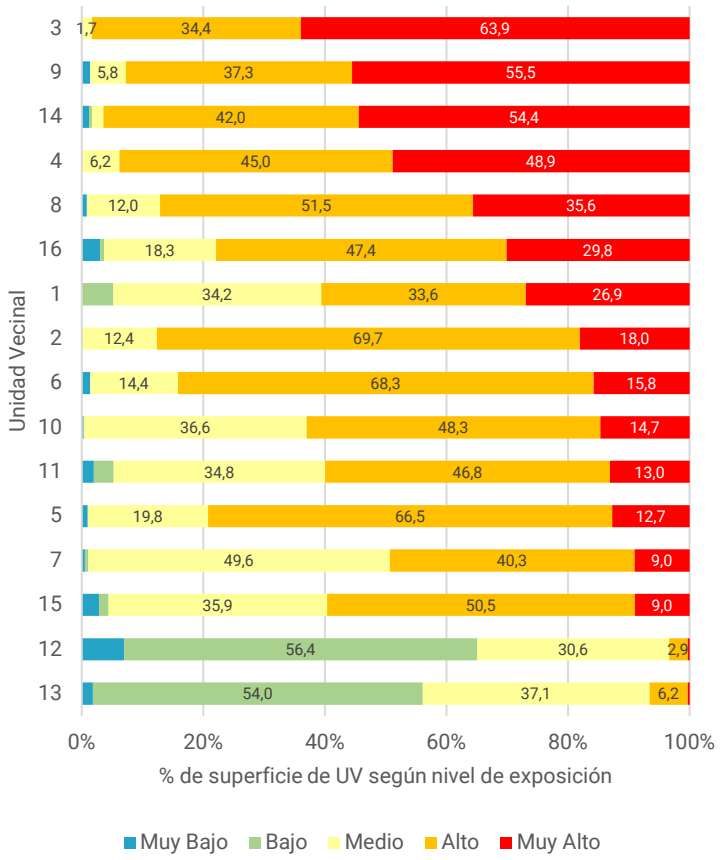


Figura 74. Porcentaje de la superficie de unidades vecinales según nivel de exposición. Fuente: elaboración propia.

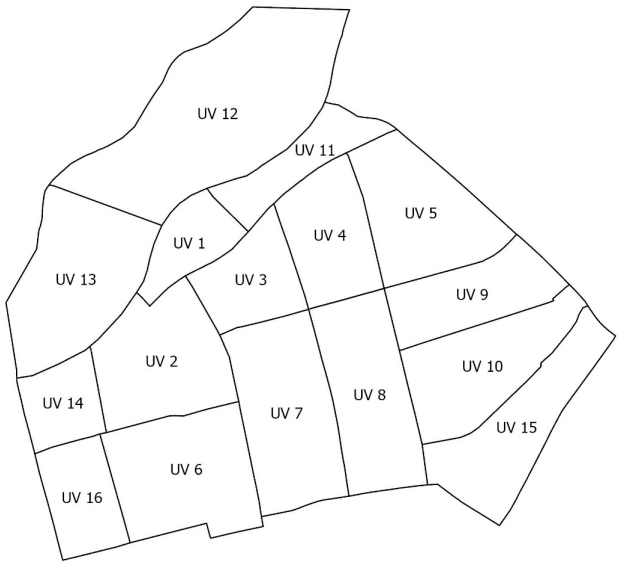


Figura 75. Mapa de referencia con unidades vecinales (UV). Fuente: elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Providencia.

III. VULNERABILIDAD DE LOS SISTEMAS CRÍTICOS

1. Caracterización de la vulnerabilidad

La vulnerabilidad comprende aquellas variables geográficas que reflejan cuan propenso es un sistema crítico de sufrir y/o soportar impactos producto de las amenazas climáticas priorizadas en el estudio. Recordando la conceptualización de la vulnerabilidad en la E2, las variables se estructuran por componentes, los que poseen una dimensión y se asocian, a su vez, a un sistema crítico. En conjunto, permiten caracterizar la vulnerabilidad de la comuna.

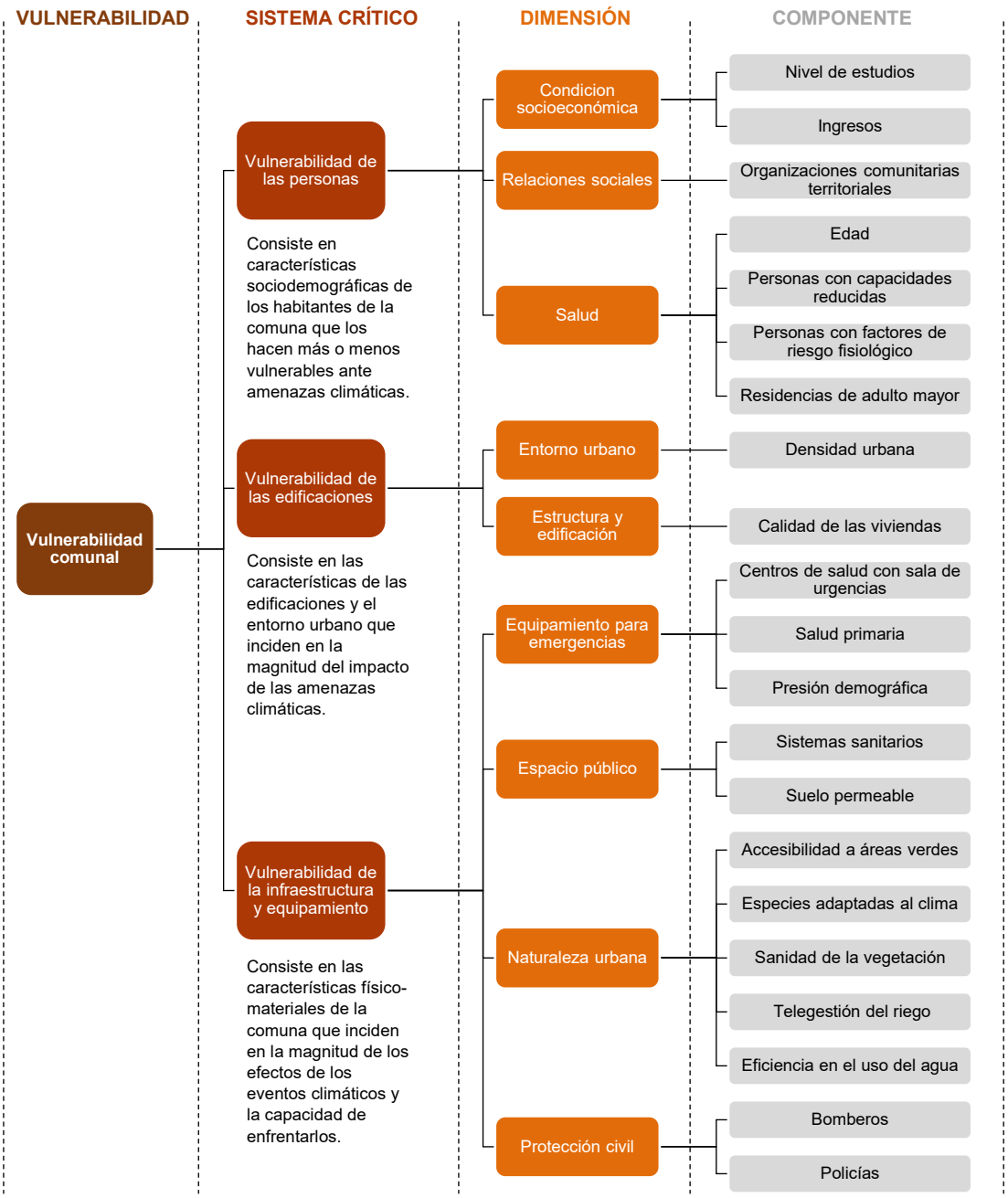


Figura 76. Estructura de los componentes de la vulnerabilidad. Fuente: elaboración propia.

Para caracterizar cada componente, se generaron indicadores geográficos a partir de variables espaciales. Notar que la mayoría de los componentes se caracterizan con una variable geográfica, pero hay tres componentes que se caracterizan con dos variables. La tabla a continuación presenta los parámetros de caracterización para cada componente.

- **Variable:** nombre de las variables –es decir, datos geográficos– que componen el indicador.
- **Criterio metodológico del indicador:** resumen del tratamiento analítico de las variables para la construcción del indicador geográfico.
- **Criterio de normalización del indicador:** se refiere al método de asignación de puntajes entre 0 y 1 según la distribución y el significado de los datos. En la mayor parte de los casos se usó el criterio del promedio de datos para una normalización directa. En algunos casos se fijó el promedio de acuerdo a un criterio conceptual (por ejemplo, en el caso en que los datos son clases nominales en vez de datos numéricos).
- **Sentido del indicador:** indica cómo se relacionan los datos en relación al aumento o disminución de vulnerabilidad. Sentido positivo: reducción de la vulnerabilidad. Sentido negativo: aumento de la vulnerabilidad. El sentido de la variable fue funcional para la gestión conceptual-metodológica de cada variable y su rol en el indicador de vulnerabilidad según dimensión. No representa aspectos de variación estadística y fue utilizado para el trabajo interno en relación a los datos según su contribución al aumento (sentido conceptual negativo) o disminución de vulnerabilidad (sentido conceptual positivo).

Sistema crítico	Dimensión	Componente	Variable	Criterio metodológico del indicador	Criterio de normalización	Sentido
Personas	Condición socioeconómica	Nivel de estudios	Porcentaje de población con estudios de educación superior.	Porcentaje de población con estudios de educación superior (técnica y universitaria) con respecto a la población según zona censal.	Promedio de datos	**Positiva**: Una mayor proporción de personas con estudios contribuye positivamente a la capacidad de respuesta y menor vulnerabilidad.
		Ingresos	Porcentaje de población con ingresos bajos en la comuna.	Porcentaje de población con ingreso bajo (GSE D y E) según zona censal 2017, en base a la clasificación del Índice socio material territorial (ISMT), realizado por el Observatorio de ciudades UC (OCUC).	Promedio de datos	**Negativa**: Mayor pobreza implica mayor vulnerabilidad.
	Relaciones sociales	Organizaciones comunitarias territoriales	Nivel de actividad de las juntas de vecinos según unidad vecinal.	Porcentaje de juntas de vecinos inactivas según unidad vecinal.	UV sin juntas de vecinos activas	**Negativa**: La presencia de organizaciones funcionales a nivel local involucra mayor capacidad de organización y tejido social, por lo que su ausencia implica una mayor vulnerabilidad.
	Salud	Edad	Población en edad vulnerable a eventos climáticos.	Porcentaje de población menor de 5 años y mayor a 65 años por manzana.	Promedio de datos	**Negativa**: mayor cantidad de población vulnerable implica mayor vulnerabilidad.
		Personas con capacidades reducidas	Población bajo control programa Dependencia Severa de los CESFAM de la comuna.	Porcentaje de población con dependencia severa por manzana.	Promedio de datos	**Negativa**: Una mayor concentración de población que requiere de cuidados implica mayor vulnerabilidad.
		Personas con factores de riesgo fisiológico	Población bajo control programa de Salud Cardiovascular de los CESFAM de la comuna.	Porcentaje de población en el programa de salud cardiovascular por manzana.	Promedio de datos	**Negativa**: Una mayor concentración de población que requiere de cuidados implica mayor vulnerabilidad.

Sistema crítico	Dimensión	Componente	Variable	Criterio metodológico del indicador	Criterio de normalización	Sentido
		Residencias de adulto mayor	Presencia de establecimientos de larga estadía para el adulto mayor ELEAM.	La presencia de ELEAM indica una mayor vulnerabilidad debido a la concentración de población de este grupo etario en una manzana.	Promedio de datos	**Negativa**: Una mayor concentración de población que requiere de cuidados implica mayor vulnerabilidad.
Edificaciones	Entorno urbano	Densidad urbana	Densidad de edificaciones de acuerdo a la clasificación de zonas climáticas locales.	Zonas de mayor densidad se asocian a mayor vulnerabilidad, clasificación en base a Stuart y Oke 2012, Urban Temperture Studies.	Promedio de datos	**Negativa**: Zonas de mayor densidad urbana implican factores de sensibilidad que contribuyen a mayor vulnerabilidad urbana.
	Estructura y edificación	Calidad de viviendas	Viviendas en mal estado.	Viviendas recuperables e irrecuperables por manzana.	Promedio de datos	**Negativa**: Áreas que concentran viviendas en mal estado presentan mayor vulnerabilidad.
Infraestructura y Equipamiento Público	Equipamiento para emergencias	Centros de salud con sala de urgencias	Accesibilidad a centros de salud con salas de urgencias de la comuna.	Distancia en tiempo de caminata en rango de 5 minutos hasta un máximo aceptable de 15 minutos a salas de urgencia.	15 min	**Negativa**: Menor acceso a servicios de urgencia implica mayor vulnerabilidad.
		Salud primaria	Accesibilidad a centros de salud primaria de la comuna.	Distancia en tiempo de caminata en rango de 5 minutos hasta un máximo aceptable de 15 minutos a salud primaria.	15 min	**Negativa**: Menor acceso a salud implica mayor vulnerabilidad.
		Presión demográfica	Nivel de concurrencia de población flotante.	Concentración de población flotante según zonas Estraus ECV, lo que ocasiona una presión sobre el uso y disponibilidad de equipamiento comunal.	Promedio de datos	**Negativa**: Áreas que concentran población flotante implican mayor vulnerabilidad respecto de la presión sobre servicios e infraestructura local.
	Espacio publico	Sistemas sanitarios	Accesibilidad a bebederos públicos de la comuna.	Distancia en tiempo de caminata en rango de 5 minutos hasta un máximo aceptable de 15 minutos a bebederos y baños públicos.	15 min	**Negativa**: Menor acceso a hidratación implica mayor vulnerabilidad.
			Accesibilidad a baños públicos de la comuna.		15 min	**Negativa**: Menor acceso a servicios higiénicos implica mayor vulnerabilidad.
		Suelo permeable	Superficies permeables en la comuna.	Superficies de tierra o vegetal, que contribuyen a la disminución de escorrentía y acumulación de aguas debido a la capacidad de infiltración de lluvias. Su presencia se asocia a una menor vulnerabilidad, especialmente las superficies con vegetación a las que se les asignó mayor puntaje que a las de tierra.	Promedio de datos	**Positiva**: Las superficies permeables contribuyen a reducir la vulnerabilidad frente a amenazas como inundaciones.
	Naturaleza urbana	Accesibilidad áreas verdes	Accesibilidad a plazas según manzana.	Manzanas que se encuentran en un rango de 400 metros de distancia de plazas y manzanas que se encuentran en un rango de 800 metros de distancia de parques.	Promedio de datos	**Positiva**: Un mejor acceso a plazas implica menor vulnerabilidad.
			Accesibilidad a parques según manzana.		Promedio de datos	**Positiva**: Un mejor acceso a parques implica menor vulnerabilidad.
		Especies adaptadas al clima	Especies arbóreas recomendadas para la Región Metropolitana.	Densidad de especies presentes en la comuna de la cual depende el nivel de resiliencia y capacidad de adaptación de la vegetación. La selección de especies se realizó en base a la “Guía de arborización urbana para la RM” de la Asociación	Promedio de datos	**Positiva**: La presencia de especies adaptadas al clima implica una menor vulnerabilidad.

Sistema crítico	Dimensión	Componente	Variable	Criterio metodológico del indicador	Criterio de normalización	Sentido
				Chilena de Profesionales del Paisaje, 2012.		
		Sanidad de la vegetación	Estado de áreas verdes.	Se considera el estado de la vegetación (bueno, regular y malo) y la concentración (densidad) de árboles según la cantidad de defectos.	Promedio de datos	**Positiva**: La presencia de áreas verdes en buen estado contribuye a una menor vulnerabilidad.
			Árboles con defectos.		Promedio de datos	**Negativa**: La concentración de árboles con defectos contribuye a una mayor vulnerabilidad.
		Telegestión del riego	Áreas verdes con sistema de telegestión de riego.	Se evaluó la presencia de telegestión, lo que permite mejorar la gestión integral del riego de parques, plazas, plazuelas y bandejones en la comuna.	Promedio de datos	**Positiva**: La presencia de áreas verdes con riego con telegestión contribuye a una menor vulnerabilidad.
		Eficiencia en el uso del agua	Jardines sustentables ejecutados en la comuna.	Se evaluó la presencia de jardines sustentables, que indica una mayor eficiencia en el uso de agua para riego.	Promedio de datos	**Positiva**: La presencia del programa de jardines sustentables contribuye a una menor vulnerabilidad.
	Protección civil	Bomberos	Accesibilidad a cuerpos de bomberos en la comuna.	Distancia en tiempo de caminata en rango de 5 minutos hasta un máximo aceptable de 15 minutos a cuerpos de bomberos.	15 min	**Negativa**: Menor accesibilidad a bomberos implica mayor vulnerabilidad.
		Policías	Accesibilidad a cuarteles de carabineros en la comuna.	Distancia en tiempo de caminata en rango de 5 minutos hasta un máximo aceptable de 15 minutos dependencias de carabineros.	15 min	**Negativa**: Menor accesibilidad a carabineros implica mayor vulnerabilidad.

Tabla 15. Parámetros de caracterización de componentes de vulnerabilidad. Fuente: elaboración propia.

2. Índice general de vulnerabilidad

El índice general de vulnerabilidad corresponde al tercer y último componente para calcular el riesgo climático según la fórmula general de riesgo que guía el proceso analítico del estudio:

$$Rg = \{(Ai) \times (Ei) \times (Vi)\}$$

Donde:

- Rg: Riesgo climático
- Ai: Índice general de amenaza
- Ei: Índice general de exposición
- Vi: Índice general de vulnerabilidad

a. Construcción del índice general de vulnerabilidad

El índice general de vulnerabilidad fue generado a partir de un cruce espacial de los índices de vulnerabilidad normalizados para cada sistema crítico, como se observa en la figura en la página siguiente. El índice general de vulnerabilidad computa todos los componentes de cada dimensión individualizados en el punto anterior para generar el resultado final. Así, el índice representa los patrones de distribución geográfica de zonas más o menos vulnerables en la comuna. Al igual que todos los índices, este toma la forma de una capa geográfica tipo *raster* de resolución 10 metros y con valores normalizados entre 0 y 1.



Figura 77. Proceso de construcción del índice general de vulnerabilidad. La vulnerabilidad general es el resultado de la combinación de la vulnerabilidad de cada sistema crítico. Resultado normalizado entre 0 y 1. Fuente: elaboración propia.

b. Resultados del índice general de vulnerabilidad

La zona de mayor vulnerabilidad se ubica en el sector nororiente antes del río Mapocho con niveles “muy alto” y “alto”. Destaca también el sector surponiente con preponderancia de niveles “alto” y “medio” con zonas esporádicas de nivel “muy alto” en el límite sur. Los sectores norte, centro y oriente de la comuna poseen baja vulnerabilidad. El nivel “bajo” de vulnerabilidad comprende el 35% (505 ha) de la superficie comunal y junto con el nivel “medio” (31% o 445 ha) son las clases con mayor representación en la comuna. La superficie comunal con nivel “muy alto” de vulnerabilidad es escasa (6% o 82 ha) y ésta aumenta a aproximadamente al doble en el nivel “alto” (14% o 205 ha).

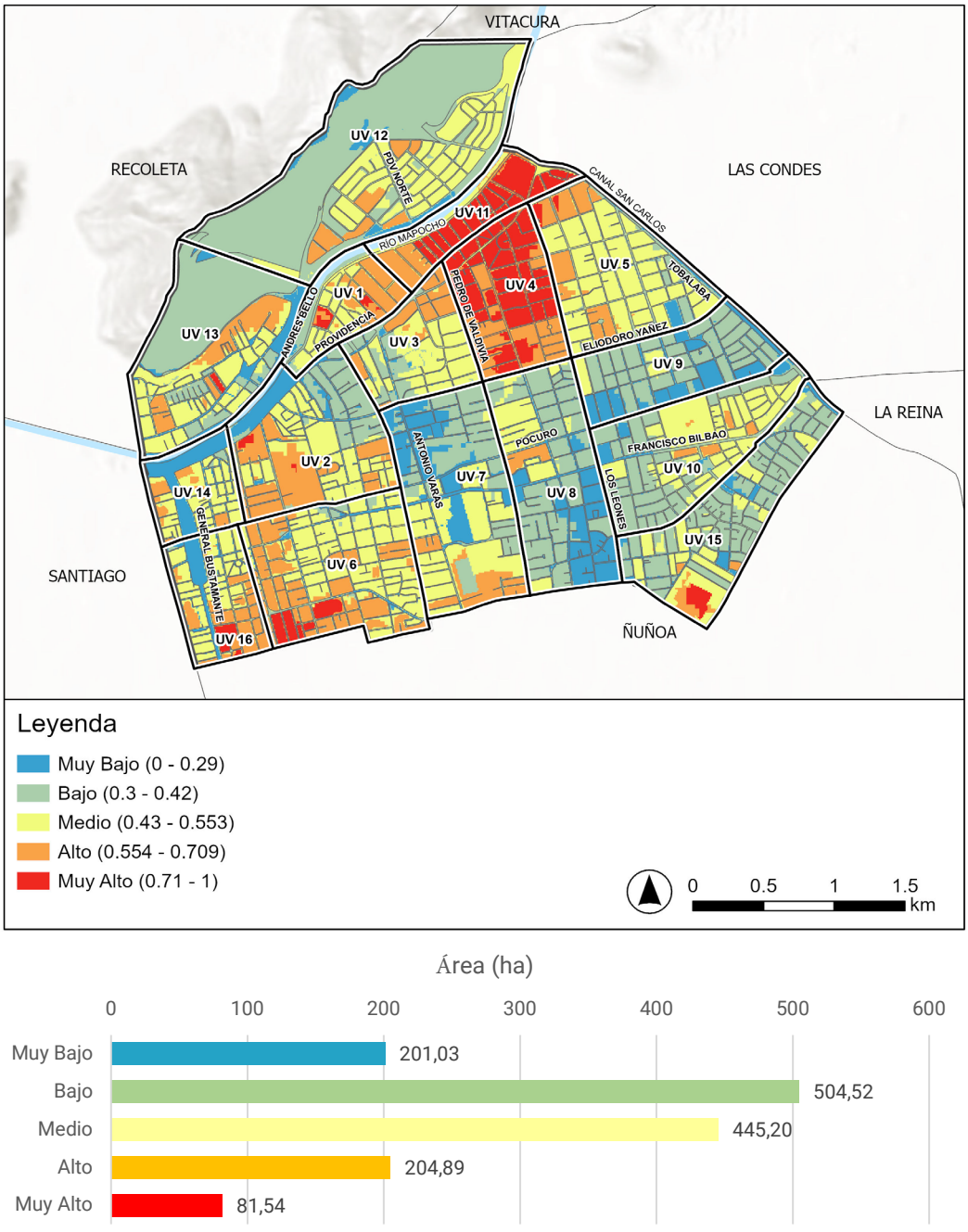


Figura 78. Índice general de vulnerabilidad por clases y gráfico de superficie comunal bajo cada clase de vulnerabilidad. Fuente: elaboración propia.

Las unidades vecinales (UV) con mayor superficie con vulnerabilidad “muy alta” son las UV4 y 11 en la zona nororiente con sobre el 50% de superficie en esta clase. Las UV6 y 16 en la zona surponiente poseen baja superficie en el nivel “muy alto”, pero cerca del 30% de su superficie está en el nivel “alto”. La misma situación se aplica a la UV 1 que colinda con las UV con mayor vulnerabilidad. Las UV 2 y 14, que completan el cuadrante surponiente, poseen ambas cerca del 60% de su superficie con niveles “alto” y “medio”.

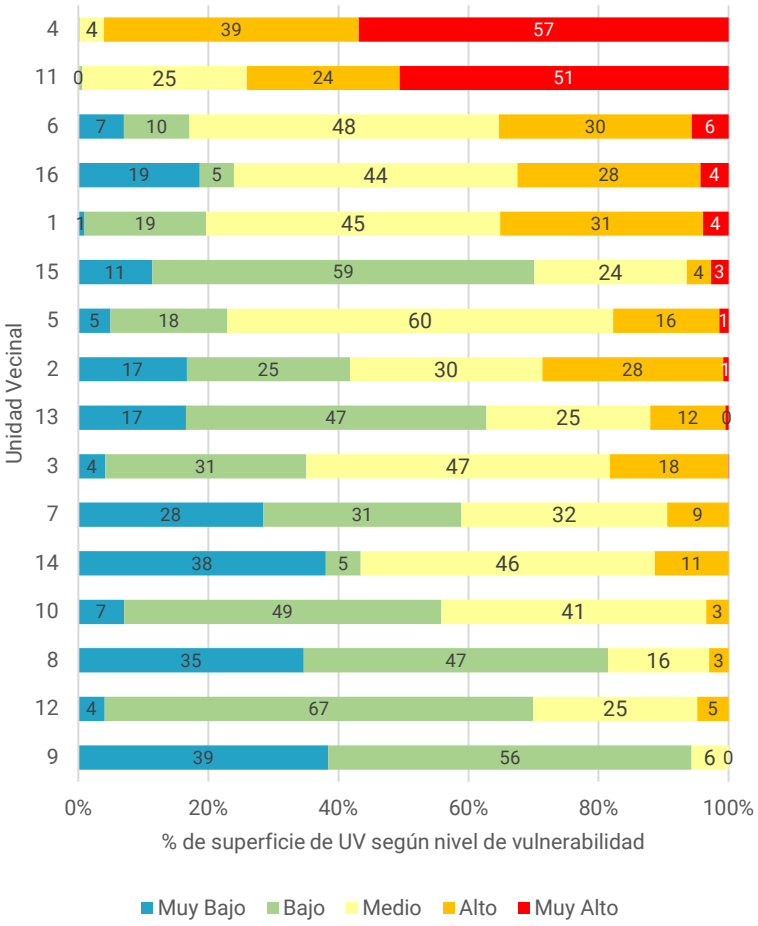


Figura 79. Porcentaje de la superficie de unidades vecinales según nivel de vulnerabilidad. Fuente: elaboración propia.

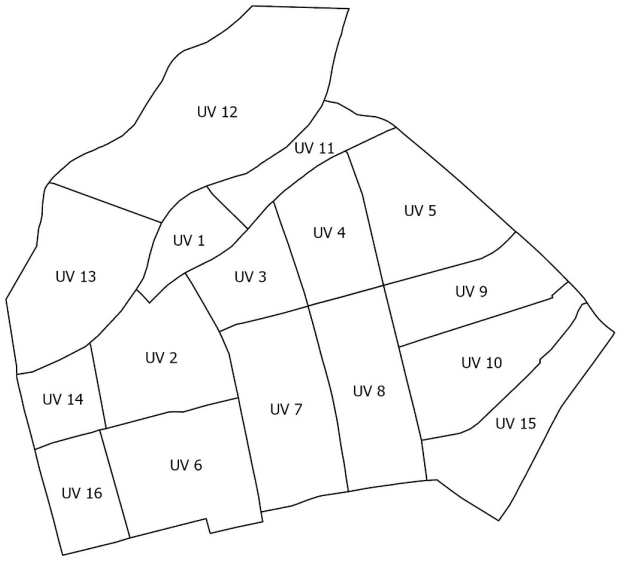
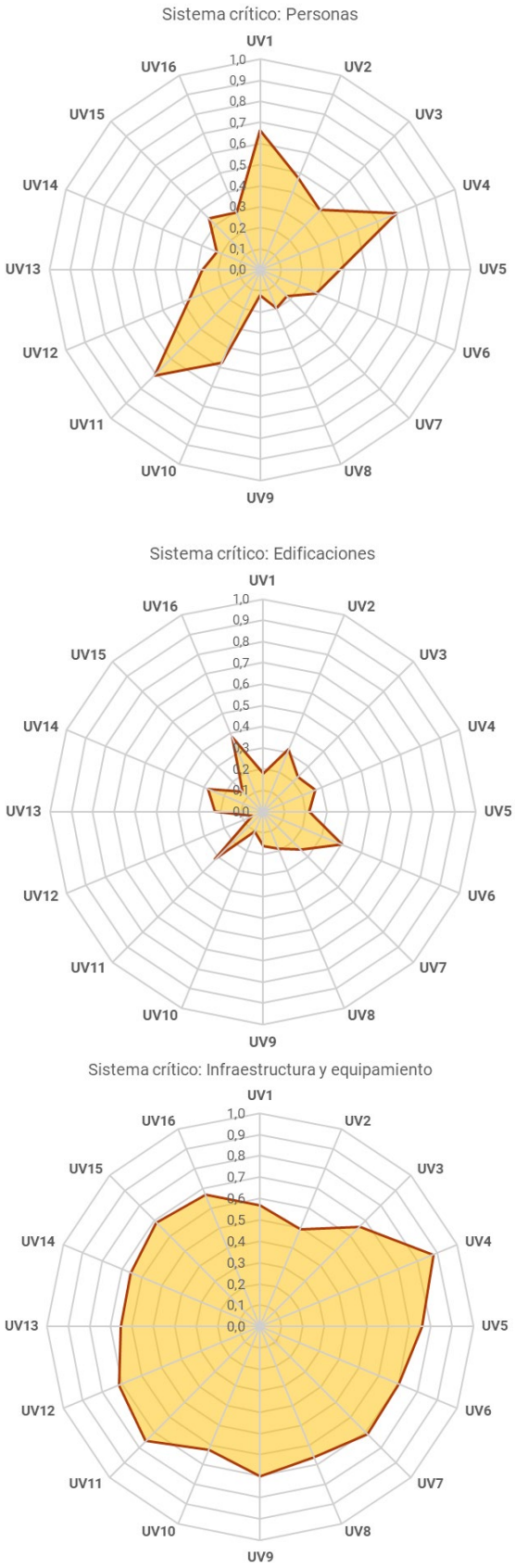


Figura 80. Mapa de referencia con unidades vecinales (UV). Fuente: elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Providencia.



Adicionalmente, se evaluó la vulnerabilidad por sistema crítico a escala de UV. Los valores presentados en los gráficos corresponden al promedio de todos los valores de vulnerabilidad al interior de cada UV. Es decir, los datos han sido agregados según la escala de la UV y, por ello, representan una simplificación del índice general de vulnerabilidad. Así, esta información debe interpretarse como un insumo complementario al índice geográfico el cual representa de mejor forma la vulnerabilidad a nivel espacial.

Se observa que el sistema crítico (SC) “infraestructuras y equipamiento” es el que presenta los mayores niveles de vulnerabilidad, seguido de “personas” y finalmente “edificaciones”.

En el SC “personas”, destacan las UV1,4 y 11 con valores cercanos a 0,7, lo que es coincidente con la concentración de vulnerabilidad general en la zona nororiente de la comuna antes del río Mapocho.

En el SC “edificaciones” los valores no sobrepasan 0,4. Los bajos valores de vulnerabilidad en este SC se deben a que, en general, la comuna posee una buena integridad de las edificaciones y una morfología urbana que calibra la relación entre densidad, espacio público y áreas verdes. Sin embargo, las UV6, 16, 14 y 2, en el cuadrante surponiente, poseen una vulnerabilidad ligeramente mayor. También destaca la UV11 donde están los mayores niveles de vulnerabilidad general y sectores de la UV13 en donde el stock edificado es relativamente más antiguo.

El SC “infraestructura y equipamiento” posee valores en torno a 0,7 para todas las UV siendo ligeramente mayor para la UV4 que corresponde a la zona de mayor vulnerabilidad comunal de acuerdo al mapa de vulnerabilidad general.

Figura 81. Vulnerabilidad por sistema crítico y unidad vecinal. Valores van de 0 (menor vulnerabilidad) a 1 (mayor vulnerabilidad). Fuente: elaboración propia.

E4. Riesgo comunal y medidas de adaptación



En esta etapa se evalúa el riesgo climático comunal, integrando los tres componentes del riesgo desarrollados anteriormente: amenazas, exposición y vulnerabilidad. Se evalúa la expresión territorial del riesgo a escala comunal, identificando zonas homogéneas y áreas prioritarias. Se identifican medidas de adaptación enfocadas en las amenazas priorizadas y se recomienda su aplicación por unidad vecinal de acuerdo a un perfil de riesgo que integra múltiples parámetros de información.

Contenidos:

I. Riesgo climático
II. Medidas de adaptación para la resiliencia comunal
III. Perfiles de riesgo por unidad vecinal
IV. SIG con perfil de riesgo y medidas de adaptación por unidad vecinal

I. RIESGO CLIMÁTICO

1. Determinación del riesgo climático

Recordando las definiciones de la E2, el riesgo climático es la probabilidad de que en el territorio comunal ocurran alteraciones o impactos en el funcionamiento normal de los sistemas críticos de interés para la gestión del riesgo. La probabilidad de impacto depende de la interacción entre la intensidad de eventos físicos de origen climático, la concentración de sistemas críticos comunales expuestos a dichos eventos (exposición) y las condiciones intrínsecas o de contexto (vulnerabilidad) que hacen que los elementos expuestos sean más o menos propensos a sufrir y/o soportar impactos producto de las amenazas.

Considerando la definición anterior, la determinación del riesgo comunal depende del análisis de sus tres componentes: amenazas, exposición y vulnerabilidad. Como se detalló en la E3, cada componente se desarrolló como un índice geográfico normalizado lo que permite calcular el riesgo mediante la combinación analítica de los tres componentes. Conceptualmente, y cómo se detalló en la E2, el riesgo toma la siguiente forma:

$$Rg = \{(Ai) \times (Ei) \times (Vi)\}$$

Donde:

- Rg: Riesgo climático
- Ai: Índice general de amenaza
- Ei: Índice general de exposición
- Vi: Índice general de vulnerabilidad

En la página siguiente se puede observar el riesgo climático como resultado de integrar sus tres componentes. El mapa muestra los valores normalizados de riesgo climático (0-1) en donde a mayor valor, mayor es el riesgo climático en el territorio. Es importante destacar que el riesgo climático computa un total de 45 variables espaciales considerando los tres componentes. Su lógica analítica permite interpretar los patrones espaciales del riesgo como un resultado priorizado y de alta precisión territorial.

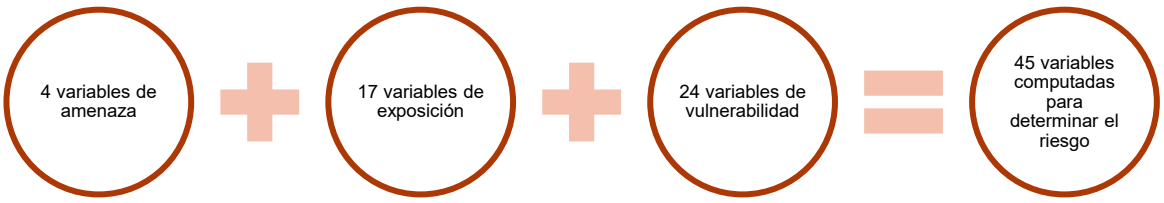


Figura 82. Cantidad de variables computadas para calcular el riesgo climático. Fuente: elaboración propia.

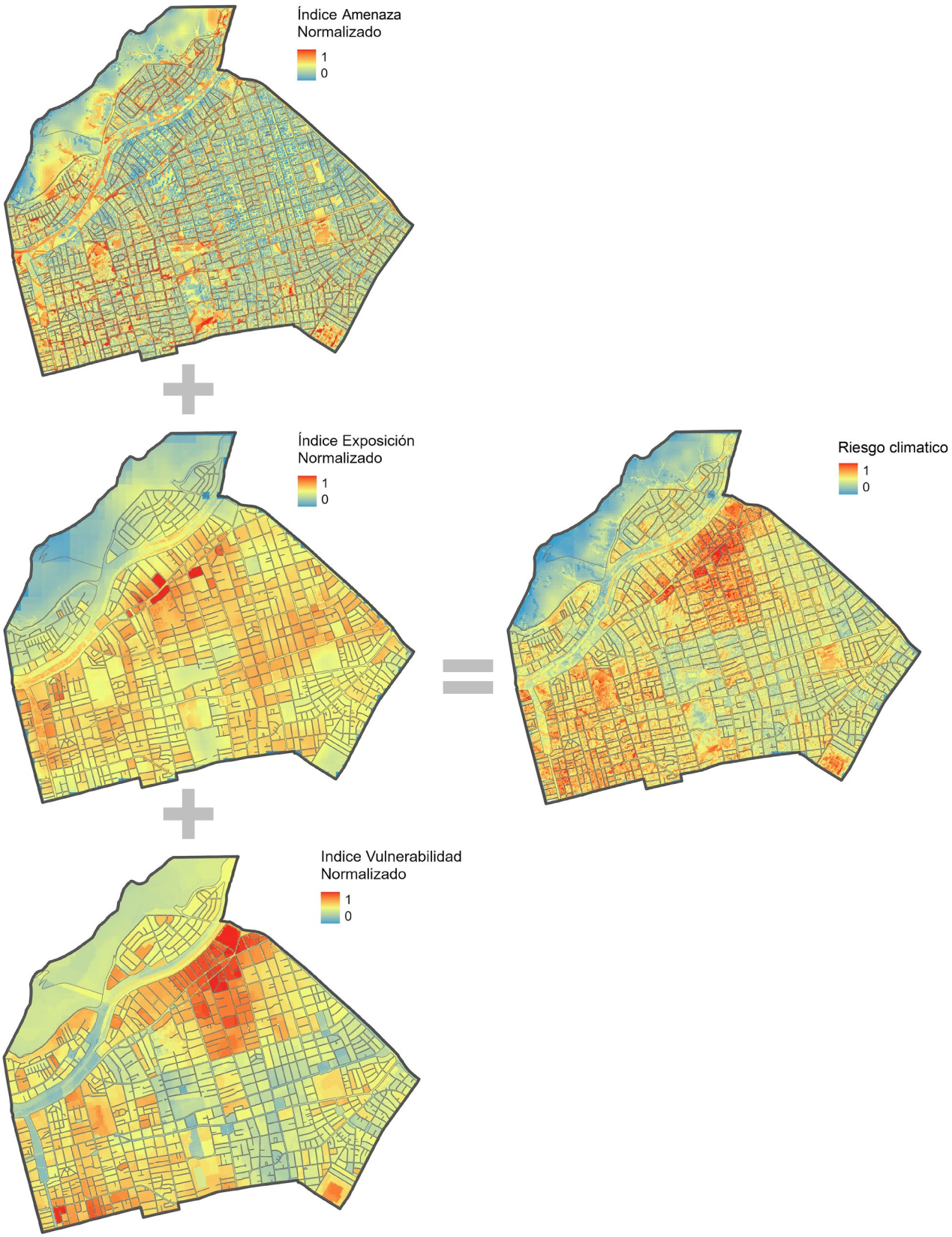


Figura 83. Proceso de construcción del riesgo. Resultado normalizado entre 0 y 1, a mayor valor mayor es el riesgo.
Fuente: elaboración propia.

2. Determinación de zonas homogéneas de riesgo

Como se observa en el histograma, los valores normalizados del resultado del cálculo del riesgo a escala comunal tienen una distribución normal (o distribución de Gauss), en donde la mayoría de los puntos de datos se agrupan en torno a valores centrales o medios, mientras que la distribución hacia los valores extremos (“muy bajo” y “muy alto” riesgo) disminuye de forma simétrica. Esta distribución es común en fenómenos naturales y sociales, puesto que los mecanismos que los controlan son múltiples y complejos en sus relaciones.

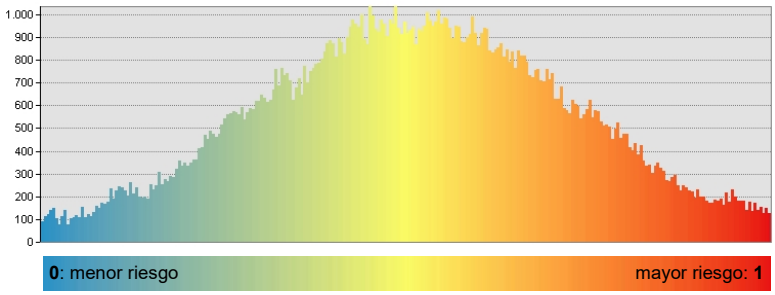


Figura 84. Histograma: distribución de la frecuencia de los valores de riesgo normalizado. Fuente: elaboración propia.

Las zonas homogéneas de riesgo se determinaron mediante una clasificación de los valores normalizados en cinco clases o niveles de riesgo. Se utilizó una clasificación basada en “quiebres naturales”. Este algoritmo genera clases que agrupan valores similares y maximiza la diferencia entre clases. Los quiebres entre cada clase reflejan diferencias relativamente significativas en los valores de los datos, lo que permite caracterizarlos en este caso como zonas homogéneas en donde el riesgo se comporta de manera similar. En el gráfico se muestran en línea azul los quiebres estadísticos que permiten determinar las clases para las zonas homogéneas de riesgo.

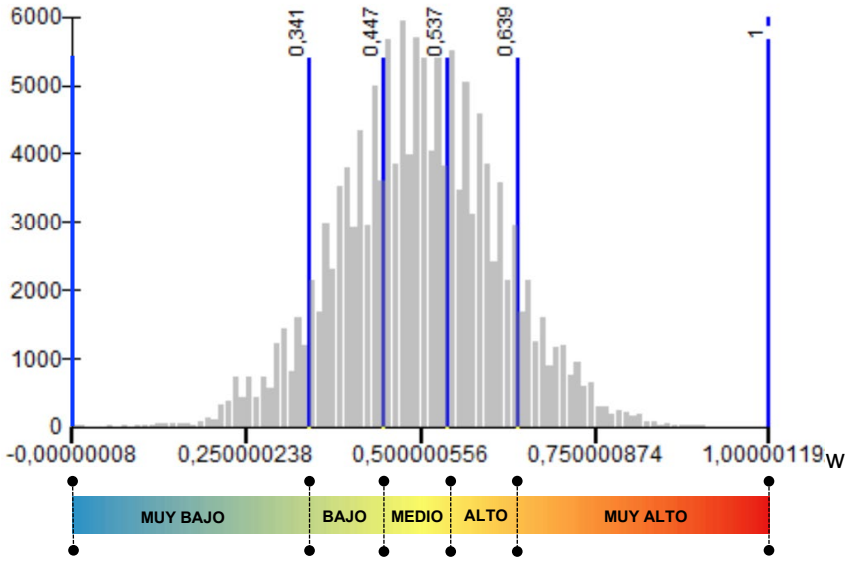


Figura 85. Quiebres estadísticos para las clases de zonas homogéneas de riesgo. Fuente: elaboración propia.

a. Zonas homogéneas de riesgo a escala comunal

Al mapear las clases determinadas se pueden evaluar los patrones territoriales de las zonas homogéneas de riesgo (ver mapa en la página siguiente). Se observa que el riesgo crítico (“muy alto” y “alto”) se distribuye en clústeres en el nororiente y surponiente de la comuna. Si se inspeccionan los componentes del riesgo, el clúster nororiente se explica principalmente por la vulnerabilidad y

exposición, mientras que el cuadrante surponiente se explica por las amenazas y la vulnerabilidad. También se observan clústeres de riesgo “alto” en los barrios localizados a los pies del Cerro San Cristóbal. En la zona central de la comuna y el límite oriente predominan las clases de riesgo “medio” y “bajo”. El riesgo “muy bajo” se localiza mayoritariamente en el Cerro San Cristóbal, en donde los tres componentes del riesgo tienen muy baja manifestación.

La superficie comunal bajo cada zona homogénea de riesgo (clases) presenta una distribución normal, al igual que el histograma analizado anteriormente. La mayor cantidad de área está en las clases de riesgo “medio” (31% o 445 ha), “alto” (26% o 367 ha) y “bajo” (23% o 335 ha). Los extremos presentan valores similares con el 11% (157 ha) de la superficie comunal en la clase “muy alto” y 8% (114 ha) de la superficie en la clase “bajo”.

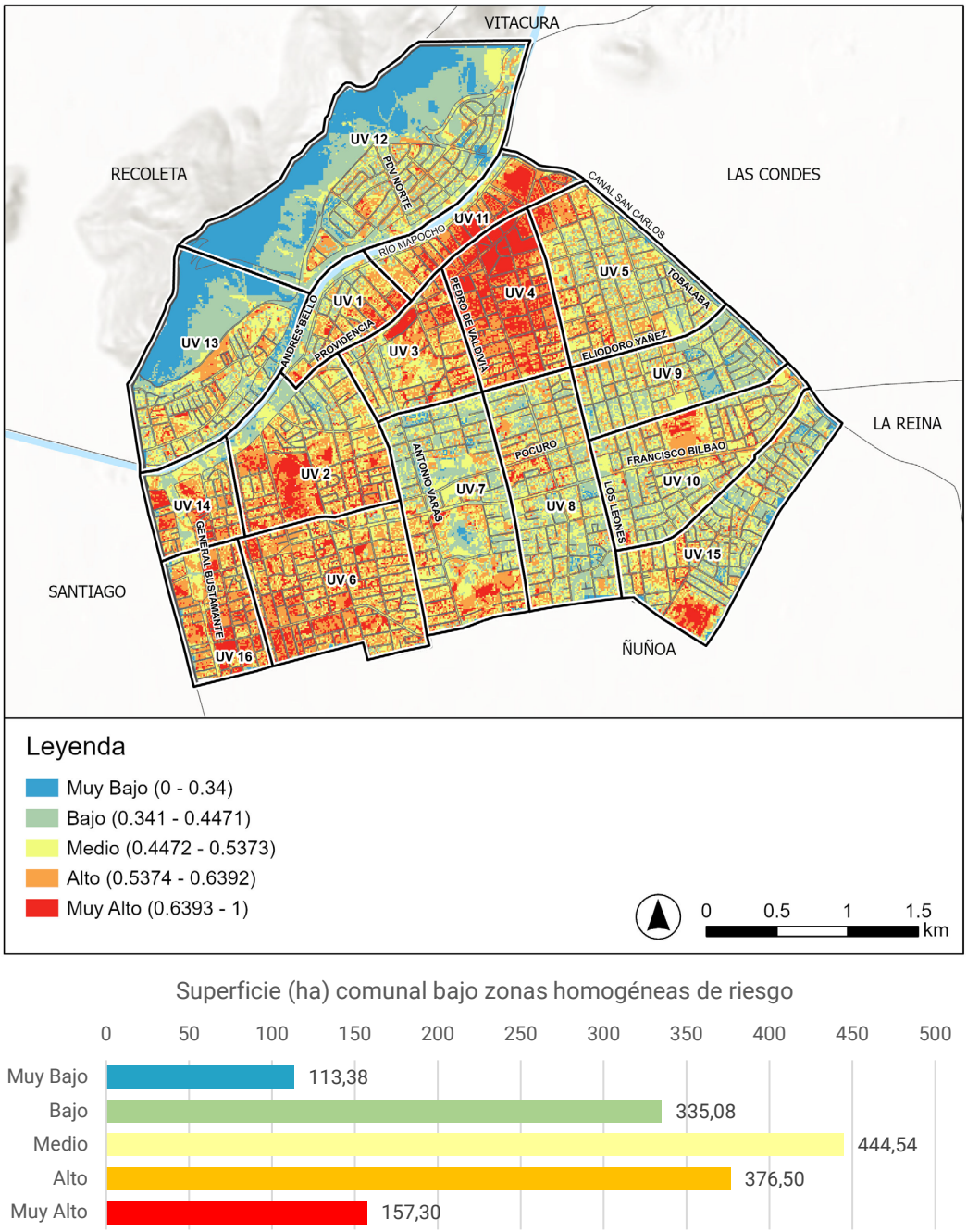


Figura 86. Zonas homogéneas de riesgo y gráfico de superficie comunal bajo cada clase. Fuente: elaboración propia.

b. Zonas homogéneas de riesgo a escala de unidad vecinal

A escala de unidad vecinal, las UV con mayor superficie con riesgo “muy alto” se concentran en los cuadrantes nororiente y surponiente. Destaca la UV 4, 11, 16 y 6 con sobre el 20% de superficie en riesgo muy alto. En el caso de la UV16 es crítico, puesto que la superficie en riesgo “muy alto” alcanza el 56%. A su vez, la UV4 no posee zonas con riesgo “bajo” o “muy bajo”, siendo el único caso en esta condición. El riesgo “alto” posee una distribución similar en las UV de dos cuadrantes mencionados con rangos entre el 35-46% de la superficie en dicha clase. Destacan las UV11, 16 y 6 con sobre el 40% de su superficie en riesgo “alto”.

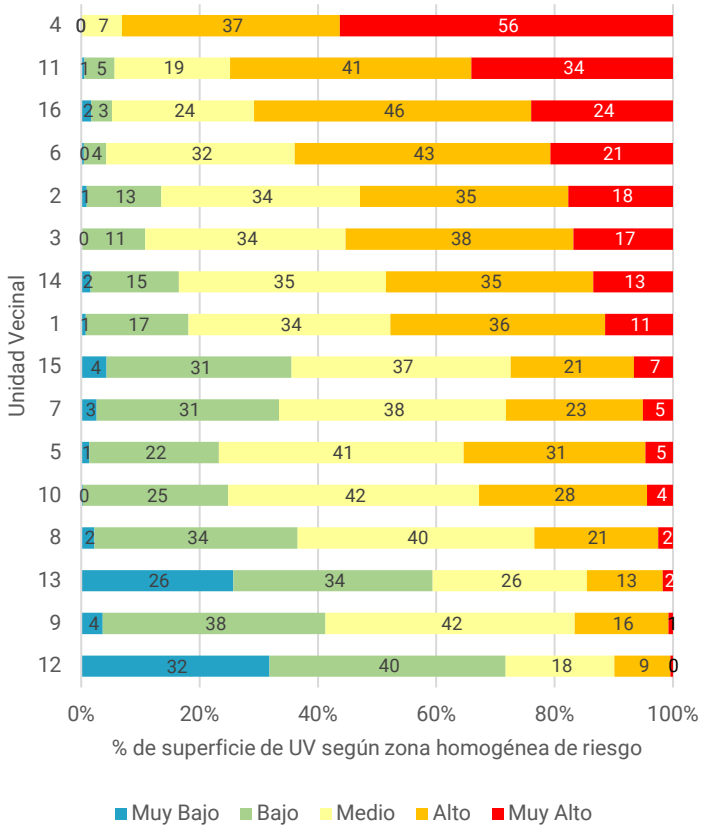


Figura 87. Porcentaje de la superficie de unidades vecinales según zona homogénea de riesgo. Fuente: elaboración propia.

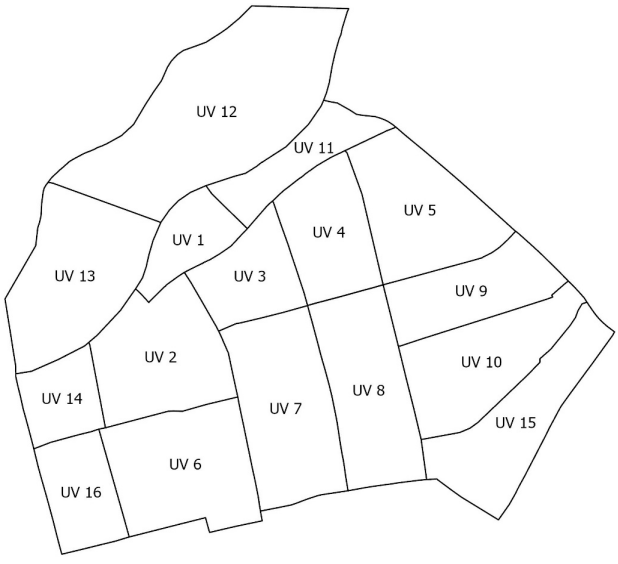


Figura 88. Mapa de referencia con unidades vecinales (UV). Fuente: elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Providencia.

3. Identificación de áreas prioritarias para la gestión del riesgo climático

Las zonas homogéneas constituyen una herramienta adecuada para priorizar áreas comunales en que es necesario gestionar el riesgo climático mediante la implementación de medidas de adaptación u otras acciones afines. Dada su lógica analítica, las zonas homogéneas son una priorización en si misma puesto que el resultado se desprende de la integración de múltiples variables para cada componente del riesgo como se mencionó al inicio de esta etapa. Por ejemplo, en los mapas abajo se muestran las zonas homogéneas de riesgo “muy alto” y “alto”, las que permiten identificar áreas de la comuna que pueden ser objeto de estrategias para la gestión del riesgo climático.

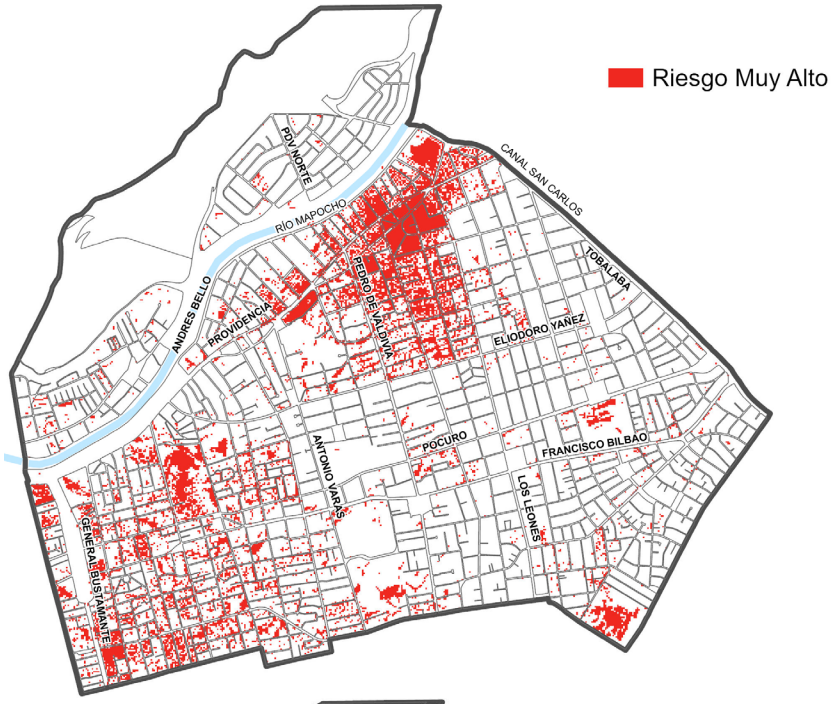


Figura 89. Zonas homogéneas de riesgo muy alto. Fuente: elaboración propia.

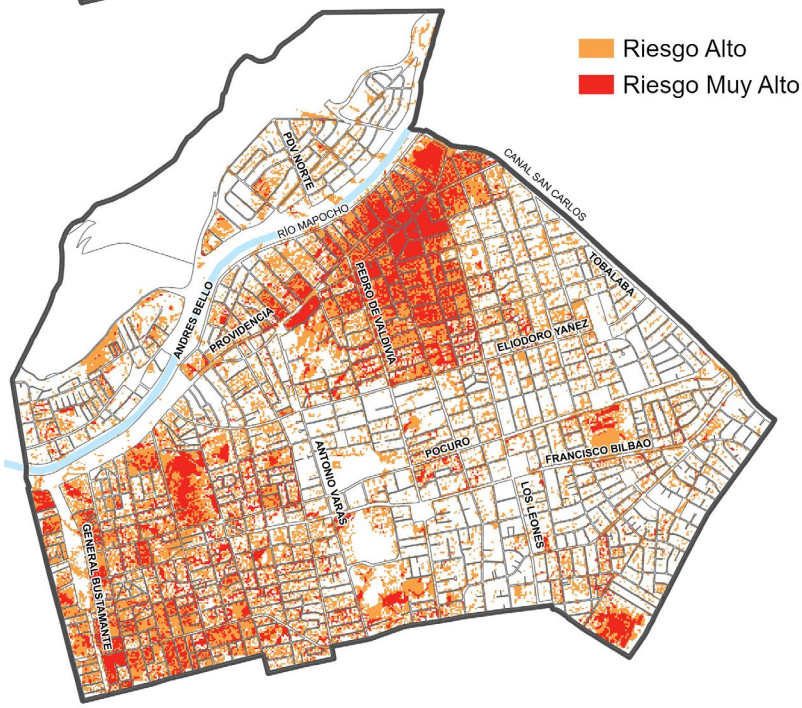


Figura 90. Zonas homogéneas de riesgo alto y muy alto. Fuente: elaboración propia.

No obstante lo anterior, y de forma complementaria, es posible realizar un análisis condicional mediante criterios geográficos para identificar áreas cuyas características las hacen prioritarias desde el punto de vista de la gestión del riesgo climático. El análisis considera criterios para los componentes de vulnerabilidad y amenaza, dejando fuera la exposición bajo dos supuestos:

- No existe una porción del territorio comunal que no tenga elementos expuestos.
- Los elementos expuestos varían escasamente en el tiempo.

Así, el análisis permite priorizar por vulnerabilidad y amenaza, independientemente de que existan más o menos elementos expuestos en el territorio analizado. Se generaron diversos escenarios de priorización según combinatorias de criterios como se observa en la tabla a continuación:

Escenario	Vulnerabilidad	Amenaza
E1	Muy alta	Muy alta
E2	Muy alta + alta	Muy alta
E3	Muy alta + alta	Muy alta + alta
E4	Muy alta	Media
E5	Muy alta + alta	Muy alta + alta + media

Tabla 16. Escenarios para la identificación de áreas prioritarias. Fuente: elaboración propia.

Para cada escenario se evaluó la superficie en hectáreas que cumple o no con la combinatoria de criterios de vulnerabilidad y amenaza. En la práctica, un área prioritaria consiste en zonas de la comuna en donde conviven espacialmente ambas condiciones especificadas. Como se observa en el gráfico, los escenarios 3 y 5 son los que poseen mayor superficie que cumple con las condiciones.

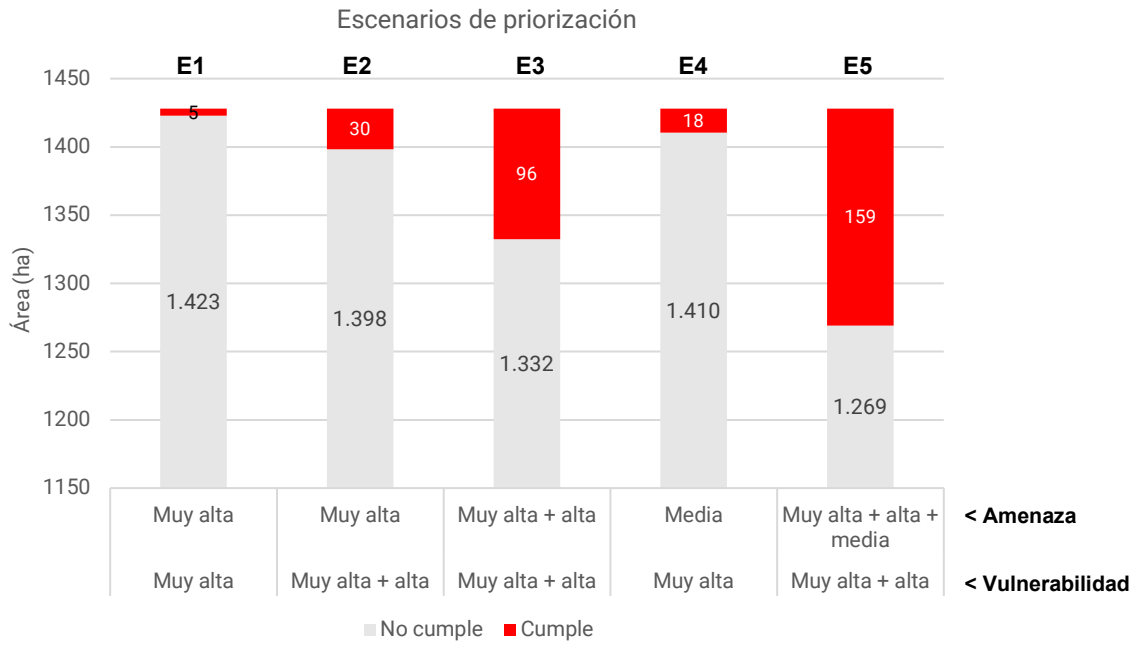


Figura 91. Resultados de escenarios de priorización. Gráfico muestra la superficie en hectáreas que cumple o no con las condiciones. Fuente: elaboración propia.

Se seleccionó el escenario 5 como resultado de las áreas prioritarias para la gestión del riesgo climático, dado que es el que prioriza una mayor área y, a la vez, genera un patrón territorial de zonas unitarias que son identificables en el territorio[15].

El mapa muestra la expresión territorial de la priorización. A diferencia de las zonas homogéneas, los resultados permiten identificar de mejor forma las manzanas prioritarias por lo que es una herramienta útil para la focalización de acciones. Similar a los patrones de áreas homogéneas, se observan áreas prioritarias en el cuadrante nororiente al sur del río Mapocho, el cuadrante surponiente y zonas a los pies del cerro San Cristóbal en Bellavista y Pedro de Valdivia Norte.

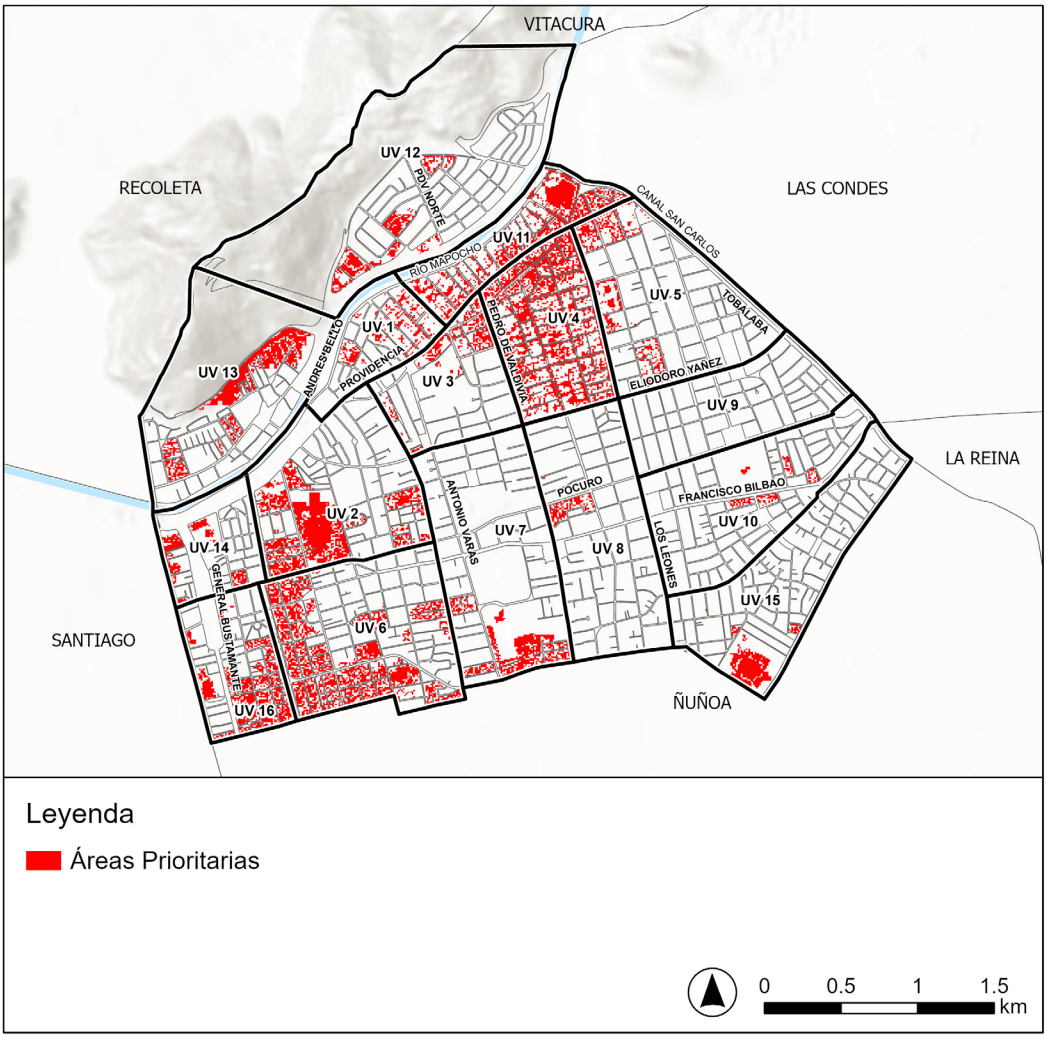


Figura 92. Áreas prioritarias para la gestión del riesgo climático. Fuente: elaboración propia.

[15] El resto de los escenarios no generaron patrones territoriales identificables debido a la dispersión espacial del patrón y la escasa área priorizada.

Al analizar las áreas prioritarias por unidad vecinal se observa un gran número de UV cuya superficie como área prioritaria es relativamente marginal. Diez de las dieciséis UV no superan el 10% de su superficie como área prioritaria. El resto varía entre 10% y 49%. En el cuadrante nororiente destacan las UV4 y 11 con 49% y 35% de su superficie como área prioritaria respectivamente. En el cuadrante surponiente, las UV6 y 16 poseen la misma cantidad de área prioritaria, la que corresponde al 22% de la superficie. Las UV2 (19%) y UV1 (10%) completan las áreas prioritarias del cuadrante surponiente y nororiente, respectivamente. Destaca también, la UV13 a los pies del cerro San Cristóbal con un 9% de su superficie como área prioritaria. Se observa que el Campus Oriente aparece como un área prioritaria, lo que se explica por la presencia de amenazas.

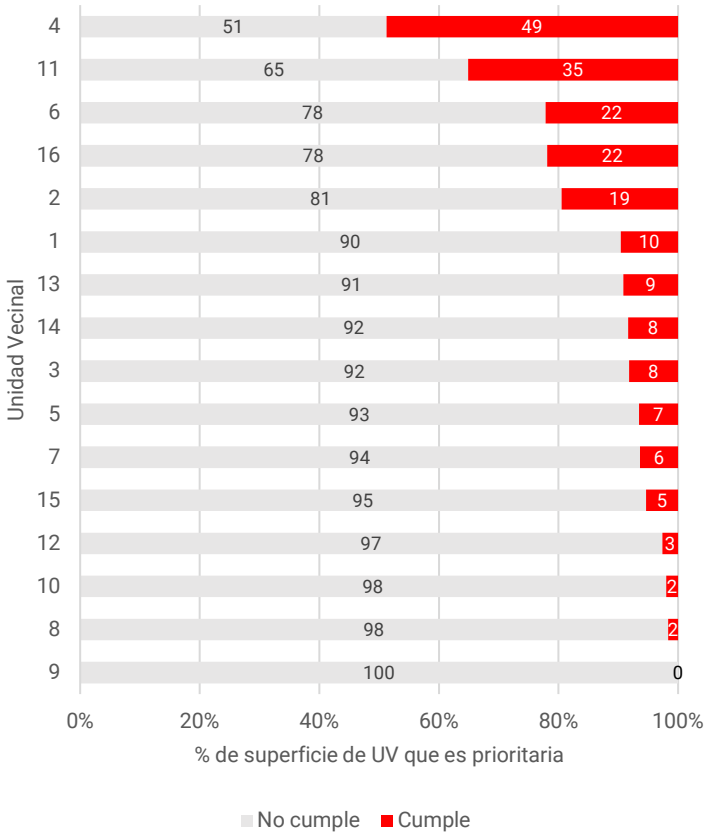


Figura 93. Porcentaje de la superficie de unidades vecinales que es área prioritaria para la gestión del riesgo. Fuente: elaboración propia.

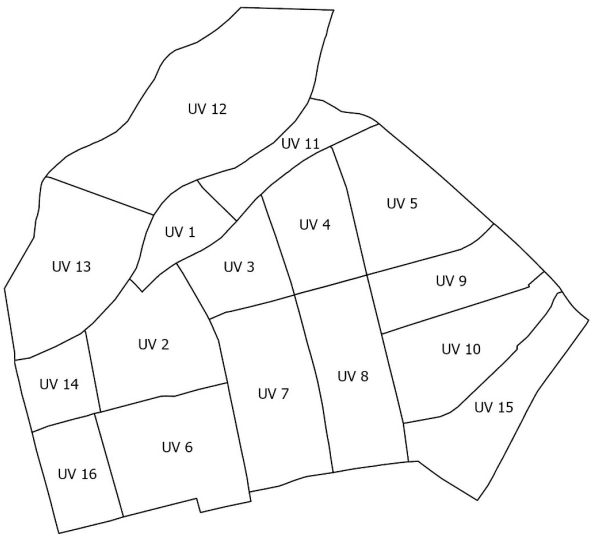


Figura 94. Mapa de referencia con unidades vecinales (UV). Fuente: elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Providencia.

II. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN PARA LA RESILIENCIA COMUNAL

1. Criterios de selección de medidas

Se realizó una revisión bibliográfica extensiva para la búsqueda de medidas de adaptación al cambio climático contingentes a las amenazas climáticas que enfrenta la comuna de Providencia. Los criterios de revisión fueron los siguientes:

- Revisión de bibliografía con alcance nacional e internacional.
- Revisión de cuatro tipos de referencias:
  - Guías de mejores prácticas para la adaptación al cambio climático.
  - Planes urbanos o regionales de cambio climático (se procuró incluir planes de ciudades que han avanzado sustancialmente en planes de adaptación climática y ciudades con planes de adaptación que poseen un clima similar a Santiago).
  - Guías de diseño de medidas de adaptación.
  - Estudios o investigaciones sectoriales.
- Selección de medidas orientadas a reducir el impacto de las cuatro amenazas climáticas priorizadas.
- Selección de medidas enfocadas en la implementación pública, privada o público-privado.

Los documentos revisados fueron los siguientes:

Autor	Documento	Procedencia	Tipo	Año
Adjuntament de Barcelona	*Barcelona Climate Action Plan*	Barcelona, España	Plan de cambio climático	2018
Afiq Witri Muhammad Yazid, Nor Azwadi Che Sidik, Salim Mohamed Salim, Khalid M. Saqr	*A review on the flow structure and pollutant dispersion in urban street canyons for urban planning strategies*	Organización internacional	Estudio o investigación	2014
C40 Cities Climate Leadership Group, Global Platform for Sustainable Cities (GPSC)	*Integrating Climate Adaptation. A toolkit for urban planners and adaptation practitioners*	Organización internacional	Guía de mejores prácticas	2020
C40 Cities, McKinsey Sustainability	*Focused adaptation. A strategic approach to climate adaptation in cities*	Organización internacional	Guía de mejores prácticas	2021
City of Boston, Sasaki, Klimaat, All Aces, WSP	*Heat resilience solutions for Boston*	Boston, EEUU	Plan de cambio climático	2022
City of Cape Town	*City of Cape Town Climate Action Plan*	Ciudad del Cabo, Sudáfrica	Plan de cambio climático	2022
City of Los Angeles	*Resilient Los Angeles*	Los Angeles, EEUU	Plan de cambio climático	2018
City of Los Angeles	*L.A.'s Green New Deal. Sustainable City Plan*	Los Angeles, EEUU	Plan de cambio climático	2019

Autor	Documento	Procedencia	Tipo	Año
City of Los Angeles, 100 Resilient Cities	*Resilient Los Angeles*	Los Angeles, EEUU	Plan de cambio climático	2018
Federal Emergency Management Agency	*Protect your property from severe winds*	EEUU	Guía de mejores prácticas	n/a
Gobierno Metropolitano de Santiago, Santiago Resiliente	*Santiago humano y resiliente. Estrategia de resiliencia Región Metropolitana de Santiago*	Santiago, Chile	Plan de cambio climático	2017
Ministerio del Medio Ambiente	*Plan de Adaptación al Cambio Climático para Ciudades 2018-2022*	Santiago, Chile	Plan de cambio climático	2018
Municipalidad de Providencia	*Plan local de cambio climático Comuna de Providencia.*	Providencia, Chile	Plan de cambio climático	2015
Municipalidad de Providencia	*Estrategia hídrica local 2020-20230 Municipalidad de Providencia*	Providencia, Chile	Plan de cambio climático	2020
Muñoz, J. C., J. Barton, D. Frías, A. Godoy, W. Bustamante Gómez, S. Cortés, M. Munizaga, C. Rojas y E. Wagemann. (Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, Chile)	*Ciudades y cambio climático en Chile: Recomendaciones desde la evidencia científica. Santiago: Comité Científico COP25*	Santiago, Chile	Estudio o investigación	2019
NCY Mayor's Office of Resliency	*Climate Resiliency Design Guidelines*	New York, EEUU	Guía de diseño	2020
Proyecto Clima Adaptación Santiago, Gobierno Metropolitano de Santiago, Ministerio del Medio Ambiente, SEREMI Medio Ambiente	*Propuesta Plan de Adaptación al Cambio Climático para la Región Metropolitana de Santiago de Chile*	Santiago, Chile	Plan de cambio climático	2012
The City and County of San Francisco	*San Francisco Climate Action Plan*	San Francisco, EEUU	Plan de cambio climático	2021
The City and County of San Francisco	*Hazards and Climate Resilience Plan*	San Francisco, EEUU	Plan de cambio climático	2020
World Bank, GFDRR, Global Program on Nature-Based Solutions for Climate Resilience	*A catalogue of Nature Based Solutions for urban reslience*	Organización internacional	Guía de mejores prácticas	2021

Tabla 17. Documentos revisados para la selección de medidas de adaptación. Fuente: elaboración propia.

2. Fichas con medidas de adaptación

Cada medida de adaptación se desarrolló de forma integral en una ficha con múltiples campos de información que permiten caracterizarla. Para ello, se realizó una profundización bibliográfica con el objetivo de informar cada medida. La bibliografía de profundización puede ser revisada en la sección de Referencias al final del documento. Los campos de información son los siguientes:

- **Título:** nombre de la medida de adaptación.
- **Número:** número en orden consecutivo.
- **Amenazas:** amenaza climática que la medida aborda. Siempre considera una amenaza primaria en la que se enfoca la medida. Algunos casos incluyen una amenaza secundaria y terciaria, lo que significa que la medida permite regular, adicionalmente, otras amenazas climáticas. Las amenazas se denotan con un ícono. De izquierda a derecha, estas son:
    - Inundación
    - Ola de calor
    - Sistema frontal
    - Sequía



- **Tipo:** individualiza la tipología de medida. En base a la revisión bibliográfica, las medidas se clasificaron en cinco tipos y en la ficha se indican con un ícono y una abreviación en forma de acrónimo. De izquierda a derecha, estos son:
    - Solución Basada en la Naturaleza (SBN)
    - Programa (PR)
    - Infraestructura (IF)
    - Tecnología (TE)
    - Estándar o Normativa (E/N)



- **Ámbito espacial:** consiste en la escala espacial de aplicación de la medida. Se consideraron cuatro escalas progresivas, las que también se denotan con un ícono y un acrónimo. De izquierda a derecha, los ámbitos espaciales son:
    - Edificaciones (ED): medidas aplicables a edificios de diversos usos (residencial, comercial, oficina u otro)
    - Áreas verdes y espacios públicos (AV/EP): medidas que se aplican en áreas verdes y espacios públicos de la comuna.
    - Tejido urbano (TU): medidas que tienen el potencial de aplicarse de forma extensiva en el territorio comunal.
    - n/a: medidas a las que no aplica una escala espacial.



- **Descripción:** texto entre 50-150 palabras que describe y detalla la medida.

- **Criterios de factibilidad y/o diseño:** indicaciones adicionales relativas a factores necesarios para que la medida sea implementada de forma exitosa y/o características de diseño que son clave para su buen funcionamiento.

- **Funciones:** listado de funciones que cumple la medida respecto de la regulación de la amenaza climática. Se incluyen funciones relativas a la(s) amenaza(s) que aborda y otras.

- **Beneficios:** listado de beneficios específicos que aporta la medida, ya sea en la regulación de la amenaza, para las personas, infraestructuras, edificaciones, el entorno urbano y/o actividades y características del entorno comunal.

- **Indicadores de monitoreo:** indicador(es) que permiten monitorear el progreso hacia el cumplimiento, ejecución o éxito de la medida de adaptación.

- **Evaluación:** consiste en una evaluación cualitativa de la medida en base a tres parámetros: (1) reducción del riesgo, (2) costo y (3) tiempo de implementación. El objetivo es tener un rango de comparación entre medidas que pueda ayudar a priorizar su selección e idoneidad. La evaluación se realizó en base a una rúbrica que se desprende de la investigación. La rúbrica permite asignar un puntaje que va de 1 a 5 en donde a mayor valor, mejor la evaluación en cada parámetro. La rúbrica es la siguiente:

Puntaje	Reducción del riesgo				Costo	Tiempo de implementación
	Inundación	Ola de calor	Sistema frontal	Sequía		
5	Acciones que actúan a escala intercomunal, con alto potencial de reducir el riesgo de inundación.	Alto potencial de reducción de temperaturas a gran escala en el entorno urbano.	Capacidad de reducir el impacto de vientos a escala urbana.	Medidas de reducción de la demanda hídrica por medio de tecnologías e infraestructura.	Sólo requiere costo operacional.	1 año
4	Acciones que actúan a escala urbana, mejorando las condiciones de infiltración y reducción de escorrentía en la ciudad.	Reducción de temperaturas a nivel local (barrio).	Capacidad de reducir el impacto de los vientos en sectores como barrios o calles.	Medidas de reducción de demanda mediante límites o umbrales.	Costo inicial y operacional bajo.	2 a 3 años
3	Acciones que actúan sobre espacios públicos, mejorando su capacidad de infiltración de aguas lluvias.	Provee una alta capacidad adaptativa a la población para mitigar el calor urbano.	Capacidad de reducir el impacto de vientos en infraestructuras puntuales.	Medidas de reutilización o captación de aguas.	Costo inicial y operacional moderado.	5 años
2	Acciones que actúan sobre la propiedad privada y que tienen el potencial de escalar sus impactos.	Provee cierta capacidad adaptativa a la población para mitigar el calor urbano.	Capacidad de reducir el impacto de los vientos en la propiedad privada.	Medidas que permiten monitorear parámetros para la gestión de la sequía.	Alto costo inicial y alto costo operacional.	10 años
1	Acciones puntuales sobre la propiedad privada, pero cuyo escalamiento es difícil.	Mejoras puntuales a la población para mitigar efectos de olas de calor.	Baja capacidad de reducir el impacto de los vientos.	Medidas no vinculantes de reducción de la demanda hídrica.	Muy alto costo inicial y alto costo operacional.	Más de 10 años

Tabla 18. Rúbrica de evaluación para medidas de adaptación. Fuente: elaboración propia.

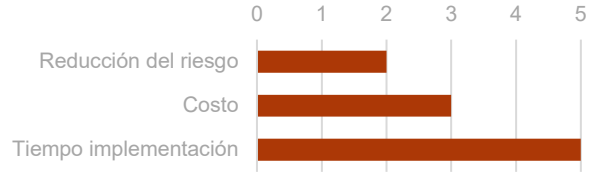
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit nec lorem id mi commodo	00

Amenazas

Tipo IF

Ámbito espacial AV/EP ED

Evaluación



Descripción

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Vestibulum nec lorem id mi commodo porttitor. Praesent faucibus mollis nisi. Duis blandit diam enim, ut mollis ex venenatis et. Etiam vitae magna ut quam tempor lacinia non in urna. Ut velit nulla, vestibulum quis augue id, commodo ornare ante. Quisque nec dignissim orci, in rhoncus lorem. Aenean et nunc ipsum. Ut neque purus, auctor a lacus tincidunt, varius tempus sapien. Sed ut cursus lacus. Sed pretium, sem sit amet viverra malesuada, quam lacus efficitur arcu, in accumsan eros arcu eget felis. Quisque pulvinar mi eget nunc lacinia elementum. Proin fringilla scelerisque.

Figuras de apoyo a la descripción

Figuras de apoyo a la descripción

Criterios de factibilidad y/o diseño

- Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit.
- Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit.
- Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit.

Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. • Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit.	• Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. • Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. • Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. • Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit.	• Praesent faucibus mollis nisi. • Praesent faucibus mollis nisi.

Figura 95. Ficha tipo para medidas de adaptación. Fuente: elaboración propia.

Nota: las fichas son un valor agregado del estudio, ya que son un producto que no estaba considerado en la metodología original.

3. Medidas de adaptación

La revisión bibliográfica permitió seleccionar y detallar un conjunto de 47 medidas de adaptación que actúan sobre las cuatro amenazas climáticas que son foco del estudio. Al analizar el número de medidas por amenaza primaria, un 57% aborda olas de calor, 21% eventos de sequía, 17% inundaciones y un 4% aborda la amenaza de sistema frontal. Si se contabilizan en conjunto la amenaza primaria, secundaria y terciaria, los porcentajes son 45% ola de calor, 25% sequía, 15% adaptación y 14% sistema frontal. En cuanto a los tipos, estos se distribuyen de forma homogénea (15-19%), siendo ligeramente mayor el tipo “programa” (28%). Respecto del ámbito espacial de aplicación de la medida, el 49% es aplicable en el tejido urbano, un 21% en áreas verdes y espacios públicos y un 21% en edificaciones. El 9% de las medidas no posee un ámbito espacial de aplicación.

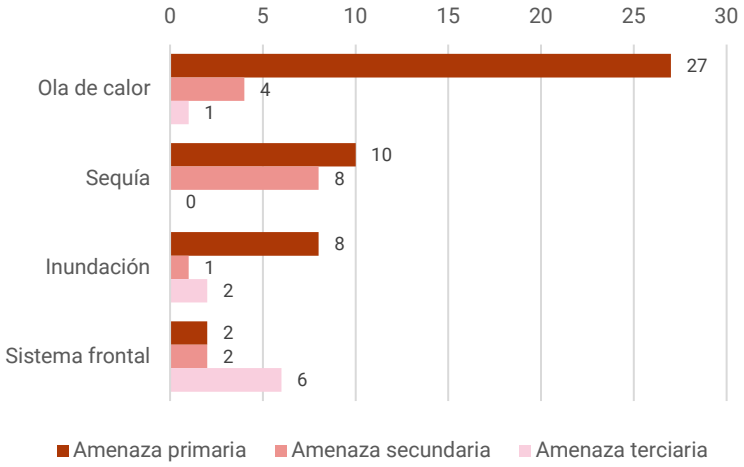


Figura 96. Medidas de adaptación según amenaza primaria, secundaria y terciaria. Fuente: elaboración propia.

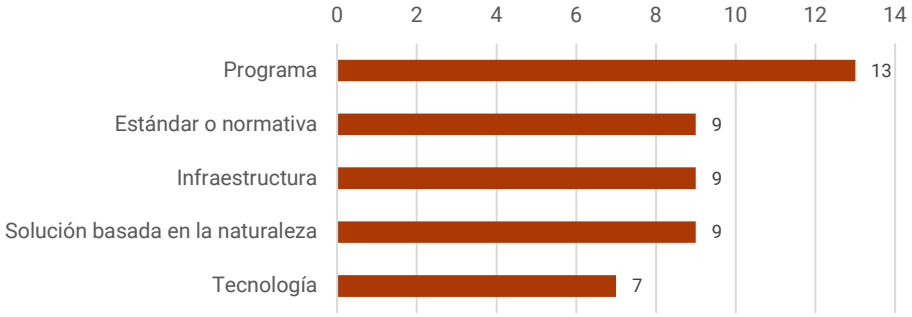


Figura 97. Medidas de adaptación según tipo. Fuente: elaboración propia.

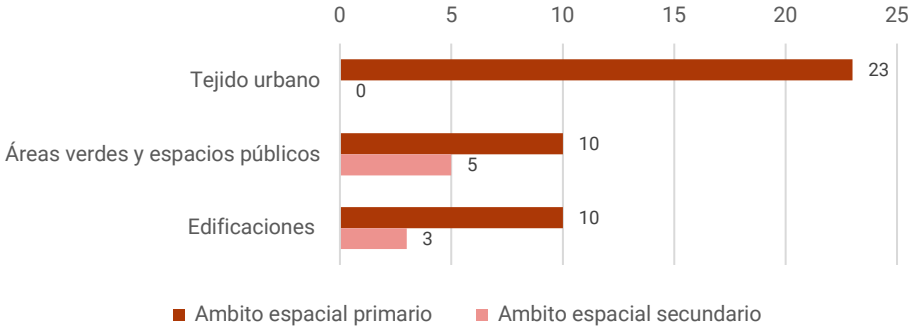


Figura 98. Medidas de adaptación según ámbito espacial. Fuente: elaboración propia.

A continuación, se provee el listado de medidas de adaptación seleccionadas para el estudio, incluyendo el título de la medida, tipo, ámbito espacial primario y secundario, amenaza primaria, secundaria y terciaria y los puntajes para los tres parámetros comparativos de evaluación. Las fichas con el detalle de cada medida pueden ser revisadas en los anexos del estudio.

Medida de adaptación	Tipo de medida	Ámbito espacial primario	Ámbito espacial secundario	Amenaza primaria	Amenaza secundaria	Amenaza terciaria	Reducción del riesgo	Costo	Tiempo imp.
1. Zanjas de infiltración con vegetación (Bioswales)	Solución basada en la naturaleza	Áreas verdes y espacios públicos		Inundación	Sequía	Sistema frontal	4	4	5
2. Jardines de bioretención o jardines de lluvia (Bioretention, Raingardens)	Solución basada en la naturaleza	Áreas verdes y espacios públicos	Edificaciones	Inundación	Sequía	Sistema frontal	3	4	5
3. Jardineras de aguas lluvias (Stormwater Planter)	Solución basada en la naturaleza	Áreas verdes y espacios públicos		Inundación	Sequía	Sistema frontal	4	3	5
4. Techos verdes (Green Roofs)	Solución basada en la naturaleza	Edificaciones		Inundación	Ola de calor		1	1	4
5. Área mínima de vegetación (AMV) para nuevos desarrollos (Green Area Ratio – GAR)	Estándar o normativa	Edificaciones		Inundación	Sequía	Ola de Calor	2	3	5
6. Pavimentos permeables	Infraestructura	Áreas verdes y espacios públicos	Edificaciones	Inundación	Sequía	Sistema frontal	2	3	5
7. Sistemas de infiltración subterránea	Infraestructura	Tejido urbano		Inundación	Sequía	Sistema frontal	4	2	4
8. Renaturalización de ribera y lecho de río	Solución basada en la naturaleza	Tejido urbano	Áreas verdes y espacios públicos	Inundación	Ola de calor		5	1	2
9. Arborización urbana priorizada	Solución basada en la naturaleza	Tejido urbano	Áreas verdes y espacios públicos	Ola de calor	Sistema frontal		5	3	4
10. Techos fríos (Cool Roofs)	Tecnología	Edificaciones		Ola de calor			5	4	1
11. Pavimentos fríos (Cool Pavements)	Tecnología	Tejido urbano		Ola de calor			5	1	4
12. Enfriamiento evaporativo mediante fuentes de agua recreativas	Infraestructura	Áreas verdes y espacios públicos		Ola de calor			2	3	4
13. Planificación de sombras estructurales	Infraestructura	Áreas verdes y espacios públicos		Ola de calor			4	3	5
14. Planificación de sombras naturales	Solución basada en la naturaleza	Áreas verdes y espacios públicos		Ola de calor			4	3	4
15. Enfriamiento pasivo en edificaciones	Estándar o normativa	Edificaciones		Ola de calor			2	4	4
16. Enfriamiento activo en edificaciones	Estándar o normativa	Edificaciones		Ola de calor			3	2	4
17. Puntos de hidratación	Infraestructura	Áreas verdes y espacios públicos		Ola de calor			3	4	5
18. Reducción del uso del automóvil particular	Programa	Tejido urbano		Ola de calor			5	5	4

Medida de adaptación	Tipo de medida	Ámbito espacial primario	Ámbito espacial secundario	Amenaza primaria	Amenaza secundaria	Amenaza terciaria	Reducción del riesgo	Costo	Tiempo imp.
19. Acuerdos voluntarios para modificar horario laboral	Programa	Tejido urbano		Ola de calor			3	5	5
20. Plan de acción para ocupaciones al aire libre durante olas de calor	Programa	Tejido urbano		Ola de calor			3	4	5
21. Ordenanza de temperatura máxima al interior de viviendas	Estándar o normativa	Edificaciones		Ola de calor			3	2	2
22. Refugios climáticos (Climate Shelters, Cooling Centers)	Infraestructura	Tejido urbano		Ola de calor			4	2	4
23. Refugios climáticos temporales (Pop-up Heat Relief)	Infraestructura	Tejido urbano		Ola de calor			3	4	5
24. Sistema de alerta temprana para temperaturas extremas y olas de calor	Tecnología	Tejido urbano		Ola de calor			2	1	3
25. Incentivar la arborización en predios privados	Programa	Tejido urbano		Ola de calor			4	4	5
26. Protección de árboles durante faenas de construcción	Estándar o normativa	Tejido urbano		Ola de calor	Sequía	Sistema frontal	4	5	5
27. Coordinación de medidas de arborización y paisajismo con viveros locales	Programa	Tejido urbano	Áreas verdes y espacios públicos	Ola de calor	Sequía	Inundación	4	5	4
28. Reacondicionamiento de edificios para el confort térmico	Programa	Edificaciones		Ola de calor			3	2	4
29. Monitoreo de la percepción del riesgo frente a olas de calor	Programa			Ola de calor			3	5	5
30. Programa de concientización para olas de calor	Programa			Ola de calor			3	4	5
31. Plazas de bolsillo optimizadas como área verde de alta cobertura arbórea	Solución basada en la naturaleza	Tejido urbano	Áreas verdes y espacios públicos	Ola de calor			4	3	4
32. Paraderos optimizados para el calor	Infraestructura	Tejido urbano		Ola de calor			3	2	4
33. Área mínima de sombra (Shade Factor)	Estándar o normativa	Tejido urbano		Ola de calor			4	4	4
34. Incentivar la conservación de masas boscosas en terrenos privados	Programa	Tejido urbano		Ola de calor			4	5	5
35. Conservación de corredores fríos y de ventilación	Solución basada en la naturaleza	Tejido urbano		Ola de calor	Sistema frontal		5	5	5
36. Reutilización de aguas grises en nuevos desarrollos	Tecnología	Edificaciones		Sequía			3	1	3
37. Directrices para el diseño de proyectos de paisajismo	Estándar o normativa	Tejido urbano	Áreas verdes y espacios públicos	Sequía	Ola de calor	Inundación	4	5	5

Medida de adaptación	Tipo de medida	Ámbito espacial primario	Ámbito espacial secundario	Amenaza primaria	Amenaza secundaria	Amenaza terciaria	Reducción del riesgo	Costo	Tiempo imp.
adaptados al cambio climático (Climate-Proof Garden)									
38. Recolección de aguas lluvias	Infraestructura	Edificaciones		Sequía	Inundación		3	1	3
39. Programas de concientización para la gestión hídrica domiciliaria	Programa			Sequía			1	4	5
40. Manejo optimizado del riego de áreas verdes por parte de vecinos	Estándar o normativa	Áreas verdes y espacios públicos		Sequía	Ola de calor		4	5	5
41. Monitoreo y detección de fugas en la red de agua potable	Tecnología	Tejido urbano		Sequía			2	1	3
42. Monitoreo del nivel freático y evapotranspiración	Tecnología	Tejido urbano		Sequía			2	1	3
43. Artefactos sanitarios de bajo consumo	Programa	Edificaciones		Sequía			5	1	4
44. Implementar sistemas de telegestión para riego de áreas verdes	Tecnología	Áreas verdes y espacios públicos		Sequía			2	2	4
45. Incentivar la gestión del recurso hídrico en el sector privado	Programa			Sequía			1	5	5
46. Propiciar alturas máximas proporcional al ancho de calle	Estándar o normativa	Tejido urbano		Sistema frontal			5	5	1
47. Podar o quitar árboles y ramas muertas, dañadas o podridas	Programa	Tejido urbano		Sistema frontal			4	5	5

Tabla 19. Tabla con medidas de adaptación. Fuente: elaboración propia.

III. PERFILES DE RIESGO POR UNIDAD VECINAL

1. Estructura del perfil de riesgo

La Unidad Vecinal (UV) representa un área de agregación espacial adecuada para un análisis detallado de los resultados del índice de riesgo y sus componentes. En análisis a escala subcomunal tiene como objetivo distinguir los parámetros que conforman el riesgo en un área determinada y con ello construir un perfil que permita informar la selección de medidas de adaptación apropiadas.

El perfil de cada UV se presenta en una ficha y está compuesto por un resumen de los principales índices y variables que se han desarrollado a través del estudio:

Caracterización geográfica y estadística:

- Estadísticas sobre amenaza y exposición.
- Ranking de UVs según porcentaje de zona homogénea de riesgo alta y muy alta.
- Mapa con áreas prioritarias para la gestión del riesgo.
- Gráfico con el porcentaje de superficie de UV según zona homogénea de riesgo.
- Gráfico con el porcentaje de superficie de UV como área prioritaria.
- Gráfico de vulnerabilidad por dimensión.
- Gráfico de vulnerabilidad por componente[16].

Análisis descriptivo y de diagnóstico:

- **Descriptivo:** describe el comportamiento del riesgo y sus componentes –magnitudes y patrones– a nivel geográfico en la UV.
- **Diagnóstico:** evalúa cuán intenso es el riesgo en cada UV relativo al resto de la comuna y se discute el rol de los componentes (amenaza, exposición y/o vulnerabilidad) en el nivel del riesgo observado.

Prescripción de medidas de adaptación:

- Para la selección de medidas se considera comportamiento del riesgo a escala de UV, la expresión del riesgo a escala comunal y las condiciones de borde con otras UV, así como otros factores descritos en el punto 2.
- Para cada UV se recomiendan un máximo de cinco medidas de adaptación, las que pueden repetirse en otras UV en la medida que existe continuidad espacial de las condiciones de riesgo, amenaza, exposición y/o vulnerabilidad.
- Las medidas se integran en una tabla con la siguiente información: título de la medida, tipo, ámbito espacial primario y secundario, amenaza primaria, secundaria y terciaria y los puntajes para los tres parámetros comparativos de evaluación
- Se advierte que las medidas seleccionadas para cada UV deben ser vistas como puntos de partida para una priorización final por parte de la Municipalidad, en base a criterios de factibilidad de implementación técnica y normativa.

Con esta información, es posible conceptualizar cada UV como una unidad de gestión en la que los resultados del riesgo climático informan medidas para abordarlo y, con ello, transitar hacia la construcción de resiliencia comunal.

[16] Los valores presentados en los gráficos corresponden al promedio de todos los valores de vulnerabilidad por componente al interior de cada UV. Es decir, los datos han sido agregados según la escala de la UV. Por ello, representan una simplificación del indicador geográfico asociado al componente que fue utilizado para construir el índice general de vulnerabilidad. Así, esta información debe interpretarse como un insumo complementario. La misma situación aplica para los gráficos por dimensión.

2. Criterios utilizados para la recomendación de medidas de adaptación

La evaluación del riesgo climático en la comuna presenta patrones de aglomeración en sus valores altos y bajos, influidos directamente por las variaciones espaciales que muestran tanto amenazas como la exposición o los componentes de vulnerabilidad, además de cada una de las variables consideradas en estos indicadores. Estas variaciones quedan de manifiesto en el perfil de riesgo de cada una de las 16 unidades vecinales de la comuna. Lo anterior permite, por un lado, analizar local e individualmente la situación de riesgo relativa entre unidades vecinales, y a la vez identificar las causas probables que a nivel local explican estos niveles de riesgo.

Considerando lo anterior, el análisis detallado en cada unidad vecinal permitió identificar dimensiones, componentes y/o variables (de amenaza, exposición y/o vulnerabilidad) que influyeron en los valores de riesgo, y las áreas específicas dentro de las unidades, donde se concentraron estos valores.

Las medidas seleccionadas fueron evaluadas y seleccionadas bajo los criterios generales en materia de costo-eficiencia, reducción del riesgo y su compatibilidad con los usos existentes y estructura urbana. En este sentido, las cinco medidas de adaptación seleccionadas para cada unidad vecinal consideran las amenazas climáticas presentes a nivel local y buscan mejorar las variables críticas y condiciones de vulnerabilidad. Además, se consideraron los siguientes factores para la selección de medidas:

1. **Gestión:** Acciones que permitan mejorar las condiciones de resiliencia, eficiencia o regulación en la unidad vecinal, en forma de programas, criterios de manejo eficiente de recursos, definición de estándares normativos y vinculación con capacidades instaladas en el tejido urbano.

2. **Optimización de la situación actual:** Acciones que permiten nivelar condiciones hacia valores aceptables y concordantes con las unidades mejor posicionadas en la comuna, estas en forma de modificaciones a las condiciones naturales del espacio urbano como áreas verdes y otros espacios públicos, basadas en servicios ambientales naturales.

3. **Mejoramiento:** Acciones que modifiquen el funcionamiento actual de espacios públicos, edificaciones y sistemas de manejo de recursos, mediante monitoreo, información para la toma de decisiones y aumento de la eficiencia en base a la incorporación de tecnología.

4. **Innovación y desarrollo:** Acciones que permitan el desarrollo de nueva infraestructura, equipamiento y espacios, o modifiquen sustantivamente el desempeño de los ya existentes, mediante inversión e innovación en materiales permeables, aislantes, colectores, entre otros, o que aumenten la provisión de áreas verdes que provean servicios ambientales.

5. **Urgencia local:** Acciones que, en concordancia con los criterios anteriores, atiendan aspectos particularmente críticos en la unidad vecinal respectiva, de manera de proveer soluciones a los problemas específicos a nivel local.

Se reitera que las medidas seleccionadas por unidad vecinal corresponden a una recomendación basada únicamente en una problematización de los factores descritos. En este sentido, la recomendación es una posibilidad dentro de muchas, dado que existen medidas que pueden cumplir la misma función respecto de la reducción del riesgo. Otros factores como la factibilidad de implementación técnica, financiera y/o normativa se escapan del alcance de este estudio. No obstante, se recomienda que sean considerados por la Municipalidad a la hora de planificar la implementación de acciones, ya sea mediante incentivos en el Plan Regulador Comunal u otros planes y programas.

a. Síntesis estadística de las medidas recomendadas

El tipo de medida recomendada más frecuente a nivel comunal son las soluciones basadas en la naturaleza (29%), tipología presente en la mayor parte de las unidades vecinales, con excepción de la UV2, en la que predomina la tipología "estándar o normativa", y las unidades vecinales N°4, 11, 14 y 16, con una marcada orientación hacia medidas en Infraestructura. Las medidas de tipo "Estándar o normativa", "Tecnología" e "Infraestructura", rondan el 20% a nivel comunal, y se distribuyen heterogéneamente en el territorio. La tipología con menor representación corresponde a "Programa", con solo el 10% de las recomendaciones. La distribución del tipo de medida por unidad vecinal se aprecia en el gráfico a continuación:

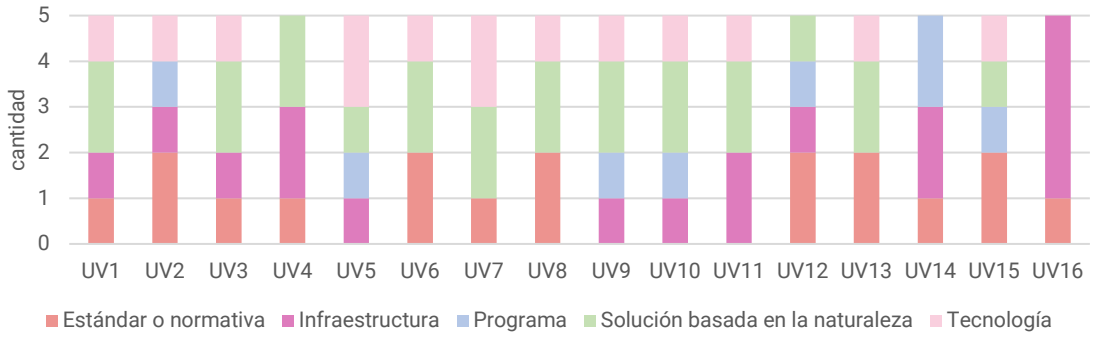


Figura 99. Perfil del tipo de medida recomendada según unidad vecinal. Fuente: elaboración propia.

Con respecto al ámbito espacial primario de aplicación de las medidas, a nivel comunal estas se concentran hacia intervenciones en áreas verdes y espacios públicos (47%), presentes en casi todo el territorio comunal con la excepción de la unidad vecinal N° 2, orientada fuertemente hacia el tejido urbano, ámbito espacial que corresponde al 30% de las medidas recomendadas. Las medidas que apuntan hacia su aplicación en edificaciones representan el 23% del total y abarcan 11 unidades vecinales. La distribución del ámbito espacial primario de las medidas puede observarse en el siguiente gráfico:

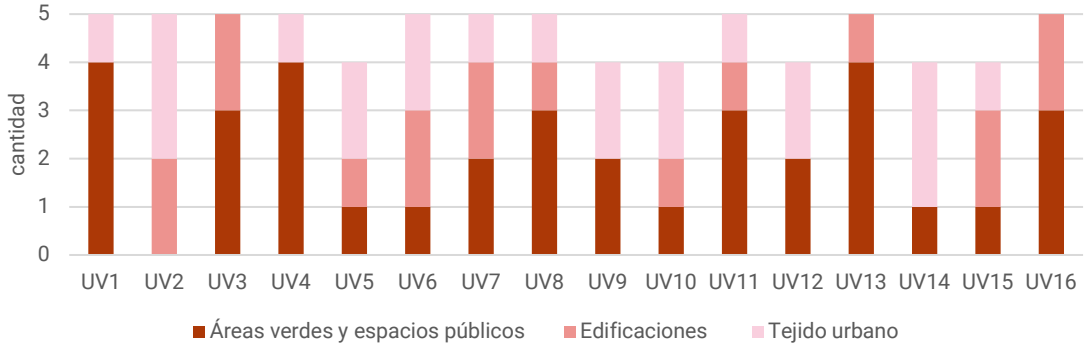


Figura 100. Ámbito espacial primario de las medidas recomendadas. Fuente: elaboración propia.

En general, las medidas recomendadas apuntan a disminuir el riesgo ante diversas amenazas. Lo anterior es posible debido a que las medidas de adaptación investigadas tienen la capacidad de reducir el riesgo frente a múltiples amenazas a la vez. Dada la naturaleza espacial de los eventos climáticos extremos y las características de la comuna, la amenaza con mayor representatividad en las medidas recomendadas es la sequía, seguido de ola de calor, inundaciones y por último sistema frontal, como se observa en la tabla de la página siguiente.

UV	Amenazas			
	Inundación	Sequía	Sistema frontal	Ola de calor
UV1	x	x	x	x
UV2	x	x		x
UV3	x	x	x	x
UV4	x	x	x	x
UV5	x	x		x
UV6	x	x		x
UV7	x	x	x	x
UV8	x	x	x	x
UV9	x	x	x	x
UV10	x	x	x	x
UV11	x	x	x	
UV12	x	x	x	x
UV13	x	x	x	x
UV14		x		x
UV15	x	x	x	x
UV16	x	x	x	x

Tabla 20. Amenazas abordadas por las medidas de adaptación recomendadas en cada UV. Fuente: elaboración propia.

En cuanto a la capacidad de reducción de riesgo de las medidas, se observa que existen diversos niveles. Como se indica en el sección II, la capacidad de reducción de riesgo se evaluó para cada medida y consiste en una escala numérica de 1 a 5 en donde a mayor valor, mayor capacidad de reducir el riesgo. Al examinar las medidas recomendadas, se observa que las UV6 y 7 destacan por presentar medidas con nivel 5 (máximo) de reducción de riesgo, mientras que las demás unidades vecinales se caracterizan por presentar un equilibrio en relación a este indicador.

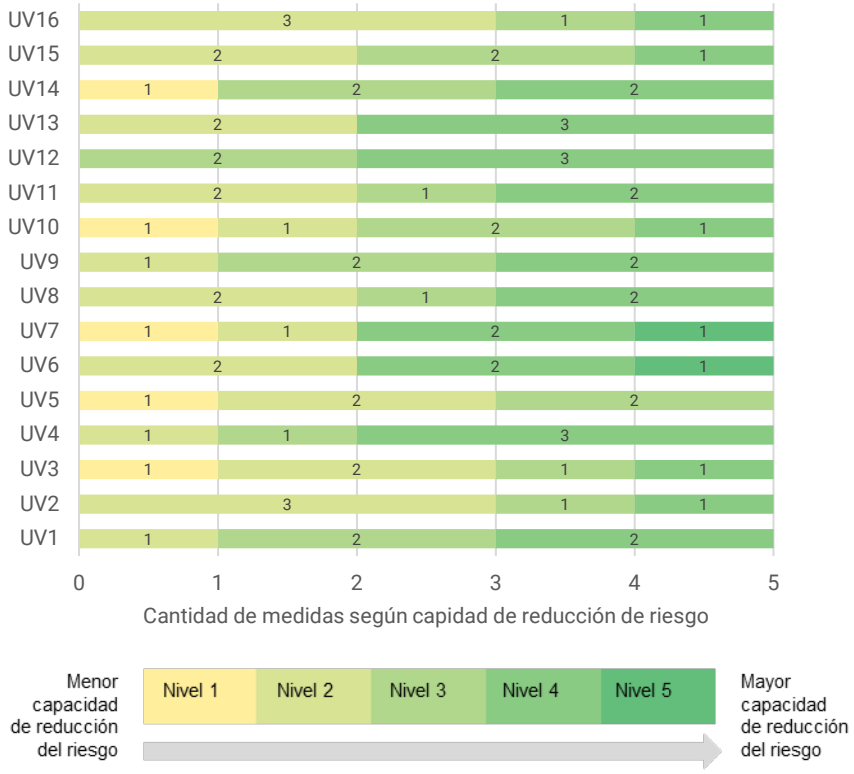


Figura 101. Cantidad de medidas según capacidad de reducción de riesgo. La escala de colores indica el nivel de reducción del riesgo. Las etiquetas numéricas en las barras indican la cantidad de medidas en cada nivel. Fuente: elaboración propia.

3. Medidas recomendadas a escala comunal

Como un complemento a las medidas de adaptación recomendadas por unidad vecinal, se señalan las medidas priorizadas para ser implementadas a escala comunal. Estas medidas siguen los mismos criterios utilizados en la selección local, pero se consideran estratégicas desde el punto de vista de construcción de resiliencia, ya que su efectividad será mayor si se aplican en forma sistemática e integrada en toda la comuna.

Medida de adaptación	Tipo de medida	Ámbito espacial primario	Ámbito espacial secundario	Amenaza primaria	Amenaza secundaria	Amenaza terciaria	Reducción del riesgo	Costo	Tiempo imp.
3. Jardineras de aguas lluvias (Stormwater Planter)	Solución basada en la naturaleza	Áreas verdes y espacios públicos		Inundación	Sequía	Sistema frontal	4	3	5
5. Área mínima de vegetación (AMV) para nuevos desarrollos (Green Area Ratio – GAR)	Estándar o normativa	Edificaciones		Inundación	Sequía	Ola de Calor	2	3	5
9. Arborización urbana priorizada	Solución basada en la naturaleza	Tejido urbano	Áreas verdes y espacios públicos	Ola de calor	Sistema frontal		5	3	4
10. Techos fríos (Cool Roofs)	Tecnología	Edificaciones		Ola de calor			5	4	1
13. Planificación de sombras estructurales	Infraestructura	Áreas verdes y espacios públicos		Ola de calor			4	3	5
14. Planificación de sombras naturales	Solución basada en la naturaleza	Áreas verdes y espacios públicos		Ola de calor			4	3	4
18. Reducción del uso del automóvil particular	Programa	Tejido urbano		Ola de calor			5	5	4
20. Plan de acción para ocupaciones al aire libre durante olas de calor	Programa	Tejido urbano		Ola de calor			3	4	5
21. Ordenanza de temperatura máxima al interior de viviendas	Estándar o normativa	Edificaciones		Ola de calor			3	2	2
22. Refugios climáticos (Climate Shelters, Cooling Centers)	Infraestructura	Tejido urbano		Ola de calor			4	2	4
24. Sistema de alerta temprana para temperaturas extremas y olas de calor	Tecnología	Tejido urbano		Ola de calor			2	1	3
26. Protección de árboles durante faenas de construcción	Estándar o normativa	Tejido urbano		Ola de calor	Sequía	Sistema frontal	4	5	5
37. Coordinación de medidas de arborización y paisajismo con viveros locales	Programa	Tejido urbano	Áreas verdes y espacios públicos	Ola de calor	Sequía	Inundación	4	5	4
29. Monitoreo de la percepción del riesgo frente a olas de calor	Programa			Ola de calor			3	5	5
30. Programa de concientización para olas de calor	Programa			Ola de calor			3	4	5
33. Área mínima de sombra (Shade Factor)	Estándar o normativa	Tejido urbano		Ola de calor			4	4	4
34. Incentivar la conservación de masas boscosas en terrenos privados	Programa	Tejido urbano		Ola de calor			4	5	5

Medida de adaptación	Tipo de medida	Ámbito espacial primario	Ámbito espacial secundario	Amenaza primaria	Amenaza secundaria	Amenaza terciaria	Reducción del riesgo	Costo	Tiempo imp.
35. Conservación de corredores fríos y de ventilación	Solución basada en la naturaleza	Tejido urbano		Ola de calor	Sistema frontal		5	5	5
41. Monitoreo y detección de fugas en la red de agua potable	Tecnología	Tejido urbano		Sequía			2	1	3
42. Monitoreo del nivel freático y evapotranspiración	Tecnología	Tejido urbano		Sequía			2	1	3
45. Incentivar la gestión del recurso hídrico en el sector privado	Programa			Sequía			1	5	5

Tabla 21. Medidas de adaptación priorizadas para ser implementadas a escala comunal. Fuente: elaboración propia.

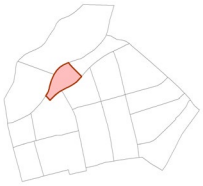
4. Fichas con perfil de riesgo por unidad vecinal

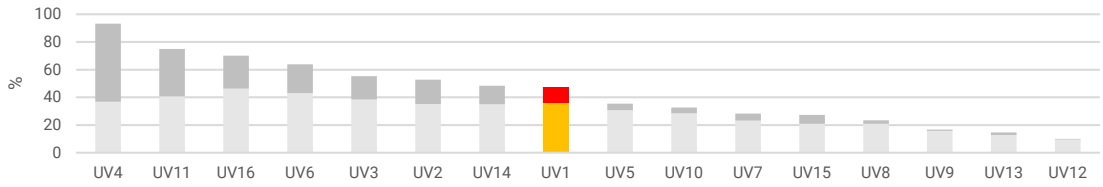
En las páginas siguientes se desarrollan los perfiles para las 16 Unidades Vecinales de la comuna de Providencia. Cada perfil se presenta en dos páginas, por lo que se recomienda visualizar la información en paralelo para interpretar de mejor manera la información.

Unidad Vecinal N°1

UV1

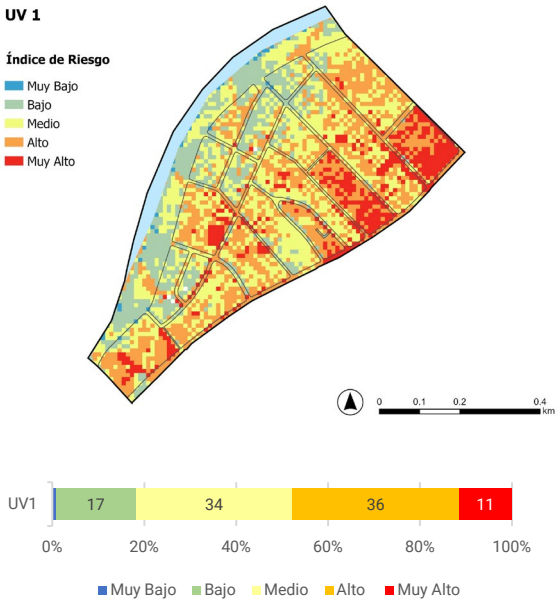
Juntas de vecinos	• Inactiva: Junta Pérez Valenzuela
Área	• 40,8 ha
Amenaza muy alta	• 4,3 ha (10,5%)
Exposición muy alta	• 11 ha (26,9%)
Riesgo muy alto	• 4,7 ha (11,5%)



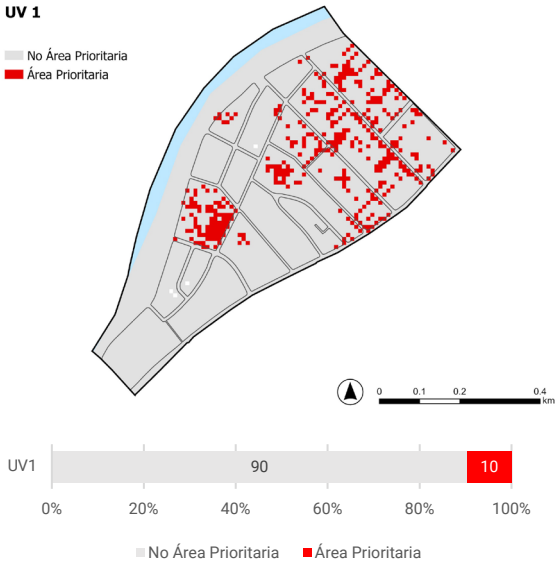


Comparativo: superficie de UV con riesgo **Alto** y **Muy Alto**

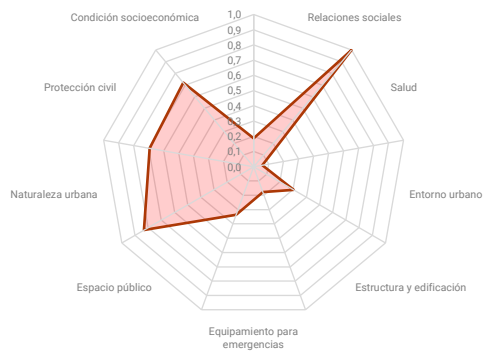
Zonas homogéneas de riesgo



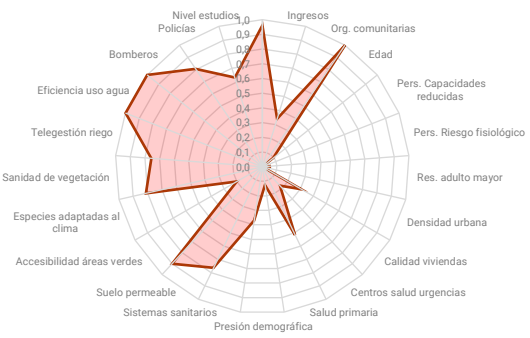
Áreas prioritarias



Vulnerabilidad por dimensión



Vulnerabilidad por componente



Perfil de riesgo

La unidad vecinal N°1 presenta un 47% de superficie en riesgo Alto o Muy Alto. Destaca también con un alto porcentaje de su superficie amenazada por inundación (12,3%). La alta concentración de oficinas y edificios comerciales define esta zona como un polo laboral en la ciudad, reflejado en una alta disponibilidad de servicios y conectividad a nivel metropolitano (Andrés Bello, Providencia, Metro, Autopista Costanera Norte, Santa María).

Sin embargo, esta UV presenta condiciones de vulnerabilidad en materia de Relaciones Sociales y Espacios Públicos, dos aspectos de gran importancia para la población local, pero contrapuestos a la vocación económico-productiva dominante en la unidad vecinal. En este sentido, se puede señalar que en torno a un 30% de la superficie de la UV no cuenta con buena accesibilidad a bebederos públicos o a áreas verdes, lo que sumado a la inactividad de su junta de vecinos implica una potencial baja capacidad de respuesta local ante eventos climáticos extremos.

La alta densidad urbana observable tanto en espacios públicos como privados influye en una mayor vulnerabilidad en cuanto a naturaleza urbana, reflejado principalmente en una mayor presión sobre la sanidad de la vegetación y una menor disponibilidad relativa de suelos permeables, que representan sólo un 10% del total de superficie en la UV. En cuanto a eficiencia del recurso hídrico, no existen activaciones del programa jardines sustentables, y la plaza Arturo Pratt, ubicada en el extremo sur-poniente de la UV es la única área verde que cuenta con sistema de telegestión.

Medidas de adaptación recomendadas

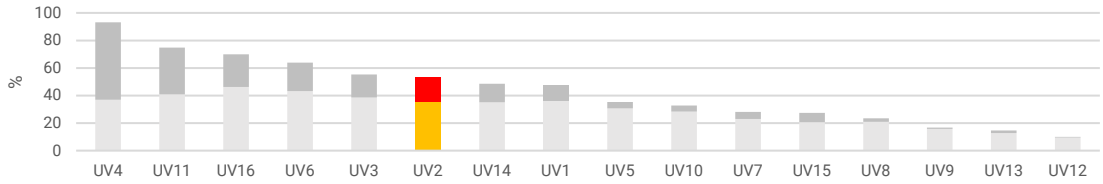
Medida de adaptación	Tipo de medida	Ámbito espacial primario	Ámbito espacial secundario	Amenaza primaria	Amenaza secundaria	Amenaza terciaria	Reducción del riesgo	Costo	Tiempo imp.
Zanjas de infiltración con vegetación (Bioswales)	Solución basada en la naturaleza	Áreas verdes y espacios públicos		Inundación	Sequía	Sistema frontal	4	4	5
Jardines de bioretención o jardines de lluvia (Bioretention, Raingardens)	Solución basada en la naturaleza	Áreas verdes y espacios públicos	Edificaciones	Inundación	Sequía	Sistema frontal	3	4	5
Refugios climáticos temporales (Pop-up Heat Relief)	Infraestructura	Tejido urbano		Ola de calor			3	4	5
Implementar sistemas de telegestión para riego de áreas verdes	Tecnología	Áreas verdes y espacios públicos		Sequía			2	2	4
Manejo optimizado del riego de áreas verdes por parte de vecinos	Estándar o normativa	Áreas verdes y espacios públicos		Sequía	Ola de calor		4	5	5

Tabla 22. Perfil de riesgo UV 1. Fuente: elaboración propia.

Unidad Vecinal N°2

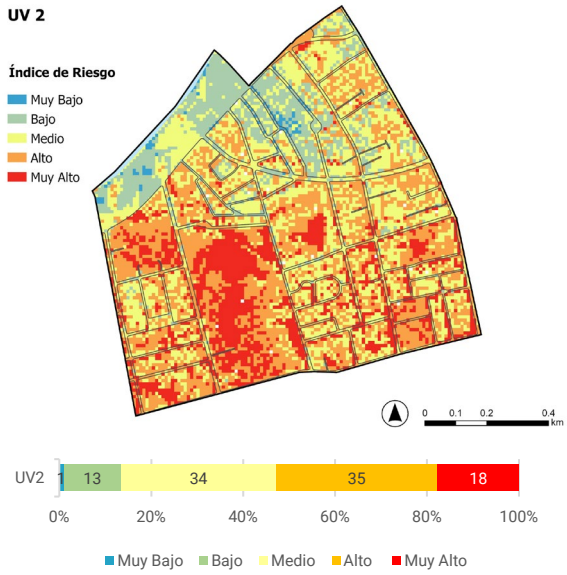
UV2

Juntas de vecinos	• Activa: Junta N°2 B • Inactivas: Juntas El Salvador y Miguel Claro
Área	• 101,3 ha
Amenaza muy alta	• 18,9 ha (18,7%)
Exposición muy alta	• 18,3 ha (18%)
Riesgo muy alto	• 17,9 ha (17,7%)

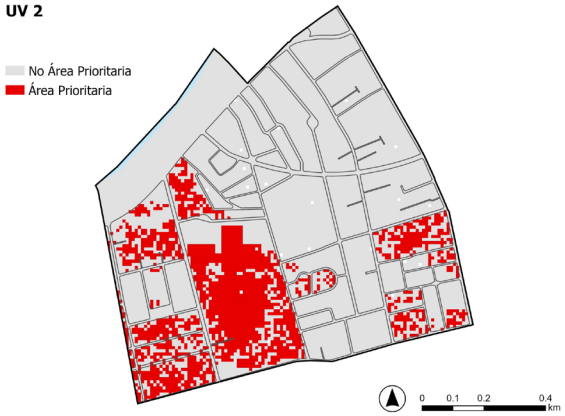


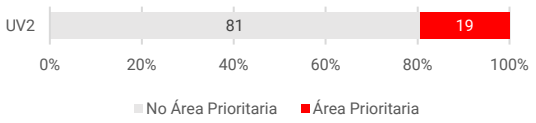
Comparativo: superficie de UV con riesgo **Alto** y **Muy Alto**

Zonas homogéneas de riesgo

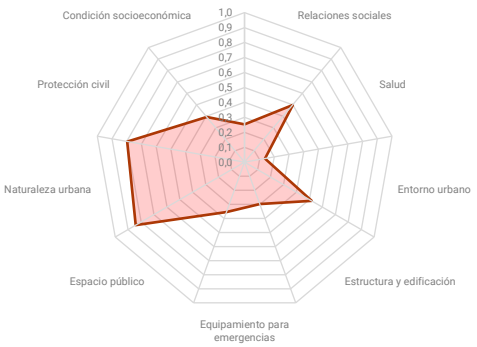


Áreas prioritarias

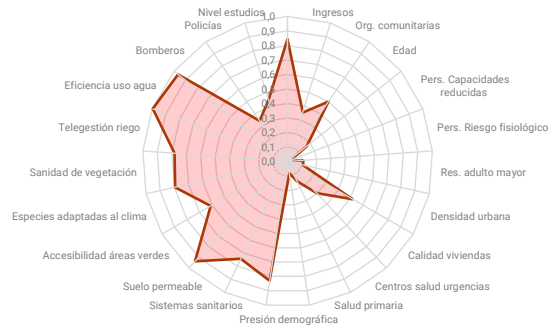




Vulnerabilidad por dimensión



Vulnerabilidad por componente



Perfil de riesgo

La unidad vecinal N°2 presenta un 53% de su superficie en riesgo Alto o Muy Alto. Esta unidad registró temperaturas máximas superficiales sobre los 40°C durante eventos de olas de calor.

La presencia del Hospital del Salvador que aporta una extensa y continua área con altos valores de vulnerabilidad relacionados a su función crítica y a la concentración de población flotante, fundamentalmente para consultas y atenciones médicas, visitas de familiares, personal de salud y comercio asociado a estas actividades. Las áreas con mayor densidad urbana pueden favorecer la retención del calor y se concentran en el sector norte de la unidad vecinal, paralela a calle Providencia. Además, existe una concentración de viviendas con materialidad recuperable en las zonas adyacentes al hospital, lo que puede presentar una mayor sensibilidad ante eventos meteorológicos extremos.

Por otra parte, esta unidad vecinal presenta vulnerabilidad asociada a la dimensión naturaleza urbana, con sólo un 6,3% de superficies permeables con respecto a la superficie total en la unidad, lo que, sumado a baja presencia de áreas con telegestión del riego y sólo una intervención de jardines sustentables (Román Díaz), supone un obstáculo para la gestión del recurso hídrico. Esta situación puede verse potencialmente explicada por la ausencia de parques y área verdes de mayor tamaño, ya que sólo un 21% de la superficie de la UV cuenta con buena accesibilidad a áreas verdes. La ausencia de suelos permeables disminuye la disponibilidad de agua para la vegetación, profundizando el nivel freático a la vez que aumenta la escorrentía superficial. En última instancia la suma de estos factores vuelve dependiente a la vegetación urbana del riego artificial, lo que ya presenta altos valores de vulnerabilidad en esta área.

Medidas de adaptación recomendadas

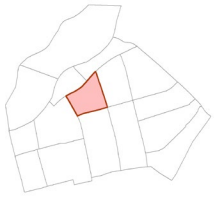
Medida de adaptación	Tipo de medida	Ámbito espacial primario	Ámbito espacial secundario	Amenaza primaria	Amenaza secundaria	Amenaza terciaria	Reducción del riesgo	Costo	Tiempo imp.
Refugios climáticos (Climate Shelters, Cooling Centers)	Infraestructura	Tejido urbano		Ola de calor			4	2	4
Sistema de alerta temprana para temperaturas extremas y olas de calor	Tecnología	Tejido urbano		Ola de calor			2	1	3
Plan de acción para ocupaciones al aire libre durante olas de calor	Programa	Tejido urbano		Ola de calor			3	4	5
Enfriamiento pasivo en edificaciones	Estándar o normativa	Edificaciones		Ola de calor			2	4	4
Área mínima de vegetación (AMV) para nuevos desarrollos (Green Area Ratio – GAR)	Estándar o normativa	Edificaciones		Inundación	Sequía	Ola de Calor	2	3	5

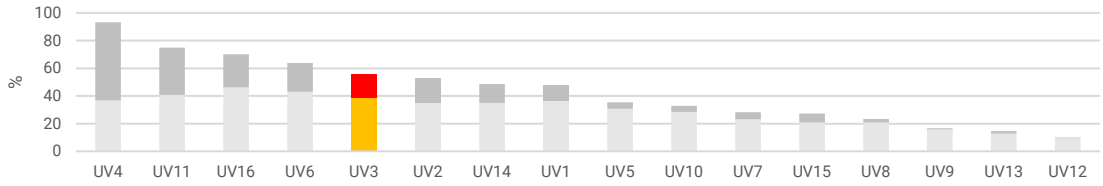
Tabla 23. Perfil de riesgo UV 2. Fuente: elaboración propia.

Unidad Vecinal N°3

UV3

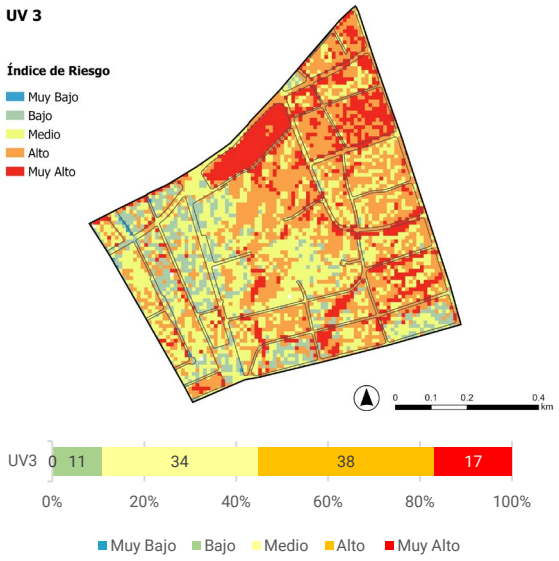
Juntas de vecinos	• Activa: Junta Plaza Jacarandá • Inactiva: Junta Unidad Vecinal Providencia
Área	• 57,2 ha
Amenaza muy alta	• 5,8 ha (10,1%)
Exposición muy alta	• 36,6 ha (63,9%)
Riesgo muy alto	• 9,6 ha (16,8%)



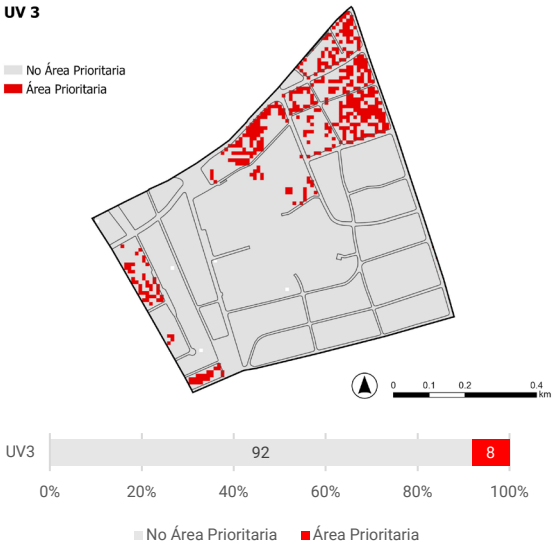


Comparativo: superficie de UV con riesgo **Alto** y **Muy Alto**

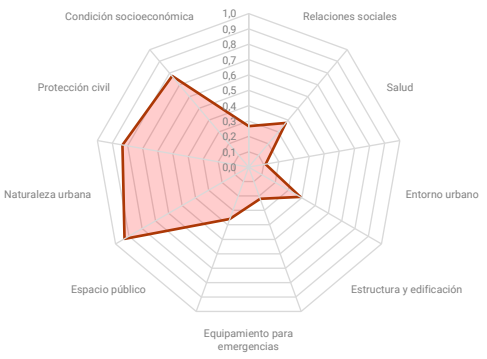
Zonas homogéneas de riesgo



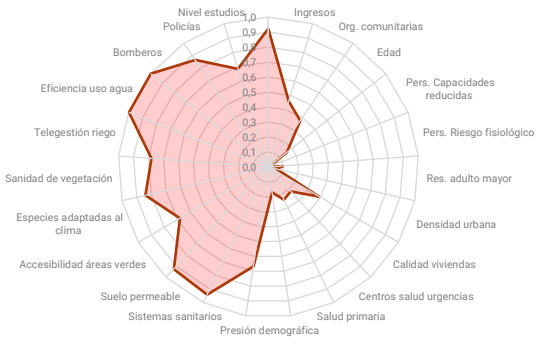
Áreas prioritarias



Vulnerabilidad por dimensión



Vulnerabilidad por componente



Perfil de riesgo

La Unidad vecinal N°3 presenta un 55% de su superficie con niveles de riesgo Alto o Muy Alto. Ubicada en el centro de la comuna y contigua a calle Nueva Providencia, esta unidad vecinal se ve directamente influida por la presión demográfica dada por un alto flujo de población flotante, atraída por la actividad comercial y polos laborales circundantes. Esto puede relacionarse con la alta densidad urbana en el sector nororiente de la unidad vecinal, en los alrededores de la Estación Metro Pedro de Valdivia y la intersección de la calle homónima con calle Providencia.

Esta unidad vecinal presenta mayor vulnerabilidad en cuanto a servicios sanitarios públicos, con sólo un 20% de la superficie con accesibilidad a bebederos públicos, lo que puede ser crítico en episodios de olas de calor sobre todo en el sector central de la UV. Con respecto al estado de viviendas, en general es buena, sin embargo, en el extremo surponiente existe una concentración de viviendas que pueden ser susceptibles ante eventos climáticos extremos, debido a una mayor presencia de viviendas con materialidad recuperable con respecto al resto de la UV.

En cuanto a naturaleza urbana, esta unidad vecinal no cuenta con activaciones de jardines sustentables y sólo cuenta con telegestión de riego en la plaza Juan XXIII, en la zona norte de la UV. Además, un 14% de superficie presenta buena accesibilidad a áreas verdes y sólo un 7,4% de la superficie cuenta con suelo permeable.

Medidas de adaptación recomendadas

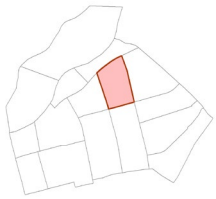
Medida de adaptación	Tipo de medida	Ámbito espacial primario	Ámbito espacial secundario	Amenaza primaria	Amenaza secundaria	Amenaza terciaria	Reducción del riesgo	Costo	Tiempo imp.
Puntos de hidratación	Infraestructura	Áreas verdes y espacios públicos		Ola de calor			3	4	5
Implementar sistemas de telegestión para riego de áreas verdes	Tecnología	Áreas verdes y espacios públicos		Sequía			2	2	4
Jardineras de aguas lluvias (Stormwater Planter)	Solución basada en la naturaleza	Áreas verdes y espacios públicos		Inundación	Sequía	Sistema frontal	4	3	5
Techos verdes (Green Roofs)	Solución basada en la naturaleza	Edificaciones		Inundación	Ola de calor		1	1	4
Área mínima de vegetación (AMV) para nuevos desarrollos (Green Area Ratio – GAR)	Estándar o normativa	Edificaciones		Inundación	Sequía	Ola de Calor	2	3	5

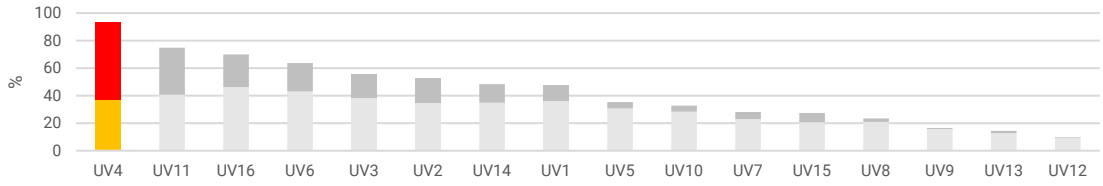
Tabla 24. Perfil de riesgo UV 3. Fuente: elaboración propia.

Unidad Vecinal N°4

UV4

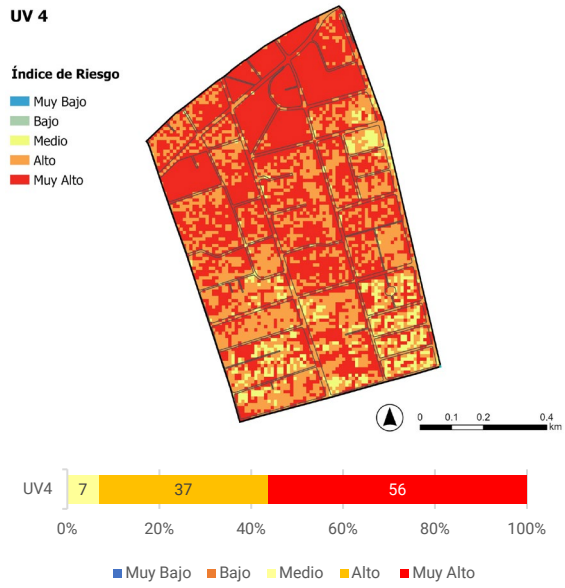
Juntas de vecinos	• Inactivas: Juntas Carlos Antúnez y Las Palmas
Área	• 72,7 ha
Amenaza muy alta	• 3,9 ha (5,3%)
Exposición muy alta	• 35,6 ha (48,9%)
Riesgo muy alto	• 40,9 ha (56,3%)





Comparativo: superficie de UV con riesgo **Alto** y **Muy Alto**

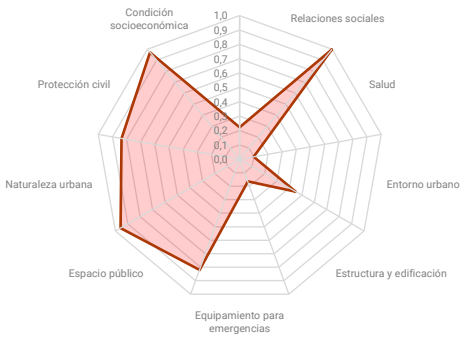
Zonas homogéneas de riesgo



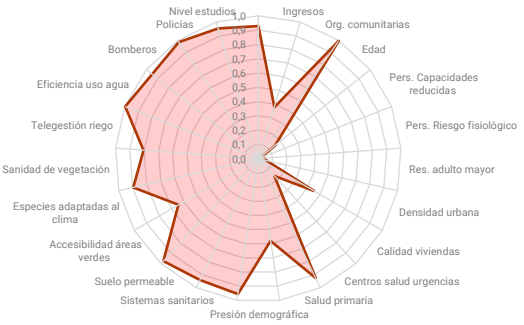
Áreas prioritarias



Vulnerabilidad por dimensión



Vulnerabilidad por componente



Perfil de riesgo

La unidad vecinal N°4 concentra los niveles más altos de riesgo en todo el territorio comunal, llegando a 56% de su superficie con riesgo Muy Alto y 37% con riesgo Alto, dejando sólo un 7% de superficie con nivel de riesgo Medio.

Los componentes de vulnerabilidad que pueden parcialmente explicar estos altos valores tienen relación con la inactividad de organizaciones comunitarias, lo cual puede afectar la capacidad de respuesta desde la comunidad y coordinación con el municipio. También incide la alta presión demográfica dada su centralidad y alta presencia de actividades económicas y polos laborales en el sector norte de la unidad, donde además se identificaron valores de alta densidad urbana que pueden facilitar la retención de calor mediante el efecto isla de calor.

Otros componentes de vulnerabilidad son la disponibilidad de sistemas sanitarios, ya que existe una escasez de bebederos públicos circundantes, con sólo un 23% de la superficie con accesibilidad a bebederos públicos, principalmente accesibles a menos de 15 minutos en el sector noroeste y sureste de la UV. Además, en el sector oriente y sur existe una baja accesibilidad a servicios de salud primaria y urgencias, lo que aumenta la susceptibilidad en caso de eventos que requieran atención inmediata.

Esta unidad vecinal destaca además por presentar el porcentaje más bajo de superficie con suelos permeables (2,5%). Esta condición favorece la escorrentía superficial, potenciando anegamientos durante períodos de precipitación y a la vez limitando la disponibilidad de agua a nivel freático, afectando a otros componentes de vulnerabilidad como la presencia de especies adaptadas al clima –requiriendo mayor riego artificial– e impactos a la sanidad de la vegetación –posiblemente debido a la limitada infiltración y mayor compactación de suelo–, entre otros.

Medidas de adaptación recomendadas

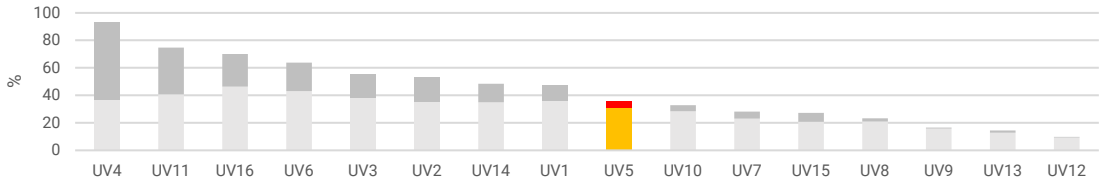
Medida de adaptación	Tipo de medida	Ámbito espacial primario	Ámbito espacial secundario	Amenaza primaria	Amenaza secundaria	Amenaza terciaria	Reducción del riesgo	Costo	Tiempo imp.
Zanjas de infiltración con vegetación (Bioswales)	Solución basada en la naturaleza	Áreas verdes y espacios públicos		Inundación	Sequía	Sistema frontal	4	4	5
Puntos de hidratación	Infraestructura	Áreas verdes y espacios públicos		Ola de calor			3	4	5
Jardineras de aguas lluvias (Stormwater Planter)	Solución basada en la naturaleza	Áreas verdes y espacios públicos		Inundación	Sequía	Sistema frontal	4	3	5
Directrices para el diseño de proyectos de paisajismo adaptados al cambio climático (Climate-Proof Garden)	Estándar o normativa	Tejido urbano	Áreas verdes y espacios públicos	Sequía	Ola de calor	Inundación	4	5	5
Pavimentos permeables	Infraestructura	Áreas verdes y espacios públicos	Edificaciones	Inundación	Sequía	Sistema frontal	2	3	5

Tabla 25. Perfil de riesgo UV 4. Fuente: elaboración propia.

Unidad Vecinal N°5

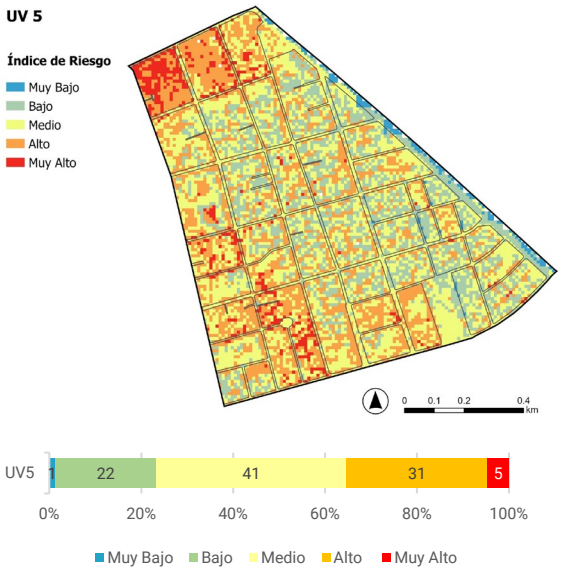
UV5

Juntas de vecinos	• Activa: Junta El Bosque Oriente • Inactiva: Junta El Bosque
Área	• 100,6 ha
Amenaza muy alta	• 2,2 ha (2,2%)
Exposición muy alta	• 12,8 ha (12,7%)
Riesgo muy alto	• 4,6 ha (4,6%)

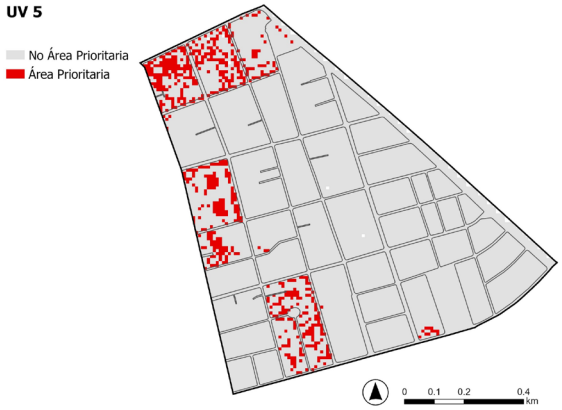


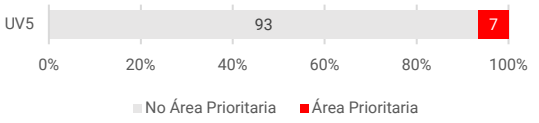
Comparativo: superficie de UV con riesgo **Alto** y **Muy Alto**

Zonas homogéneas de riesgo

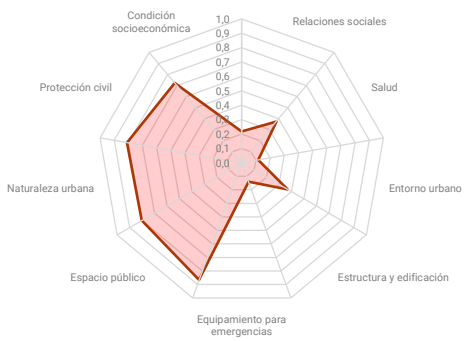


Áreas prioritarias

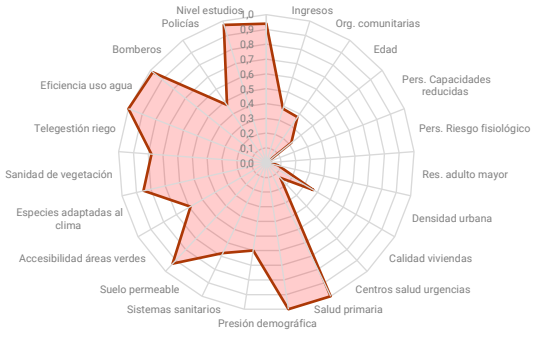




Vulnerabilidad por dimensión



Vulnerabilidad por componente



Perfil de riesgo

La unidad vecinal N° 5 presenta un 31% de su superficie con niveles de riesgo Alto, y sólo un 5% con niveles Muy Altos concentrados en el sector norponiente de la Unidad Vecinal (entre Providencia y Los Leones), una zona de alta densidad urbana a nivel comunal. En este sector se concentra un alto flujo de población flotante, cercano a nodos de transporte, actividades económicas y polos laborales, lo que en general se opone al resto de la unidad vecinal, de carácter más residencial y caracterizada por una alta presencia de población en edad vulnerable (menores de 5 años y mayores de 65), implicando un nivel de presión demográfica medio-alto, sobre todo considerando la falta de servicios de salud primaria y urgencias en toda la UV.

Otros componentes de vulnerabilidad se relacionan con la baja presencia de suelo permeable (sólo un 7,3% de superficie de la UV) y aspectos débiles de naturaleza urbana como la sanidad de vegetación en sus áreas verdes e inexistencia de telegestión, lo que aumenta las condiciones de susceptibilidad ante inundación y retención de calor. Estos aspectos son agravados por el bajo nivel de accesibilidad a áreas verdes, ya que solo un 14% de superficie presenta buena accesibilidad, concentrada en el extremo suroriente de la UV.

Medidas de adaptación recomendadas

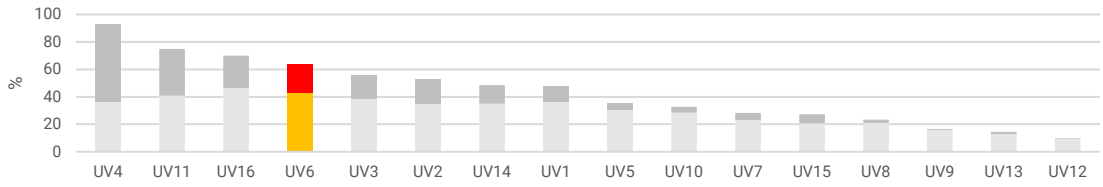
Medida de adaptación	Tipo de medida	Ámbito espacial primario	Ámbito espacial secundario	Amenaza primaria	Amenaza secundaria	Amenaza terciaria	Reducción del riesgo	Costo	Tiempo imp.
Refugios climáticos temporales (Pop-up Heat Relief)	Infraestructura	Tejido urbano		Ola de calor			3	4	5
Monitoreo de la percepción del riesgo frente a las de calor	Programa			Ola de calor			3	5	5
Implementar sistemas de telegestión para riego de áreas verdes	Tecnología	Áreas verdes y espacios públicos		Sequía			2	2	4
Sistema de alerta temprana para temperaturas extremas y olas de calor	Tecnología	Tejido urbano		Ola de calor			2	1	3
Techos verdes (Green Roofs)	Solución basada en la naturaleza	Edificaciones		Inundación	Ola de calor		1	1	4

Tabla 26. Perfil de riesgo UV 5. Fuente: elaboración propia.

Unidad Vecinal N°6

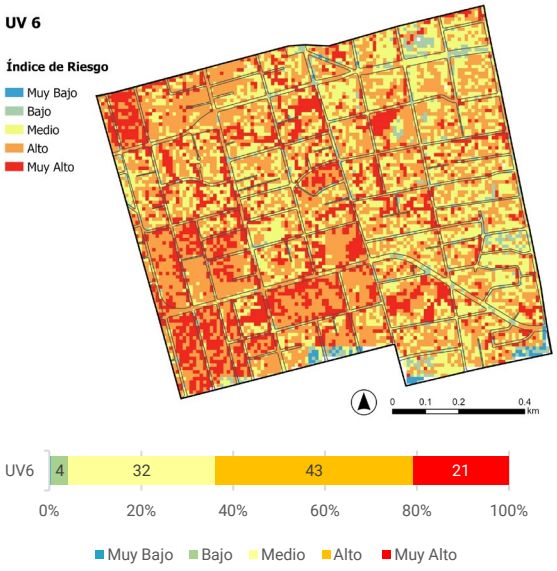
UV6

Juntas de vecinos	• Activa: Junta Santa Isabel
Área	• 111,2 ha
Amenaza muy alta	• 20,6 ha (18,6%)
Exposición muy alta	• 17,5 ha (15,8%)
Riesgo muy alto	• 22,8 ha (20,7%)



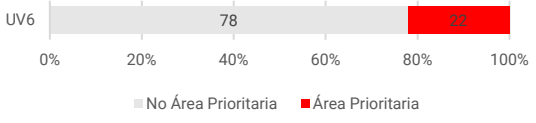
Comparativo: superficie de UV con riesgo **Alto** y **Muy Alto**

Zonas homogéneas de riesgo

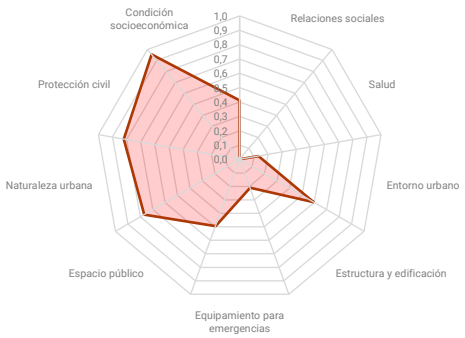


Áreas prioritarias

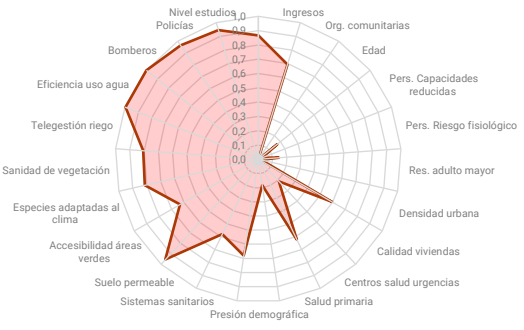




Vulnerabilidad por dimensión



Vulnerabilidad por componente



Perfil de riesgo

La unidad vecinal N°6 presenta un 64% de su superficie con valores de riesgo Alto o Muy Alto, 43% y 21% respectivamente. Esta unidad registró temperaturas máximas superficiales sobre los 40°C durante eventos de olas de calor.

En cuanto a vulnerabilidad, los altos niveles de densidad urbana favorecen la retención de calor, principalmente en el sector norponiente cercano a Barrio Italia. Además, esta UV es una de las cuatro unidades vecinales en la comuna con mayor porcentaje de hogares de bajos ingresos y materialidad de viviendas en estado recuperable, concentrados en los sectores poniente y sur de la UV.

La accesibilidad a áreas verdes y permeabilidad del suelo son algunos de los componentes de vulnerabilidad críticos de esta unidad, con sólo un 5,5% de superficie con buena accesibilidad a áreas verdes y una escasa presencia de suelos permeables, alcanzando sólo un 4,6% del total. Sin embargo, esta unidad vecinal destaca por sus plazas y plazuelas que cuentan con riego con telegestión, entre ellas la Plazuela González Vera ubicada en la intersección entre Salvador con Francisco Bilbao y la Plaza Julio Prado en la calle homónima.

Medidas de adaptación recomendadas

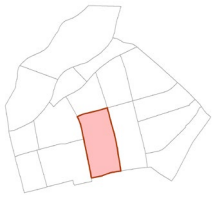
Medida de adaptación	Tipo de medida	Ámbito espacial primario	Ámbito espacial secundario	Amenaza primaria	Amenaza secundaria	Amenaza terciaria	Reducción del riesgo	Costo	Tiempo imp.
Enfriamiento pasivo en edificaciones	Estándar o normativa	Edificaciones		Ola de calor			2	4	4
Planificación de sombras naturales	Solución basada en la naturaleza	Áreas verdes y espacios públicos		Ola de calor			4	3	4
Pavimentos fríos (Cool Pavements)	Tecnología	Tejido urbano		Ola de calor			5	1	4
Plazas de bolsillo optimizadas como área verde de alta cobertura arbórea	Solución basada en la naturaleza	Tejido urbano	Áreas verdes y espacios públicos	Ola de calor			4	3	4
Área mínima de vegetación (AMV) para nuevos desarrollos (Green Area Ratio – GAR)	Estándar o normativa	Edificaciones		Inundación	Sequía	Ola de Calor	2	3	5

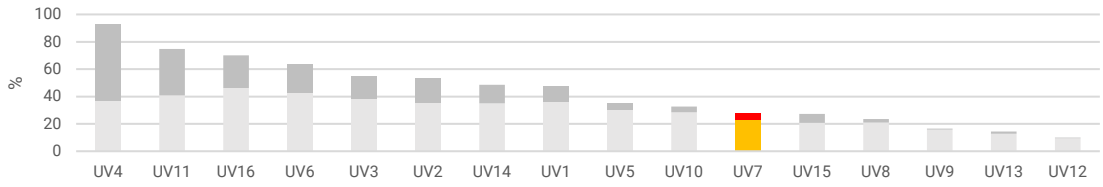
Tabla 27. Perfil de riesgo UV 6. Fuente: elaboración propia.

Unidad Vecinal N°7

UV7

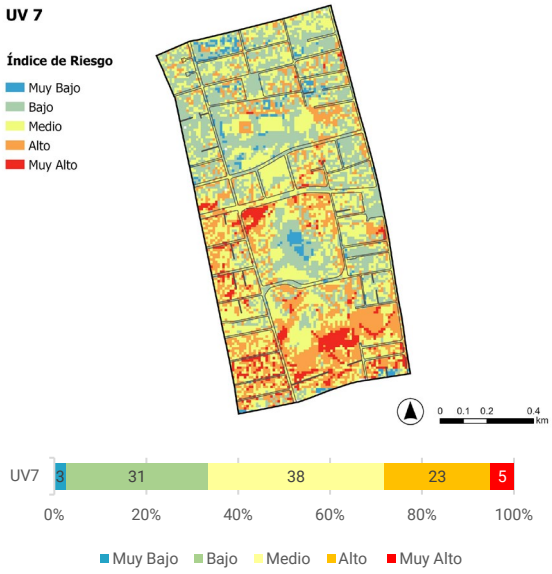
Juntas de vecinos	• Activa: Junta los Estanques
Área	• 116,9 ha
Amenaza muy alta	• 17,9 ha (15,3%)
Exposición muy alta	• 10,6 ha (9%)
Riesgo muy alto	• 5,9 ha (5,1%)



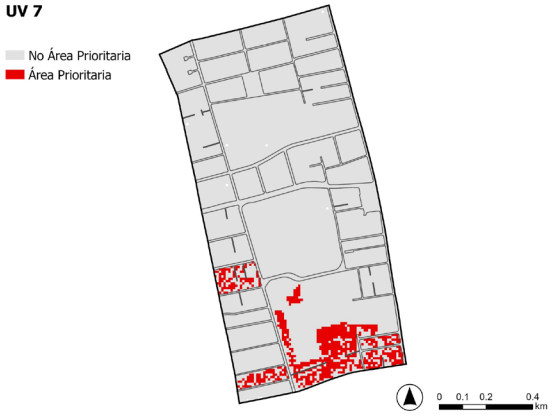


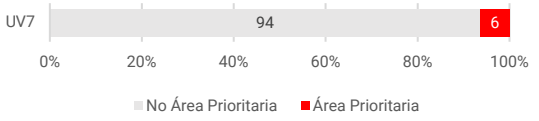
Comparativo: superficie de UV con riesgo **Alto** y **Muy Alto**

Zonas homogéneas de riesgo

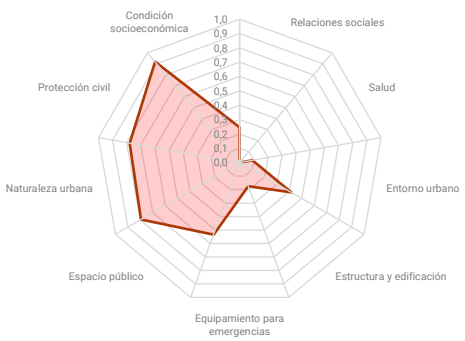


Áreas prioritarias

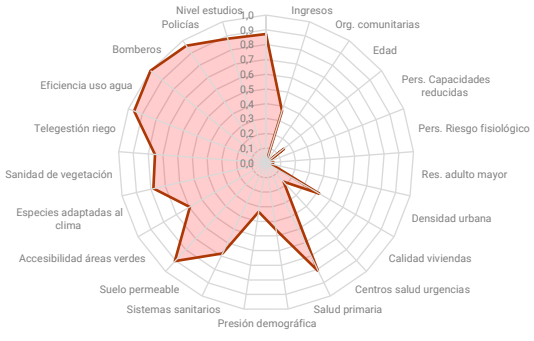




Vulnerabilidad por dimensión



Vulnerabilidad por componente



Perfil de riesgo

La Unidad vecinal N°7 presenta un 5% de su superficie en riesgo Muy Alto y un 23% con riesgo Alto, concentrados principalmente en el sector centro y sur de la unidad. Esta UV presenta un alto porcentaje de su superficie amenazada por inundación (12,1%), además de registrar temperaturas máximas superficiales sobre los 40°C durante eventos de olas de calor.

En cuanto a condiciones de vulnerabilidad, la densidad urbana en esta unidad es mayor en el sector sur de la UV, con valores más altos en los alrededores del parque Inés de Suárez. Este parque es una de las áreas verdes más extensas de la comuna y cuenta con sistema de Telegestión del riego, lo que contribuye al 21,5% de la superficie de esta unidad vecinal con buena accesibilidad a áreas verdes.

La presencia del parque eleva el porcentaje de suelos permeables en esta unidad, alcanzando un 9,4% respecto de su superficie total. Sin embargo, el sector sur cuenta con escasas zonas de superficie permeable comparado con el resto de la UV y no existen activaciones del programa jardines sustentables que permiten atender temas de eficiencia hídrica. Otro aspecto de vulnerabilidad es el acceso a servicios de salud primaria comunal, la cual es escasa en el sector contiguo a la escuela de carabineros hacia el sur de la UV.

Medidas de adaptación recomendadas

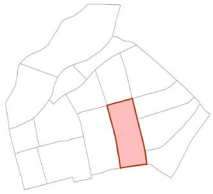
Medida de adaptación	Tipo de medida	Ámbito espacial primario	Ámbito espacial secundario	Amenaza primaria	Amenaza secundaria	Amenaza terciaria	Reducción del riesgo	Costo	Tiempo imp.
Manejo optimizado del riego de áreas verdes por parte de vecinos	Estándar o normativa	Áreas verdes y espacios públicos	Sequía	Ola de calor			4	5	5
Techos fríos (Cool Roofs)	Tecnología	Edificaciones		Ola de calor			5	4	1
Jardineras de aguas lluvias (Stormwater Planter)	Solución basada en la naturaleza	Áreas verdes y espacios públicos		Inundación	Sequía	Sistema frontal	4	3	5
Techos verdes (Green Roofs)	Solución basada en la naturaleza	Edificaciones		Inundación	Ola de calor		1	1	4
Monitoreo del nivel freático y evapotranspiración	Tecnología	Tejido urbano		Sequía			2	1	3

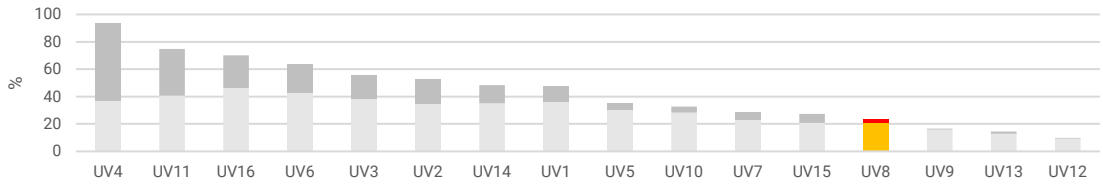
Tabla 28. Perfil de riesgo UV 7. Fuente: elaboración propia.

Unidad Vecinal N°8

UV8

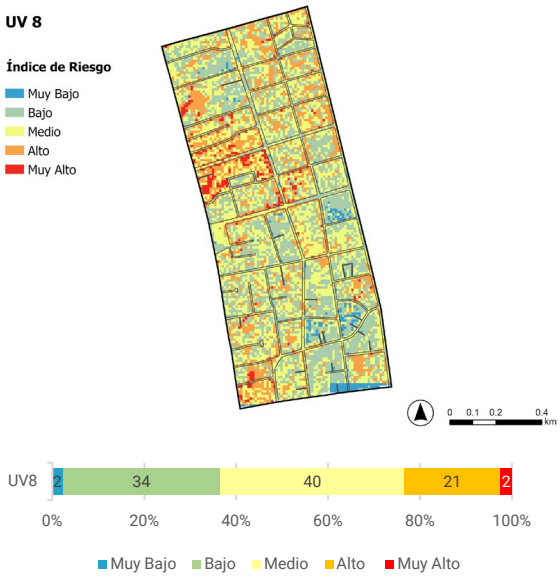
Juntas de vecinos	• Activa: Junta Pocuro
Área	• 103,9 ha
Amenaza muy alta	• 7,2 ha (6,9%)
Exposición muy alta	• 37 ha (35,6%)
Riesgo muy alto	• 2,5 ha (2,4%)





Comparativo: superficie de UV con riesgo **Alto** y **Muy Alto**

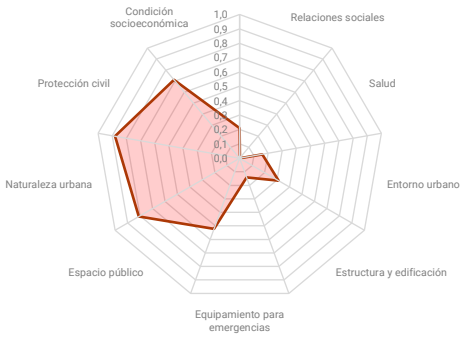
Zonas homogéneas de riesgo



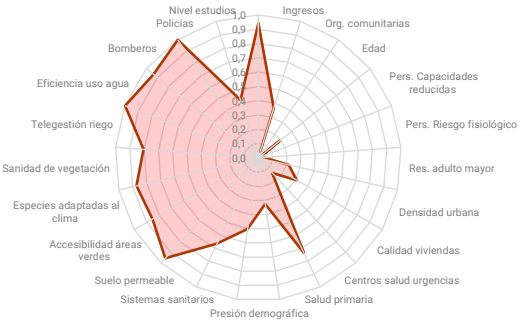
Áreas prioritarias



Vulnerabilidad por dimensión



Vulnerabilidad por componente



Perfil de riesgo

La Unidad vecinal N°8 presenta sólo un 2% de su superficie en riesgo Muy Alto y un 21% en riesgo Alto, concentrados principalmente en el sector poniente norte.

En cuanto a vulnerabilidad, esta UV presenta niveles altos de densidad urbana en las cercanías de la estación de Metro Inés de Suárez y las calles Francisco Bilbao y Pedro de Valdivia, lo que puede facilitar la retención de calor extremo y contribuye a un limitado 4,6% de superficie con suelos permeables. La alta densidad urbana también explica la baja proporción de superficies con buena accesibilidad áreas verdes (1,9%), las que no cuentan con riego con telegestión. Estas condiciones limitan la capacidad de infiltración de agua, potenciando la escorrentía superficial durante lluvias y limitando la recarga del nivel freático, lo que en última instancia afecta la disponibilidad de agua para especies vegetales en superficie.

Otro aspecto de vulnerabilidad se relaciona con los servicios de salud con sala de urgencias, ya que un 60% de la superficie (zona norte y centro-poniente) se encuentra fuera del rango de buena accesibilidad.

Medidas de adaptación recomendadas

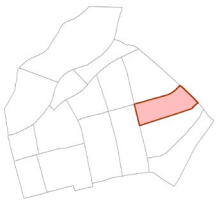
Medida de adaptación	Tipo de medida	Ámbito espacial primario	Ámbito espacial secundario	Amenaza primaria	Amenaza secundaria	Amenaza terciaria	Reducción del riesgo	Costo	Tiempo imp.
Directrices para el diseño de proyectos de paisajismo adaptados al cambio climático (Climate-Proof Garden)	Estándar o normativa	Tejido urbano	Áreas verdes y espacios públicos	Sequía	Ola de calor	Inundación	4	5	5
Jardines de bioretención o jardines de lluvia (Bioretention, Raingardens)	Solución basada en la naturaleza	Áreas verdes y espacios públicos	Edificaciones	Inundación	Sequía	Sistema frontal	3	4	5
Jardineras de aguas lluvias (Stormwater Planter)	Solución basada en la naturaleza	Áreas verdes y espacios públicos		Inundación	Sequía	Sistema frontal	4	3	5
Implementar sistemas de telegestión para riego de áreas verdes	Tecnología	Áreas verdes y espacios públicos		Sequía			2	2	4
Área mínima de vegetación (AMV) para nuevos desarrollos (Green Area Ratio – GAR)	Estándar o normativa	Edificaciones		Inundación	Sequía	Ola de Calor	2	3	5

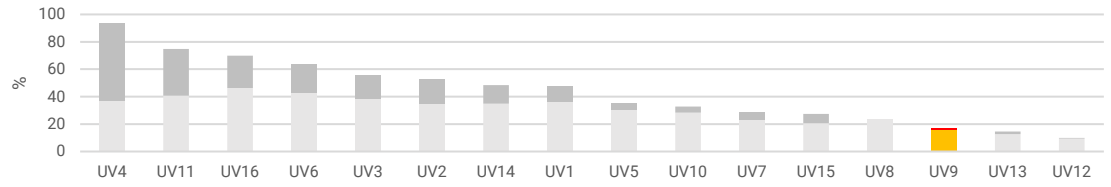
Tabla 29. Perfil de riesgo UV 8. Fuente: elaboración propia.

Unidad Vecinal N°9

UV9

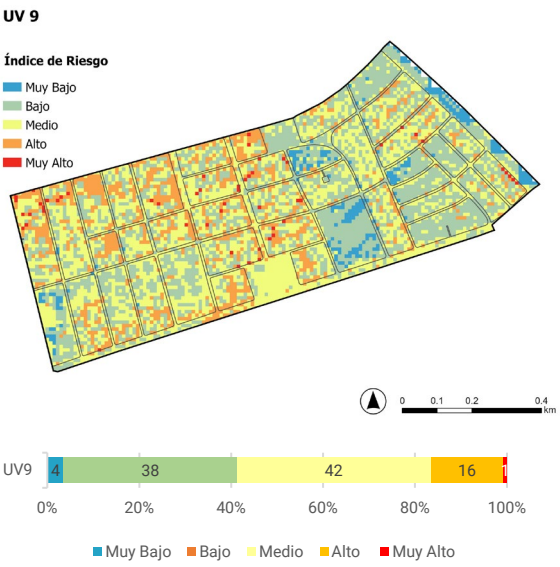
Juntas de vecinos	• Activa: Junta Pocuro Norte
Área	• 71,2 ha
Amenaza muy alta	• 2,3 ha (3,2%)
Exposición muy alta	• 39,6 ha (55,5%)
Riesgo muy alto	• 0,5 ha (0,7%)



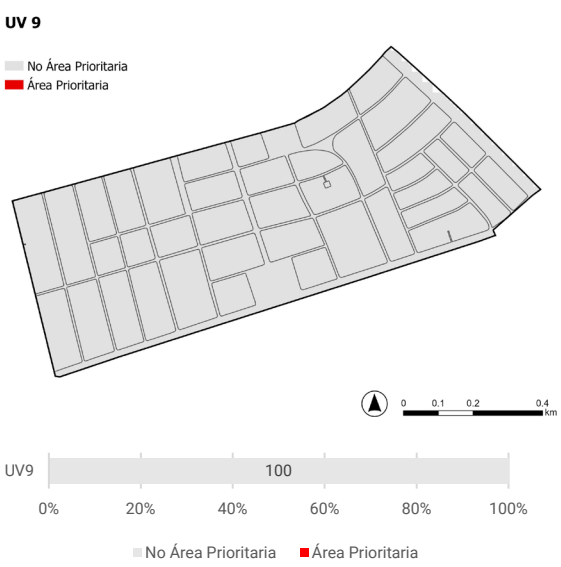


Comparativo: superficie de UV con riesgo **Alto** y **Muy Alto**

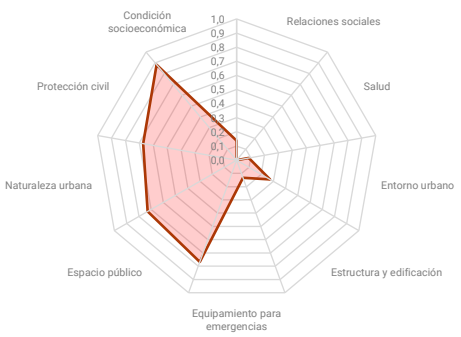
Zonas homogéneas de riesgo



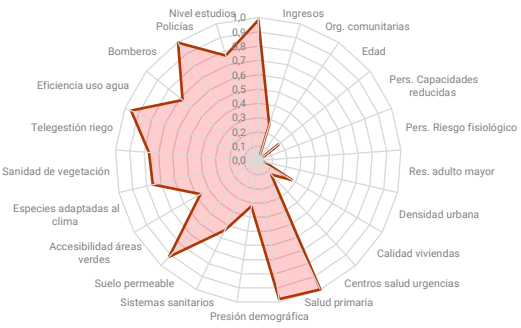
Áreas prioritarias



Vulnerabilidad por dimensión



Vulnerabilidad por componente



Perfil de riesgo

La Unidad vecinal N°9 presenta un 16% de su superficie con valores de riesgo Alto y sólo un 1% con valores Muy Altos. Esta UV se encuentra particularmente amenazada por eventos de inundaciones por desborde de cauce, sobre todo en el Canal San Carlos sobre el eje Tobalaba.

En cuanto a vulnerabilidad, esta unidad presenta una alta concentración de población en edad vulnerable (menores a 5 años y mayores de 65), en especial en las manzanas censales ubicadas en su zona central. Sumado a lo anterior, un aspecto clave de vulnerabilidad es la baja accesibilidad a servicios de salud primario, ya que sólo un 10% de la superficie total tiene buena accesibilidad en el sector sur-poniente), y el 100% del territorio de la UV se encuentra a más de 15 minutos de servicios con sala de urgencias.

Aspectos que contribuyen a la disminución del riesgo se relacionan con espacio público y áreas verdes, ya que esta unidad posee un manejo eficiente del recurso hídrico, con varios puntos del programa jardines sustentables, además de sistemas de telegestión incorporados en la mayor parte de sus áreas verdes de categoría plaza y parque (Plaza Las Lilas, Plaza Pérez Zujovic, Plaza Río de Janeiro y parque Pocuro). También posee un 27,8% de su superficie con buena accesibilidad a áreas verdes, considerablemente mayor a las unidades vecinales circundantes, además de una completa cobertura de bebederos públicos.

Medidas de adaptación recomendadas

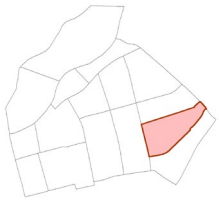
Medida de adaptación	Tipo de medida	Ámbito espacial primario	Ámbito espacial secundario	Amenaza primaria	Amenaza secundaria	Amenaza terciaria	Reducción del riesgo	Costo	Tiempo imp.
Sistema de alerta temprana para temperaturas extremas y olas de calor	Tecnología	Tejido urbano		Ola de calor			2	1	3
Refugios climáticos temporales (Pop-up Heat Relief)	Infraestructura	Tejido urbano		Ola de calor			3	4	5
Jardineras de aguas lluvias (Stormwater Planter)	Solución basada en la naturaleza	Áreas verdes y espacios públicos		Inundación	Sequía	Sistema frontal	4	3	5
Zanjas de infiltración con vegetación (Bioswales)	Solución basada en la naturaleza	Áreas verdes y espacios públicos		Inundación	Sequía	Sistema frontal	4	4	5
Monitoreo de la percepción del riesgo frente a las de calor	Programa			Ola de calor			3	5	5

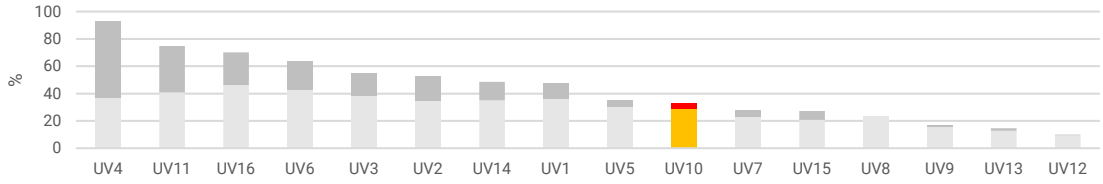
Tabla 30. Perfil de riesgo UV 9. Fuente: elaboración propia.

Unidad Vecinal N°10

UV10

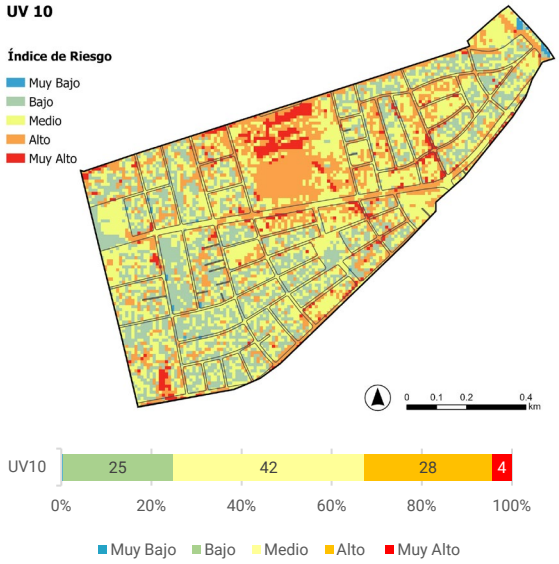
Juntas de vecinos	• Activa: Junta Barrio Plaza Uruguay • Inactivas: Juntas Armonía y Trabajo, Barrio Las Flores
Área	• 95,5 ha
Amenaza muy alta	• 8,3 ha (8,7%)
Exposición muy alta	• 14 ha (14,7%)
Riesgo muy alto	• 4,1 ha (4,3%)



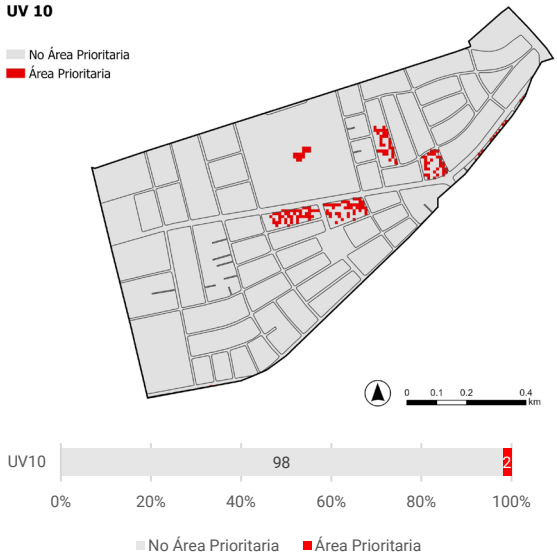


Comparativo: superficie de UV con riesgo **Alto** y **Muy Alto**

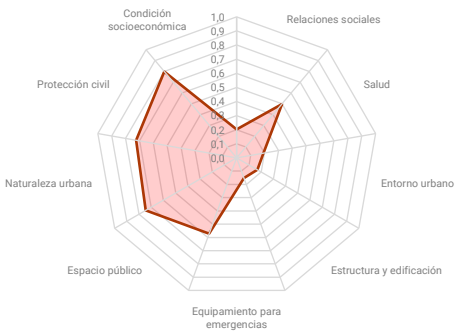
Zonas homogéneas de riesgo



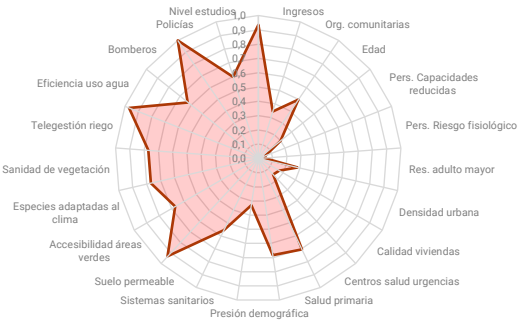
Áreas prioritarias



Vulnerabilidad por dimensión



Vulnerabilidad por componente



Perfil de riesgo

La unidad vecinal N°10 presenta un 28% de su superficie con valores de riesgo Alto, y sólo un 4% de valor Muy Alto, destacando por registrar temperaturas máximas superficiales sobre los 40°C durante eventos de olas de calor.

Los niveles de riesgo Muy alto se concentran alrededor del Colegio San Ignacio del Bosque, influido por la alta presencia de población en edad vulnerable. En este sentido, un aspecto clave de vulnerabilidad es la baja proporción de áreas con buena accesibilidad a provisión de servicios de salud comunal, especialmente en el sector oriente de la UV.

Esta unidad posee en general baja densidad urbana y accesibilidad a áreas verdes (18% de la superficie comunal con acceso). Además, cuenta con una completa cobertura de bebederos públicos, cuatro activaciones del programa jardines sustentables, tres áreas verdes distribuidas en la UV con sistema de Telegestión de riego (Parque Augusto Errázuriz, Plaza La Alcaldesa y Plaza Uruguay). Sin embargo y ligado a su uso residencial, los suelos permeables en esta unidad vecinal sólo representan un 7% del total, lo que puede limitar la capacidad de infiltración durante episodios de precipitación.

Medidas de adaptación recomendadas

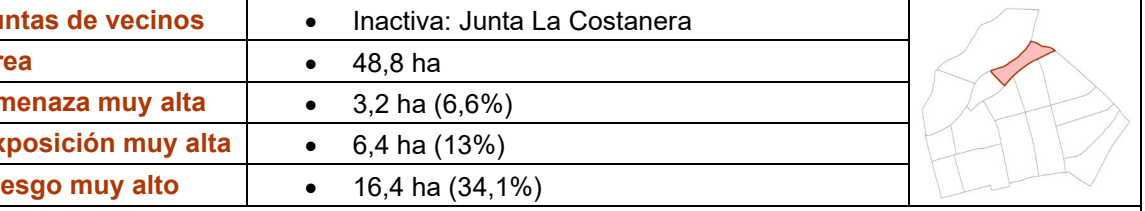
Medida de adaptación	Tipo de medida	Ámbito espacial primario	Ámbito espacial secundario	Amenaza primaria	Amenaza secundaria	Amenaza terciaria	Reducción del riesgo	Costo	Tiempo imp.
Monitoreo de la percepción del riesgo frente a las de calor	Programa			Ola de calor			3	5	5
Sistema de alerta temprana para temperaturas extremas y olas de calor	Tecnología	Tejido urbano		Ola de calor			2	1	3
Jardineras de aguas lluvias (Stormwater Planter)	Solución basada en la naturaleza	Áreas verdes y espacios públicos		Inundación	Sequía	Sistema frontal	4	3	5
Techos verdes (Green Roofs)	Solución basada en la naturaleza	Edificaciones		Inundación	Ola de calor		1	1	4
Paraderos optimizados para el calor	Infraestructura	Tejido urbano		Ola de calor			3	2	4

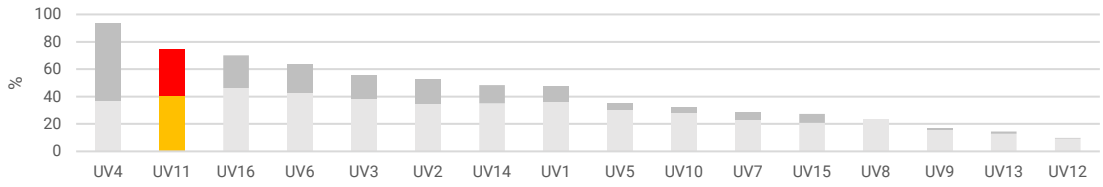
Tabla 31. Perfil de riesgo UV 10. Fuente: elaboración propia.

Unidad Vecinal N°11

UV11

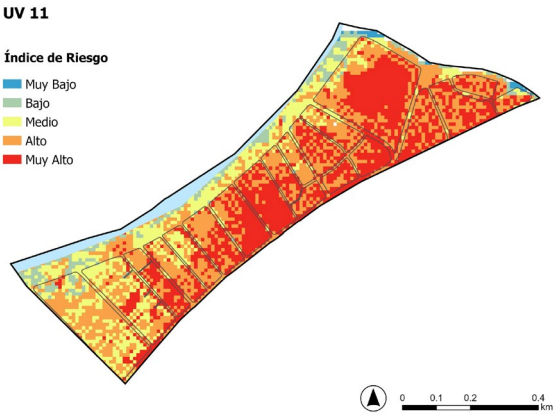
Juntas de vecinos	• Inactiva: Junta La Costanera
Área	• 48,8 ha
Amenaza muy alta	• 3,2 ha (6,6%)
Exposición muy alta	• 6,4 ha (13%)
Riesgo muy alto	• 16,4 ha (34,1%)

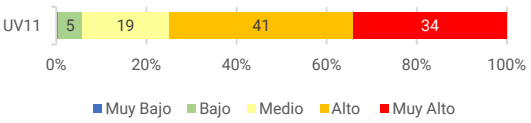




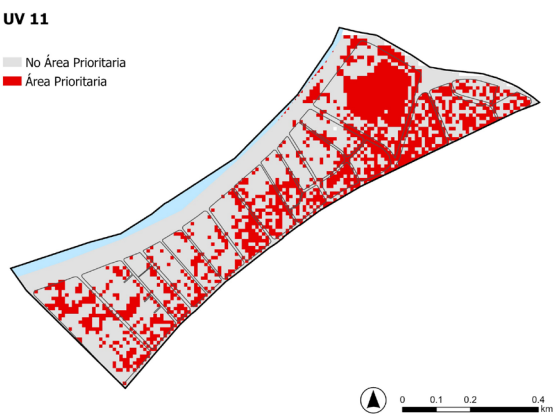
Comparativo: superficie de UV con riesgo **Alto** y **Muy Alto**

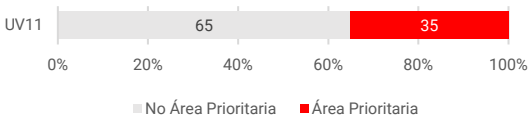
Zonas homogéneas de riesgo



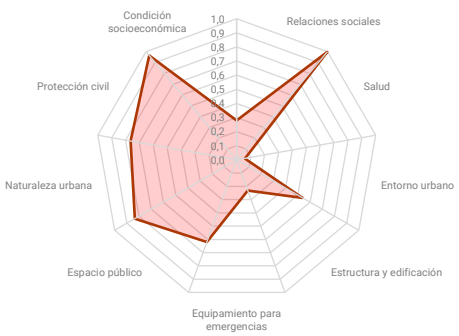


Áreas prioritarias

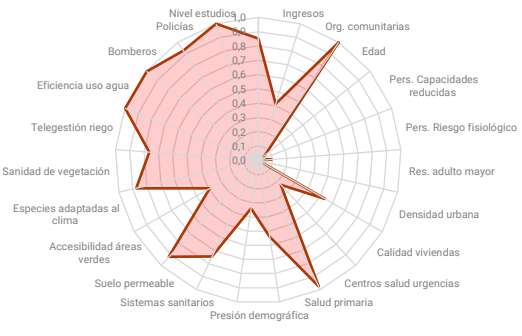




Vulnerabilidad por dimensión



Vulnerabilidad por componente



Perfil de riesgo

La unidad vecinal N°11 es la segunda en la comuna con mayor superficie en riesgo Alto y Muy Alto, con 41% y 24% respectivamente. Esta UV presenta dos puntos críticos de colapso de colectores de aguas lluvia, uno ubicado en Nueva de Lyon y otro en Andrés Bello con Nueva Tobalaba, los que deben ser considerados como foco de gestión ante eventos de precipitación extremos.

La densidad urbana en esta unidad es de las más altas en la comuna, predominante desde La Concepción hasta el Mall Costanera Center y Tajamar. Aspectos de vulnerabilidad son la inactividad de su junta de vecinos y el bajo porcentaje de superficie con suelos permeables (8,2%). Sumado a esto, no se registran sistemas de Telegestión de riego en esta unidad ni activaciones del programa jardines sustentables, lo cual enfatiza la necesidad de mejorar la gestión del recurso hídrico, sobre todo en las áreas verdes colindantes al rio Mapocho.

Pese a lo anterior, esta unidad vecinal presenta una cobertura de bebederos públicos cercana al 80% y la superficie con buena accesibilidad a áreas verdes llega al 21,6% del total, explicado principalmente por la cercanía al Parque Uruguay y otras áreas verdes colindantes a la unidad vecinal, como el Parque de las Esculturas.

Medidas de adaptación recomendadas

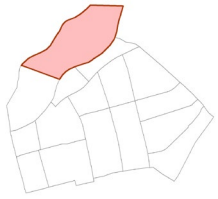
Medida de adaptación	Tipo de medida	Ámbito espacial primario	Ámbito espacial secundario	Amenaza primaria	Amenaza secundaria	Amenaza terciaria	Reducción del riesgo	Costo	Tiempo imp.
Zanjas de infiltración con vegetación (Bioswales)	Solución basada en la naturaleza	Áreas verdes y espacios públicos		Inundación	Sequía	Sistema frontal	4	4	5
Monitoreo del nivel freático y evapotranspiración	Tecnología	Tejido urbano		Sequía			2	1	3
Jardineras de aguas lluvias (Stormwater Planter)	Solución basada en la naturaleza	Áreas verdes y espacios públicos		Inundación	Sequía	Sistema frontal	4	3	5
Pavimentos permeables	Infraestructura	Áreas verdes y espacios públicos	Edificaciones	Inundación	Sequía	Sistema frontal	2	3	5
Recolección de aguas lluvias	Infraestructura	Edificaciones		Sequía	Inundación		3	1	3

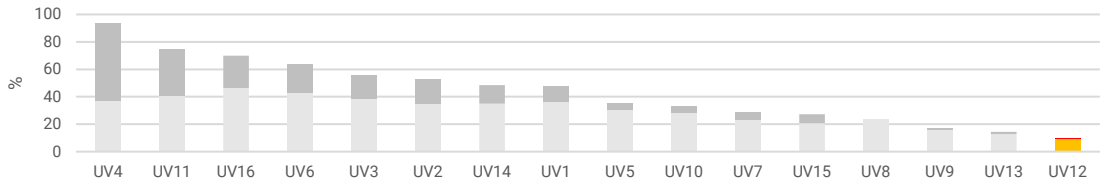
Tabla 32. Perfil de riesgo UV 11. Fuente: elaboración propia.

Unidad Vecinal N°12

UV12

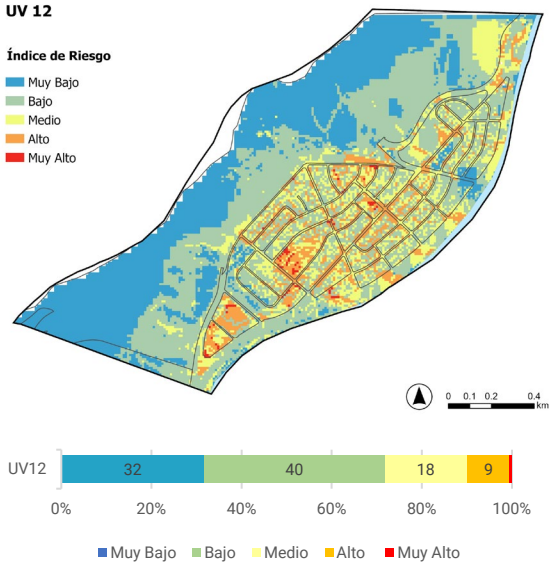
Juntas de vecinos	• Activa: Junta Pedro de Valdivia Norte
Área	• 214,7 ha
Amenaza muy alta	• 13,3 ha (6,5%)
Exposición muy alta	• 0,7 ha (0,3%)
Riesgo muy alto	• 0,9 ha (0,4%)



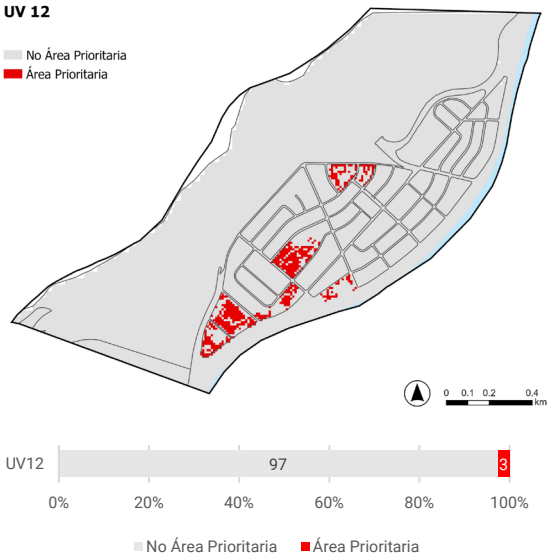


Comparativo: superficie de UV con riesgo **Alto** y **Muy Alto**

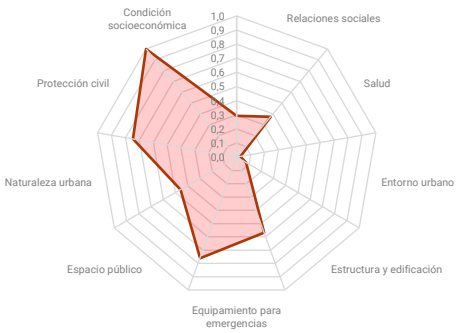
Zonas homogéneas de riesgo



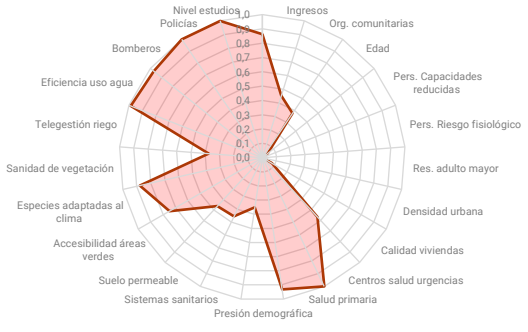
Áreas prioritarias



Vulnerabilidad por dimensión



Vulnerabilidad por componente



Perfil de riesgo

La unidad vecinal N°12 presenta los valores de riesgo más bajos de la comuna, con un 9% de su superficie con valores Altos y sólo un 1% con valores Muy Altos. Esta zona es una de las dos unidades vecinales que registró las mayores temperaturas máximas debido a la gran cantidad de suelo desnudo en el Cerro San Cristóbal, lo que ha aumentado en los últimos años debido al deterioro de la salud de la vegetación producto de la sequía e incendios forestales. La carencia de vegetación puede favorecer la escorrentía superficial durante episodios de precipitación extremos.

En cuanto a la vulnerabilidad, los mayores niveles de densidad urbana que también pueden favorecer la retención del calor se presentan en el sector surponiente, principalmente debido a la presencia de edificación en altura como la Torre Santa María o las dependencias de la Clínica Indisa. Presenta buena accesibilidad a áreas verdes y la cobertura de bebederos públicos al 88,6%. Esta unidad presenta algunas áreas verdes con sistema de Telegestión de riego, como el Parque de las Esculturas, Plaza Los Conquistadores o la Plaza Padre Letelier. Además, la presencia del Parque Metropolitano de Santiago contribuye al 53,6% de superficie con suelos permeables respecto al total de la unidad.

Medidas de adaptación recomendadas

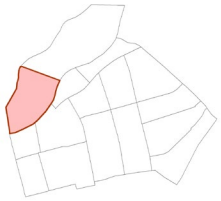
Medida de adaptación	Tipo de medida	Ámbito espacial primario	Ámbito espacial secundario	Amenaza primaria	Amenaza secundaria	Amenaza terciaria	Reducción del riesgo	Costo	Tiempo imp.
Paraderos optimizados para el calor	Infraestructura	Tejido urbano		Ola de calor			3	2	4
Manejo optimizado del riego de áreas verdes por parte de vecinos	Estándar o normativa	Áreas verdes y espacios públicos	Sequía	Ola de calor			4	5	5
Monitoreo de la percepción del riesgo frente a las de calor	Programa			Ola de calor			3	5	5
Directrices para el diseño de proyectos de paisajismo adaptados al cambio climático (Climate-Proof Garden)	Estándar o normativa	Tejido urbano	Áreas verdes y espacios públicos	Sequía	Ola de calor	Inundación	4	5	5
Zanjas de infiltración con vegetación (Bioswales)	Solución basada en la naturaleza	Áreas verdes y espacios públicos		Inundación	Sequía	Sistema frontal	4	4	5

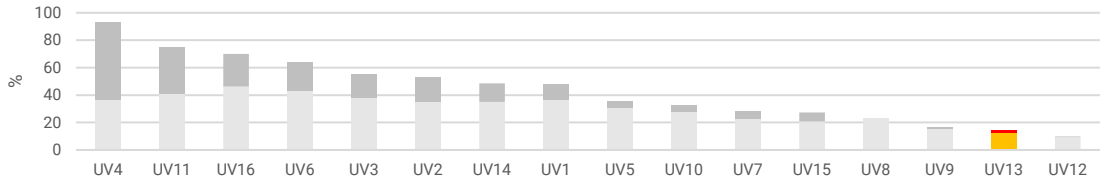
Tabla 33. Perfil de riesgo UV 12. Fuente: elaboración propia.

Unidad Vecinal N°13

UV13

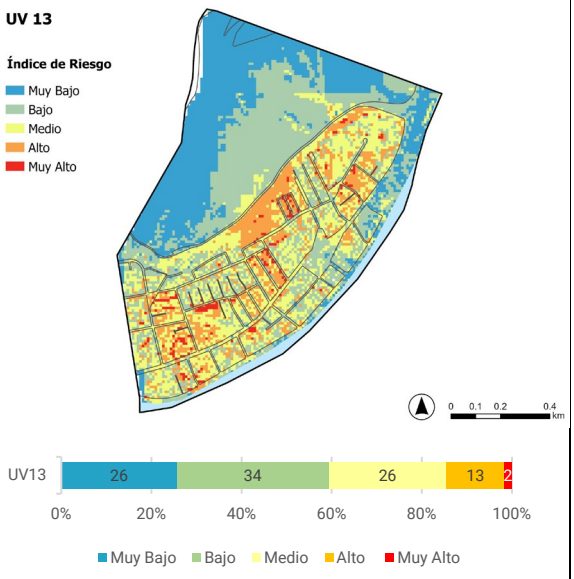
Juntas de vecinos	• Activa: Junta Bellavista
Área	• 120,9 ha
Amenaza muy alta	• 13,7 ha (11,5%)
Exposición muy alta	• 0,4 ha (0,3%)
Riesgo muy alto	• 2 ha (1,7%)





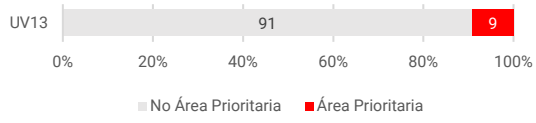
Comparativo: superficie de UV con riesgo **Alto** y **Muy Alto**

Zonas homogéneas de riesgo

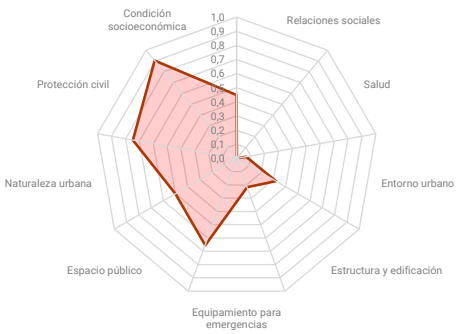


Áreas prioritarias

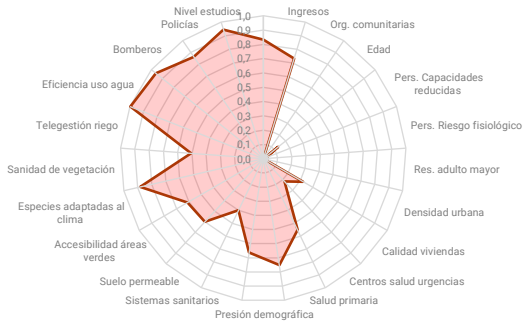




Vulnerabilidad por dimensión



Vulnerabilidad por componente



Perfil de riesgo

La unidad vecinal N°13 es la segunda en la comuna con menor superficie en nivel de riesgo Alto y Muy Alto, con 13% y 2% respectivamente. Esta UV está particularmente expuesta a deslizamientos causados por eventos extremos de precipitación en las cercanías pobladas del cerro San Cristóbal, por lo que la gestión de la escorrentía superficial es clave. Además, es una de las dos unidades vecinales que registró las mayores temperaturas máximas debido a la gran cantidad de suelo desnudo en el Cerro San Cristóbal, lo que ha aumentado en los últimos años debido al deterioro de la salud de la vegetación producto de la sequía e incendios forestales.

Con respecto a la vulnerabilidad, en esta UV aparecen zonas de alta densidad urbana, aunque concentradas cerca de calle Santa María y en relación con los centros educacionales y clínicas presentes en el área. De las cuatro unidades vecinales con mayor número de hogares de ingresos bajos en la comuna, la unidad 13 es la que presenta mayores porcentajes en relación con el total. Además, las zonas aledañas al cerro San Cristóbal y la calle Carlos Reed se encuentran fuera del rango de buena accesibilidad a servicios de salud primaria.

Si bien cuenta con sistema de Telegestión de riego en la Plaza de los Molinos entre Fernando Manterola y Bellavista, existen varias áreas verdes que no cuentan con este sistema. No obstante, un 29,3% de la superficie total de esta unidad vecinal cuenta con buena accesibilidad a áreas verdes, y la cobertura de bebederos públicos es completa. Finalmente, esta UV presenta buenos niveles de permeabilidad, ante lo cual se debe ponderar la presencia del Parque Metropolitano que contribuye al 40% de superficie con suelos permeables respecto al total de la unidad.

Medidas de adaptación recomendadas

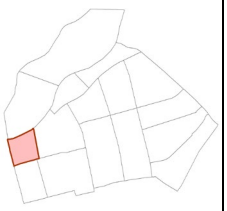
Medida de adaptación	Tipo de medida	Ámbito espacial primario	Ámbito espacial secundario	Amenaza primaria	Amenaza secundaria	Amenaza terciaria	Reducción del riesgo	Costo	Tiempo imp.
Zanjas de infiltración con vegetación (Bioswales)	Solución basada en la naturaleza	Áreas verdes y espacios públicos		Inundación	Sequía	Sistema frontal	4	4	5
Jardineras de aguas lluvias (Stormwater Planter)	Solución basada en la naturaleza	Áreas verdes y espacios públicos		Inundación	Sequía	Sistema frontal	4	3	5
Implementar sistemas de telegestión para riego de áreas verdes	Tecnología	Áreas verdes y espacios públicos		Sequía			2	2	4
Manejo optimizado del riego de áreas verdes por parte de vecinos	Estándar o normativa	Áreas verdes y espacios públicos	Sequía	Ola de calor			4	5	5
Enfriamiento pasivo en edificaciones	Estándar o normativa	Edificaciones		Ola de calor			2	4	4

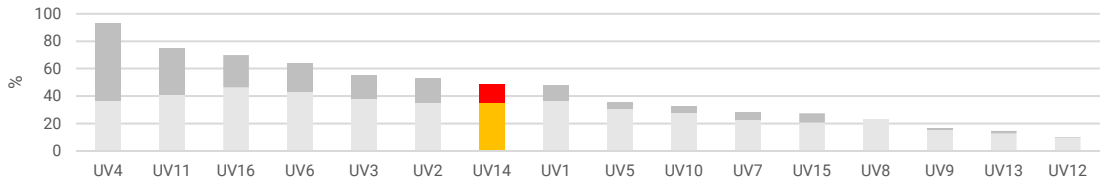
Tabla 34. Perfil de riesgo UV 13. Fuente: elaboración propia.

Unidad Vecinal N°14

UV14

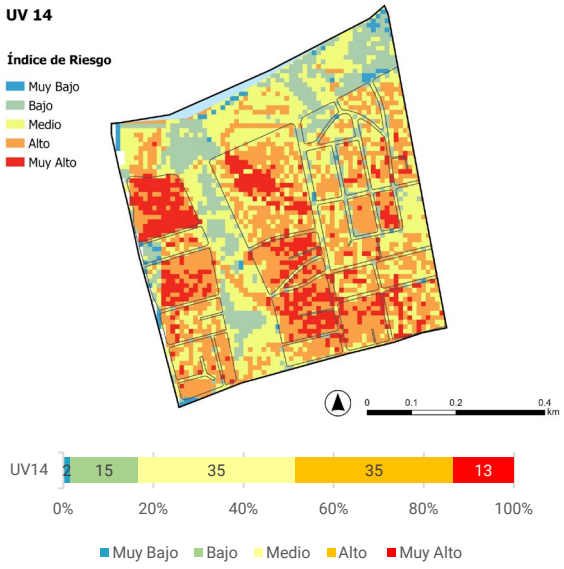
Juntas de vecinos	• Activa: Junta Seminario
Área	• 41,3 ha
Amenaza muy alta	• 5,1 ha (12,5%)
Exposición muy alta	• 22,5 ha (54,4%)
Riesgo muy alto	• 5,5 ha (13,4%)



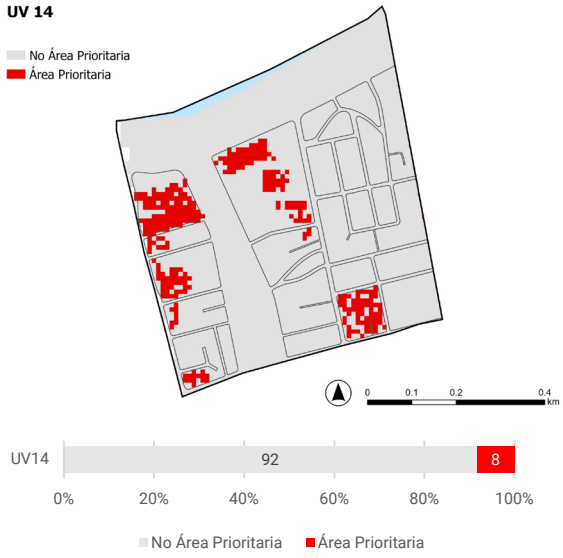


Comparativo: superficie de UV con riesgo **Alto** y **Muy Alto**

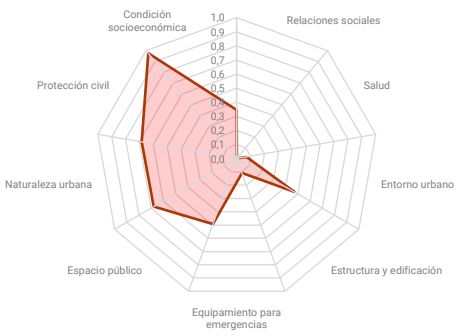
Zonas homogéneas de riesgo



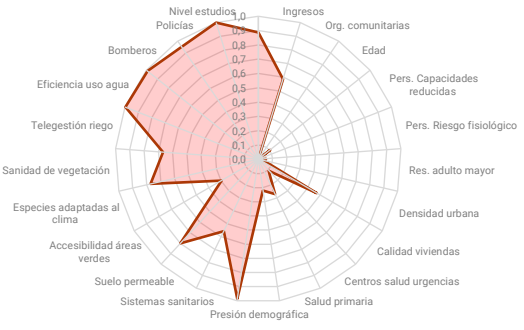
Áreas prioritarias



Vulnerabilidad por dimensión



Vulnerabilidad por componente



Perfil de riesgo

La unidad vecinal N°14 presenta un 35% de su superficie con valores de riesgo Alto y un 13% con valores de riesgo Muy Alto, estos últimos concentrados principalmente en los alrededores del Parque Bustamante, donde además presenta sus valores más altos en densidad urbana, en especial en su extremo norponiente.

La población flotante es considerablemente alta en todo el territorio de esta UV, lo que implica una alta presión demográfica sobre los servicios urbanos. Esta unidad vecinal cuenta con una alta accesibilidad a áreas verdes (44,6%) y mayor permeabilidad del suelo que otras unidades en la comuna, representando un 19,9% del total de su superficie, favoreciendo la sanidad de la vegetación y la infiltración de aguas lluvias. A pesar de la alta disponibilidad de áreas verdes, sólo la plaza José Manuel Barros cuenta con sistema de telegestión del riego para un uso eficiente del agua.

Medidas de adaptación recomendadas

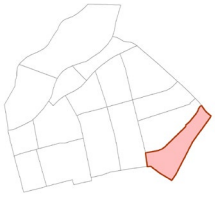
Medida de adaptación	Tipo de medida	Ámbito espacial primario	Ámbito espacial secundario	Amenaza primaria	Amenaza secundaria	Amenaza terciaria	Reducción del riesgo	Costo	Tiempo imp.
Plan de acción para ocupaciones al aire libre durante olas de calor	Programa	Tejido urbano		Ola de calor			3	4	5
Refugios climáticos (Climate Shelters, Cooling Centers)	Infraestructura	Tejido urbano		Ola de calor			4	2	4
Refugios climáticos temporales (Pop-up Heat Relief)	Infraestructura	Tejido urbano		Ola de calor			3	4	5
Programas de concientización para la gestión hídrica domiciliaria	Programa			Sequía			1	4	5
Manejo optimizado del riego de áreas verdes por parte de vecinos	Estándar o normativa	Áreas verdes y espacios públicos	Sequía	Ola de calor			4	5	5

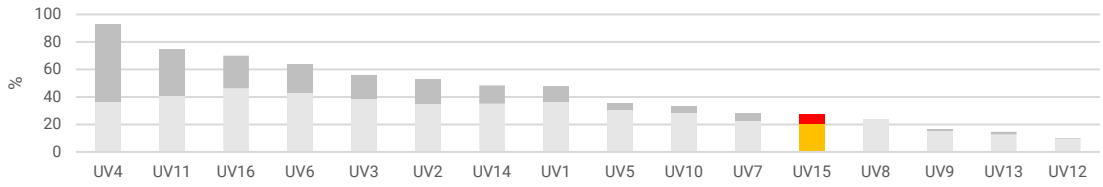
Tabla 35. Perfil de riesgo UV 14. Fuente: elaboración propia.

Unidad Vecinal N°15

UV15

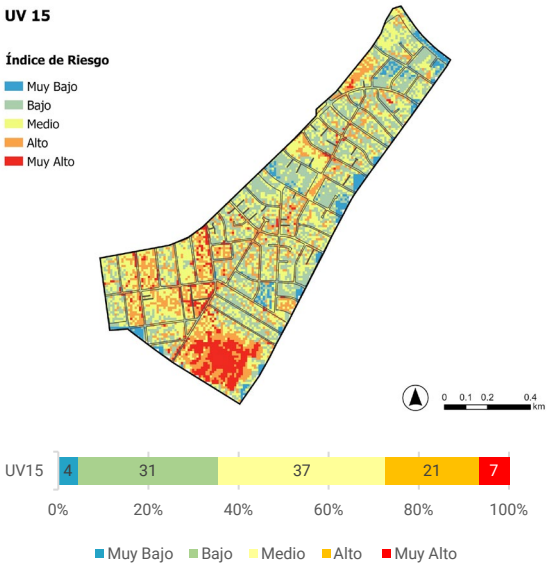
Juntas de vecinos	• Activa: Junta San José
Área	• 94,3 ha
Amenaza muy alta	• 8,7 ha (9,4%)
Exposición muy alta	• 8,5 ha (9%)
Riesgo muy alto	• 6,1 ha (6,6%)



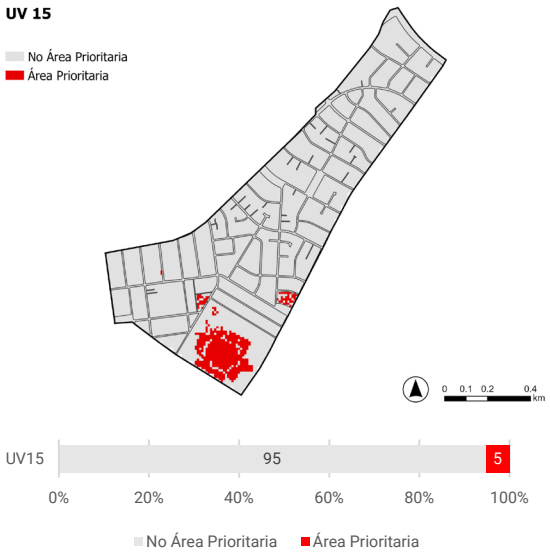


Comparativo: superficie de UV con riesgo **Alto** y **Muy Alto**

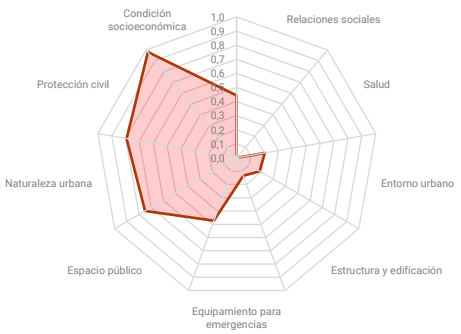
Zonas homogéneas de riesgo



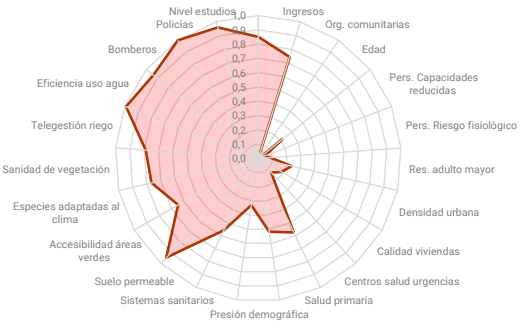
Áreas prioritarias



Vulnerabilidad por dimensión



Vulnerabilidad por componente



Perfil de riesgo

La unidad vecinal N°15 presenta un 21% de su superficie con valores de riesgo Alto y un 7% valores de riesgo Muy Altos, concentrados principalmente en el sector surponiente de esta unidad. Esta UV se encuentra amenazada por eventos de inundaciones por desborde de cauce, sobre todo en el Canal San Carlos sobre el eje Tobalaba. Además, esta unidad registró temperaturas máximas superficiales sobre los 40°C durante eventos de olas de calor.

En cuanto a vulnerabilidad, es una de las cuatro unidades que concentran hogares de ingresos bajos en la comuna, superando el 10% con respecto al total, los que se localizan hacia el surponiente de calle el Bosque. Lo anterior se suma en términos de vulnerabilidad a mayores concentraciones de población en edad vulnerable (menores de 5 años y mayores de 65 años). Además, esta unidad no cuenta con junta de vecinos activa y su densidad urbana es de las más bajas a nivel comunal, en parte influida por la presencia del Campus Oriente de la Universidad Católica y la limitada altura en las áreas residenciales circundantes. Las superficies con buena accesibilidad a áreas verdes no superan el 6,9% del total.

Cuenta con tres áreas verdes con sistema de Telegestión de riego (Plaza Dinamarca, Plaza 18 de y Plaza General Bonilla) y activaciones del programa jardines sustentable en su sección central. Además, posee excelente accesibilidad a bebederos públicos (99%) lo que representa una ventaja durante eventos de olas de calor. Sin embargo, sólo el 5,8% de su superficie cuenta con suelos permeables, lo que limita la capacidad de infiltración de aguas lluvias y puede favorecer la escorrentía superficial durante episodios de precipitación.

Medidas de adaptación recomendadas

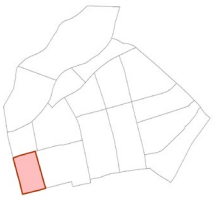
Medida de adaptación	Tipo de medida	Ámbito espacial primario	Ámbito espacial secundario	Amenaza primaria	Amenaza secundaria	Amenaza terciaria	Reducción del riesgo	Costo	Tiempo imp.
Enfriamiento activo en edificaciones	Estándar o normativa	Edificaciones		Ola de calor			3	2	4
Monitoreo del nivel freático y evapotranspiración	Tecnología	Tejido urbano		Sequía			2	1	3
Jardineras de aguas lluvias (Stormwater Planter)	Solución basada en la naturaleza	Áreas verdes y espacios públicos		Inundación	Sequía	Sistema frontal	4	3	5
Monitoreo de la percepción del riesgo frente a las de calor	Programa			Ola de calor			3	5	5
Área mínima de vegetación (AMV) para nuevos desarrollos (Green Area Ratio – GAR)	Estándar o normativa	Edificaciones		Inundación	Sequía	Ola de Calor	2	3	5

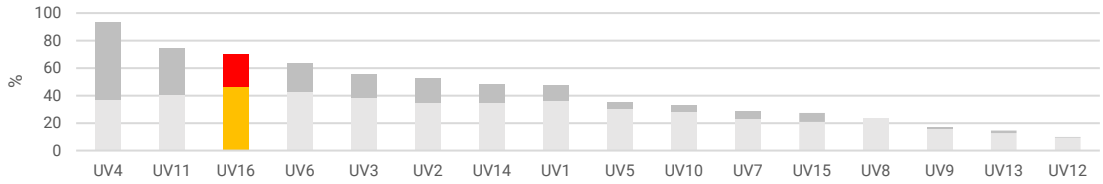
Tabla 36. Perfil de riesgo UV 15. Fuente: elaboración propia.

Unidad Vecinal N°16

UV16

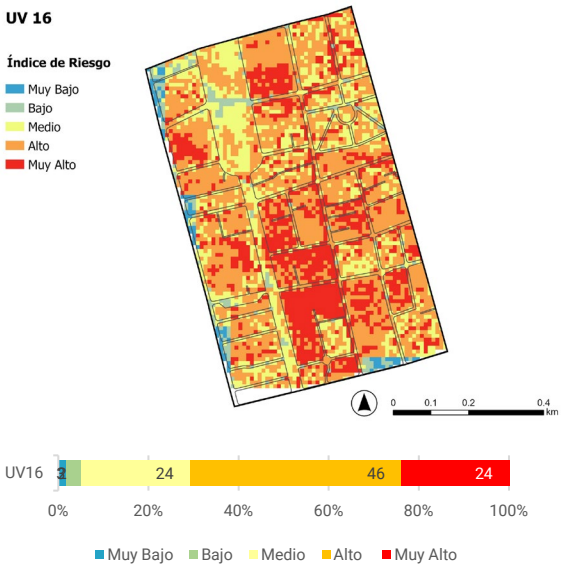
Juntas de vecinos	• Activas: Juntas Parque Bustamante y Claudio Arrau
Área	• 52,5 ha
Amenaza muy alta	• 12,1 ha (23,3%)
Exposición muy alta	• 15,7 ha (29,8%)
Riesgo muy alto	• 12,3 ha (23,6%)



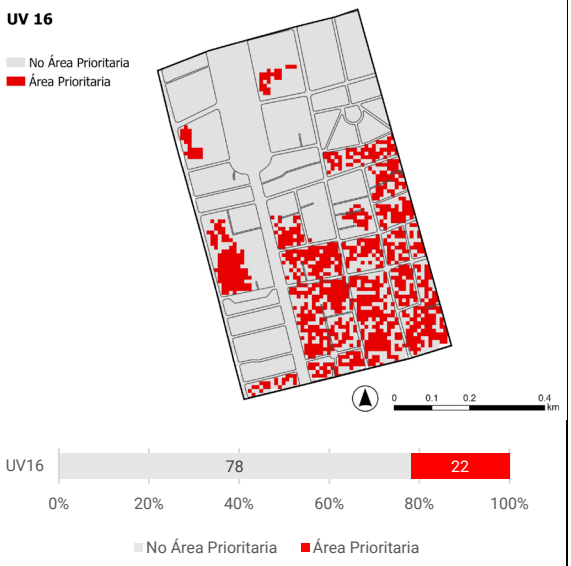


Comparativo: superficie de UV con riesgo **Alto** y **Muy Alto**

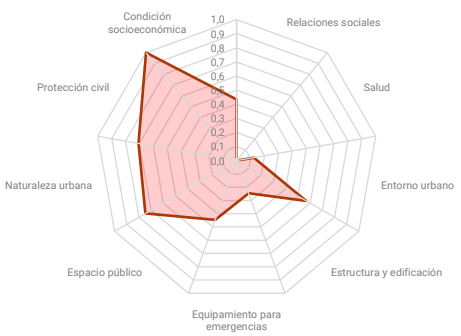
Zonas homogéneas de riesgo



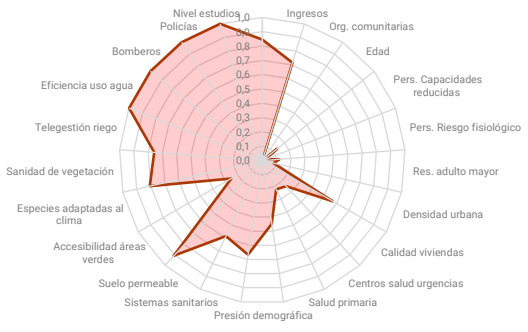
Áreas prioritarias



Vulnerabilidad por dimensión



Vulnerabilidad por componente



Perfil de riesgo

La unidad vecinal N°16 es la tercera a nivel comunal con valores más altos de riesgo. Un 46% de su superficie presenta valores de riesgo Alto y un 24% riesgo Muy Alto. Esta UV se encuentra particularmente amenazada ante eventos de inundaciones por colapso de colectores de aguas lluvias, dada su posición relativamente baja con respecto al territorio comunal y los flujos de escorrentía ante eventos de precipitaciones extremas. Además, esta unidad registró temperaturas máximas superficiales sobre los 40°C durante eventos de olas de calor.

En cuanto a vulnerabilidad, la mayor densidad urbana se localiza entre Vicuña Mackenna y Bustamante y corresponde además a una de las cuatro unidades vecinales de la comuna con mayor porcentaje de hogares de bajos ingresos, los que superan el 10 % hacia el sur de la UV. No presenta sistemas de telegestión de riego y la superficie de suelo permeable no supera el 9,6%. La presencia del Parque Bustamante contribuye al 57,4% de superficie con buena accesibilidad a áreas verdes. Además, esta UV destaca por una excelente cobertura de bebederos públicos del 99,5% y una buena accesibilidad a centros de salud.

Medidas de adaptación recomendadas

Medida de adaptación	Tipo de medida	Ámbito espacial primario	Ámbito espacial secundario	Amenaza primaria	Amenaza secundaria	Amenaza terciaria	Reducción del riesgo	Costo	Tiempo imp.
Recolección de aguas lluvias	Infraestructura	Edificaciones		Sequía	Inundación		3	1	3
Pavimentos permeables	Infraestructura	Áreas verdes y espacios públicos	Edificaciones	Inundación	Sequía	Sistema frontal	2	3	5
Enfriamiento evaporativo mediante fuentes de agua recreativas	Infraestructura	Áreas verdes y espacios públicos		Ola de calor			2	3	4
Planificación de sombras estructurales	Infraestructura	Áreas verdes y espacios públicos		Ola de calor			4	3	5
Enfriamiento pasivo en edificaciones	Estándar o normativa	Edificaciones		Ola de calor			2	4	4

Tabla 37. Perfil de riesgo UV 16. Fuente: elaboración propia.

IV. SIG CON PERFIL DE RIESGO Y MEDIDAS DE ADAPTACIÓN POR UNIDAD VECINAL

1. Estructura del SIG

Tanto el perfil de riesgo por unidad vecinal como las medidas recomendadas para cada una se incorporaron en una base de datos SIG en formato geodatabase (*.gdb) y un respaldo en formato shapefile (*.shp) y tabla (*.dbf). La información del respaldo es la misma que en la geodatabase por lo que en esta sección se describe sólo lo que corresponde a la geodatabase. La información se encuentra disponible en la carpeta SIG de los entregables digitales (ver Anexo 2). La estructura de carpeta es la siguiente:



Figura 102. Estructura de archivos para el perfil de riesgo. Fuente: elaboración propia.

La geotadabase “Perfiles_Riesgos.gdb” contiene los siguientes archivos:

Archivo	Formato / Tipo	Descripción
medidas_adaptacion_uv	Tabla	Tabla con medidas de adaptación recomendadas para cada unidad vecinal.
perfil_riesgo_uv	Feature Class	Archivo vectorial con el perfil de riesgo para cada unidad vecinal.
relate_tabla_medidas	Relationship Class	Regla que relaciona el archivo vectorial del perfil de riesgo vecinales con la tabla con medidas de adaptación.

Tabla 38. Archivos en la geodatabase “Perfiles_Riesgos.ddb”. Fuente: elaboración propia.

2. Campos de atributos

El archivo vectorial “perfil_riesgo_uv” posee 48 campos de información con los que se construyó el perfil de riesgo de cada unidad vecinal. Los campos de atributos se describen en la tabla a continuación:

Campos de atributos	Descripción	Dato
UV	Número de la unidad vecinal.	Numérico (1 a 16)
Area_UV	Área de la UV en hectáreas.	Numérico (ha)
Sup_ries_mb	Superficie en hectáreas de la UV por clase de riesgo “muy bajo”.	Numérico (ha)
Sup_ries_b	Superficie en hectáreas de la UV por clase de riesgo “bajo”.	

Campos de atributos	Descripción	Dato
Sup_ries_m	Superficie en hectáreas de la UV por clase de riesgo “medio”.	
Sup_ries_a	Superficie en hectáreas de la UV por clase de riesgo “alta”.	
Sup_ries_ma	Superficie en hectáreas de la UV por clase de riesgo “muy alta”.	
Pr_ries_mb	% de superficie de la UV por clase de riesgo “muy bajo”.	Porcentaje (%)
Pr_ries_b	% de superficie de la UV por clase de riesgo “bajo”.	
Pr_ries_m	% de superficie de la UV por clase de riesgo “medio”.	
Pr_ries_a	% de superficie de la UV por clase de riesgo “alto”.	
Pr_ries_ma	% de superficie de la UV por clase de riesgo “muy alto”.	
Sup_ap	Superficie en hectáreas de la UV que es “área prioritaria para la gestión del riesgo”.	Numérico (ha)
Pr_ap	% de superficie de la UV que es “área prioritaria para la gestión del riesgo”.	Porcentaje (%)
Sup_amen_a	Superficie en hectáreas de la UV en clase de amenaza “muy alta”.	Numérico (ha)
Pr_amen_a	% de superficie de la UV en clase de amenaza “muy alta”	Porcentaje (%)
Sup_expo_a	Superficie en hectáreas de la UV en clase de exposición “muy alta”.	Numérico (ha)
Pr_expo_a	% de superficie de la UV en clase de exposición “muy alta”	Porcentaje
Comp_vul_1	Componente de vulnerabilidad: Nivel de estudios.	Numérico: Valor normalizado de la vulnerabilidad para cada componente. Los valores son numéricos y van entre 0 y 1. A mayor valor, mayor es la vulnerabilidad.
Comp_vul_2	Componente de vulnerabilidad: Ingresos.	
Comp_vul_3	Componente de vulnerabilidad: Organizaciones comunitarias territoriales.	
Comp_vul_4	Componente de vulnerabilidad: Edad.	
Comp_vul_5	Componente de vulnerabilidad: Personas con capacidades reducidas.	
Comp_vul_6	Componente de vulnerabilidad: Personas con factores de riesgo fisiológico.	
Comp_vul_7	Componente de vulnerabilidad: Residencias de adulto mayor.	
Comp_vul_8	Componente de vulnerabilidad: Densidad urbana.	
Comp_vul_9	Componente de vulnerabilidad: Calidad de viviendas.	
Comp_vul_10	Componente de vulnerabilidad: Centros de salud con sala de urgencias.	
Comp_vul_11	Componente de vulnerabilidad: Salud primaria	
Comp_vul_12	Componente de vulnerabilidad: Presión demográfica.	
Comp_vul_13	Componente de vulnerabilidad: Sistemas sanitarios.	
Comp_vul_14	Componente de vulnerabilidad: Suelo permeable.	
Comp_vul_15	Componente de vulnerabilidad: Accesibilidad áreas verdes.	
Comp_vul_16	Componente de vulnerabilidad: Especies adaptadas al clima.	
Comp_vul_17	Componente de vulnerabilidad: Sanidad de la vegetación	
Comp_vul_18	Componente de vulnerabilidad: Telegestión del riego.	

Campos de atributos	Descripción	Dato
Comp_vul_19	Componente de vulnerabilidad: Eficiencia en el uso del agua.	
Comp_vul_20	Componente de vulnerabilidad: Bomberos.	
Comp_vul_21	Componente de vulnerabilidad: Policías	
Dim_vul_1	Dimensión de vulnerabilidad: Condición socioeconómica.	Numérico: Valor normalizado de la vulnerabilidad para cada dimensión. Los valores son numéricos y van entre 0 y 1. A mayor valor, mayor es la vulnerabilidad.
Dim_vul_2	Dimensión de vulnerabilidad: Relaciones sociales.	
Dim_vul_3	Dimensión de vulnerabilidad: Salud.	
Dim_vul_4	Dimensión de vulnerabilidad: Entorno urbano.	
Dim_vul_5	Dimensión de vulnerabilidad: Estructura y edificación.	
Dim_vul_6	Dimensión de vulnerabilidad: Equipamiento para emergencias.	
Dim_vul_7	Dimensión de vulnerabilidad: Espacio público.	
Dim_vul_8	Dimensión de vulnerabilidad: Naturaleza urbana.	
Dim_vul_9	Dimensión de vulnerabilidad: Protección civil.	

Tabla 39. Campos de atributos del archivo vectorial con el perfil de riesgo de las unidades vecinales. Fuente: elaboración propia.

El archivo tabular (tabla) “medidas_adaptacion_uv” con las medidas de adaptación recomendadas para cada unidad vecinal posee 11 campos de atributos, los que se detallan a continuación:

Campos de atributos	Descripción	Dato
UV	Número de la unidad vecinal.	Numérico (1 a 16)
Medida	Nombre de la medida de adaptación.	Nominal
Tipo	Individualiza la tipología de la medida.	Nominal: • Solución Basada en la Naturaleza • Programa • Infraestructura • Tecnología • Estándar o Normativa
Amb_esp_1	Ámbito espacial de aplicación primario.	Nominal: • Edificaciones • Áreas verdes y espacios públicos • Tejido urbano
Amb_esp_2	Ámbito espacial de aplicación secundario.	
Amenaza_1	Amenaza primaria.	Nominal: • Inundación • Ola de calor • Sistema frontal • Sequía
Amenaza_2	Amenaza secundaria.	
Amenaza_3	Amenaza terciaria.	
Red_riesgo	Evaluación de la reducción del riesgo.	Numérico:
Costo	Evaluación del costo.	

Campos de atributos	Descripción	Dato
Tiempo_imp	Evaluación del tiempo de implementación.	Puntaje que va de 1 a 5 en donde a mayor valor, mejor la evaluación en cada parámetro.

Tabla 40. Campos de atributos de la tabla con medidas de adaptación recomendadas por UV. Fuente: elaboración propia.

3. Operatividad

Tanto la geodatabase como el shapefile pueden ser desplegados en software SIG como ArcMap y ArcGIS Pro. El archivo se visualiza en la proyección “SIRGAS-Chile_UTM_Zone_19S” y como se observa en la imagen corresponde a la geometría de las Unidades Vecinales de la comuna de Providencia. En el ejemplo se puede observar una de las unidades vecinales (UV6) seleccionada y en el recuadro se aprecian los campos de atributos y sus valores.

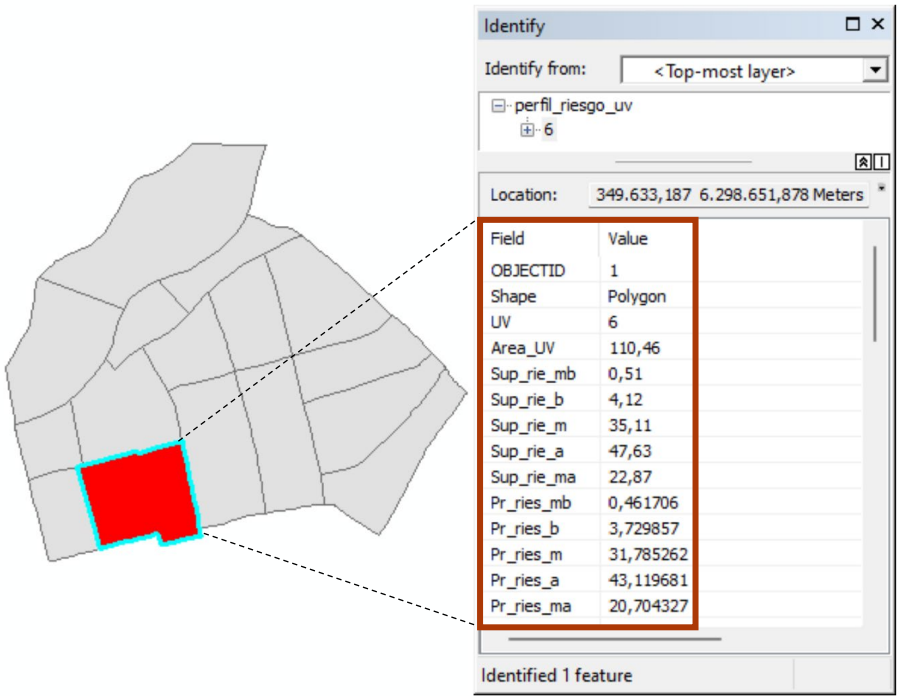


Figura 103. Visualización del archivo vectorial “perfil_riesgo_uv”. Fuente: elaboración propia.

La geodatabase permite generar relaciones entre objetos y tablas mediante reglas denominadas “Relationship Class” (clase de relación). Las clases de relación permiten explorar información adicional en un objeto vectorial al relacionarlo con otra tabla. La clase de relación se designa con el siguiente ícono en la geodatabase:

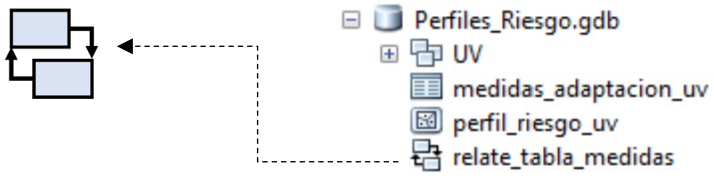


Figura 104. Ícono para una clase de relación. Fuente: elaboración propia.

Las relaciones pueden ser de uno-a-uno, es decir cada objeto vectorial y una fila en otra tabla, o relaciones más complejas de uno-a-varios (o varios-a-varios) entre un objeto vectorial y varias filas en otra tabla. Esta regla está embebida en la lógica interna de la geodatabase y no se perderá en la medida que no se eliminen los archivos que la componen.

En este caso se relacionó el archivo vectorial del perfil de riesgo por unidad vecinal (objetos) con la tabla que contiene las medidas de adaptación recomendadas, también, por unidad vecinal. Dado que se recomendaron cinco medidas de adaptación por unidad vecinal, esta es una relación de una-a-varios, es decir, cada unidad vecinal está relacionada con cinco filas, cada una correspondiente a una medida de adaptación y con campos de atributos asociados a esa medida.

Siguiendo con el ejemplo anterior (UV6), la figura ejemplifica la clase de relación existente en la geodatabase. Se observa la relación uno-a-varios, al relacionar la UV6 con cinco medidas de adaptación en la tabla relacionada. Esta operación puede ser realizada seleccionado una de las unidades vecinales en el archivo “perfil_riesgo_uv” y luego accionando (click) el ícono de clase de relación. Esta operación abrirá la tabla relacionada como se aprecia en la figura abajo. Así, esta geodatabase permite explorar en paralelo los campos del perfil de riesgo y las medidas de adaptación.

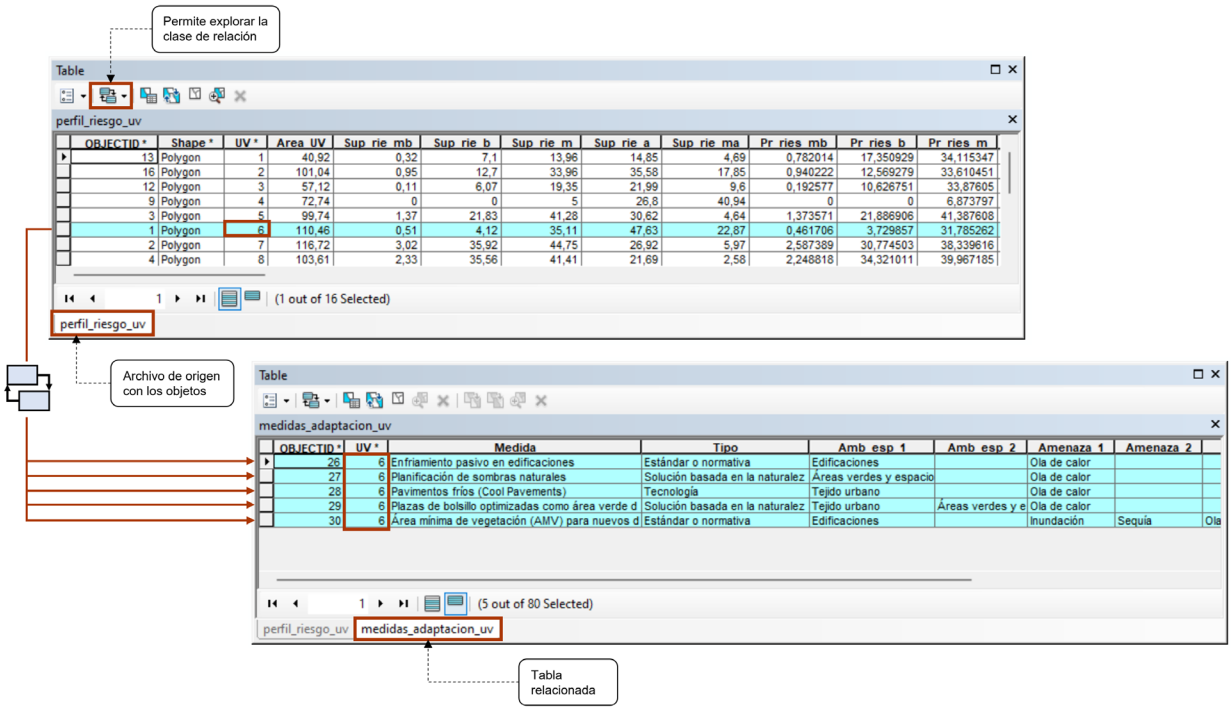


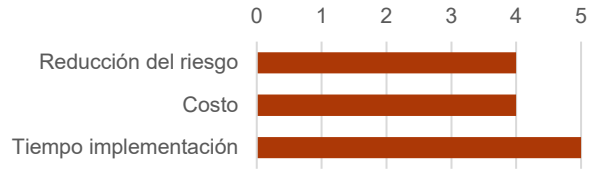
Figura 105. Clase de relación para explorar medidas de adaptación de unidades vecinales. Fuente: elaboración propia.

ANEXO 1. FICHAS CON MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

Zanjas de infiltración con vegetación (Bioswales) — 01

Amenazas	
Tipo	SBN
Ámbito espacial	AV/EP

Evaluación



Descripción

Zanjas o canales de drenaje que retienen, infiltran y filtran la escorrentía superficial producto de las aguas lluvia desde las calles y la conducen a baja velocidad. Posee una ligera pendiente, una capa de vegetación, sustrato de material poroso y una tubería que conecta con los sistemas de drenaje de aguas lluvias. Estos deben priorizarse en zonas bajas o potencialmente inundables. Se localizan a lo largo de calles y veredas, preferentemente de zonas residenciales.



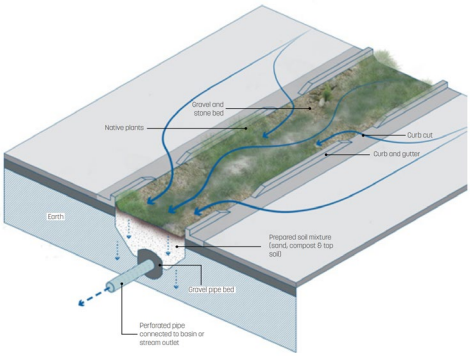


Figura 106. (izq) Bioswale en calle. Fuente: Mark M. Holeman Inc.
Figura 107. (der) Esquema isométrico de un Biowsale. Fuente: Sponge Collaborative.

Criterios de factibilidad y/o diseño

- Pendiente máxima 4-5%.
- Profundidad mínima del nivel freático 60 cm.
- Si el suelo es arcilloso, este debe enmendarse para mejorar su permeabilidad.
- Área de drenaje máxima de 1 ha.
- Localizados en avenidas, calles y estacionamientos.
- Diseñados para tormentas de 2 y 10 años de 24 horas.

Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Regulación de inundaciones pluviales. • Regulación de contaminantes en el suelo. • Regulación de los efectos de la sequía. • Promoción de la biodiversidad.	• Reducen entre un 10-20% de la escorrentía urbana. • Permite filtrar contaminantes en el agua mediante bioprocesos (70% sólidos suspendidos, 10-90% nitrógeno, 20-90% fósforo). • Reducen el costo de infraestructura de aguas lluvias. • Mejoran el entorno urbano al incorporar elementos de paisajismo. • Recargan las aguas subterráneas. • Generan hábitat para la biodiversidad.	• Porcentaje del total de metros lineales de calle o veredas priorizadas para la construcción de Bioswales con proyectos implementados.

Jardines de bioretención o jardines de lluvia (Bioretention, Raingardens)

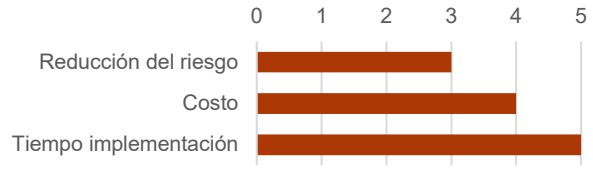
02

Amenazas

Tipo SBN

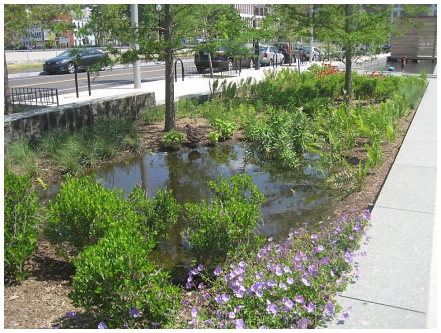
Ámbito espacial AV/EP ED

Evaluación



Descripción

Sistema de infiltración de agua que recoge, acumula y filtra volúmenes pequeños de aguas lluvias desde suelos impermeables en general. Destacan por la remoción de contaminantes mediante procesos de bio/fito remediación. Consiste en una depresión topográfica poco profunda (15-20 cm) donde se acumula el agua, sustrato de material poroso, mulch, vegetación usualmente perenne y un mecanismo de rebalse. En el subsuelo se dispone una tubería que conecta con los sistemas de drenaje de aguas lluvias o que permite la infiltración. Dependiendo de la ubicación, se incorpora una zona de pretratamiento (franja filtrante) como trampa de sedimentos o separación de grasas y aceites.



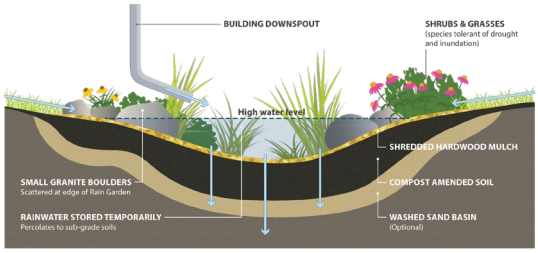


Figura 108. (izq) Jardín de lluvia en el espacio público. Fuente: Earthwatch.
Figura 109. (der) Corte esquemático de jardín de lluvia. Fuente: Toronto and Region Conservation Authority.

Criterios de factibilidad y/o diseño

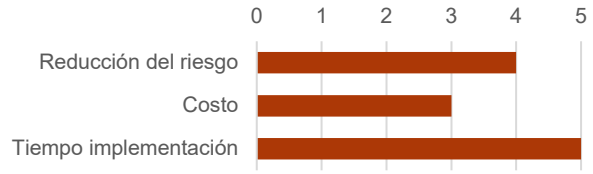
- Terrenos relativamente planos.
- Profundidad mínima del nivel freático 60 cm.
- Si el suelo es arcilloso, este debe enmendarse para mejorar su permeabilidad.
- Tamaño debe ser entre 5-7% del área de drenaje.
- Áreas libres de proliferación de raíces de árboles y arbustos.
- Ubicación en torno a viviendas, estacionamientos y espacios residuales.

Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Regulación de inundaciones pluviales. • Regulación de contaminantes en el suelo. • Regulación de los efectos de la sequía. • Promoción de la biodiversidad.	• Remueven sedimento (90%) nitrógeno (30-50%), fósforo (30-90%) y metales (40-90%). • Reducen el costo de infraestructura de aguas lluvias. • Mejoran el entorno urbano al incorporar elementos de paisajismo. • Recargan las aguas subterráneas. • Generan hábitat para la biodiversidad.	• Número de edificios de vivienda o viviendas unifamiliares con jardines de lluvia. • Número de espacios públicos con jardines de lluvia.

Jardineras de aguas lluvias (Stormwater Planters) 03

Amenazas	
Tipo	SBN
Ámbito espacial	AV/EP

Evaluación



Descripción

Jardineras que utilizan vegetación para captar escorrentía urbana, infiltrarla, filtrarla y dirigirla hacia los sistemas de drenaje. Destacan por la remoción de contaminantes mediante procesos de bio/fito remediación. Se localizan entre la vereda y la calle y su diseño puede acomodar variaciones dependiendo de las características del espacio. Están compuestas por aperturas para el ingreso del agua, zona de pretratamiento (sedimentos, grasas, aceites), área de acumulación de agua, rebalse, sustrato poroso, vegetación y una tubería de drenaje subterránea que conecta con sistemas de drenaje o que permite la infiltración.



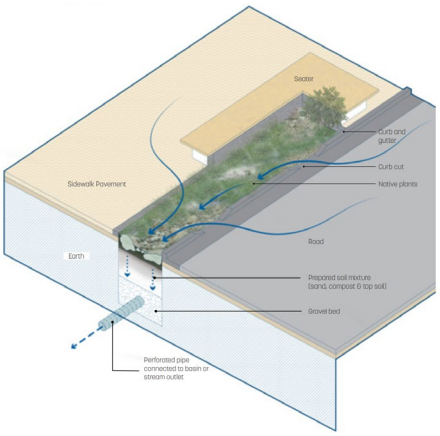


Figura 110. (izq) Stormwater Planter en Portland, EEUU. Fuente: Portland.gov.
Figura 111. (der) Esquema isométrico de un Stormwater Planter. Fuente: Sponge Collaborative.

Criterios de factibilidad y/o diseño

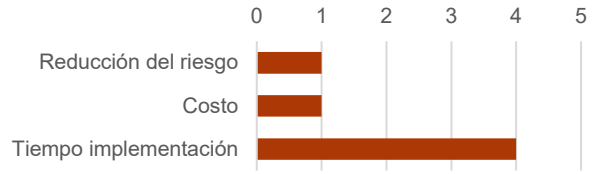
- Pendiente máxima del 15%.
- Profundidad mínima del nivel freático 120 cm.
- Si el suelo es arcilloso, este debe enmendarse para mejorar su permeabilidad.
- Adyacentes a edificios, en veredas amplias y estacionamientos.

Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Regulación de inundaciones pluviales. • Regulación de contaminantes en el suelo. • Regulación de los efectos de la sequía. • Promoción de la biodiversidad.	• Reducen la escorrentía urbana. • Reducen el costo de infraestructura de aguas lluvias. • Mejoran el entorno urbano al incorporar elementos de paisajismo. • Generan un *buffer* entre calle y vereda. • Recargan las aguas subterráneas. • Generan hábitat para la biodiversidad.	• Porcentaje del total de metros lineales de zonas priorizadas para la construcción de Stormwater Planters con proyectos implementados.

Techos verdes (Green Roofs) 04

Amenazas	
Tipo	SBN
Ámbito espacial	ED

Evaluación



Descripción

Techo de un edificio que está total o parcialmente cubierto de vegetación, con un sustrato de crecimiento y una membrana impermeable. Permiten captar aguas lluvias y reducir la escorrentía urbana (mediante la evaporación y evapotranspiración), reducir las temperaturas localmente y generan espacios de esparcimiento adicionales. Se reconocen dos tipos: extensivos e intensivos. Los primeros tienen un sustrato delgado, requieren una mantención mínima y no son accesibles, mientras que los segundos requieren mayor mantención (irrigación, manejo), pero permiten una mayor diversidad de plantas y son transitables. Los techos verdes no son apropiados para la infiltración de aguas lluvias, puesto que tienden a concentrar nutrientes como fósforo, por lo que el exceso de agua debe dirigirse hacia los sistemas de drenaje y posterior tratamiento.



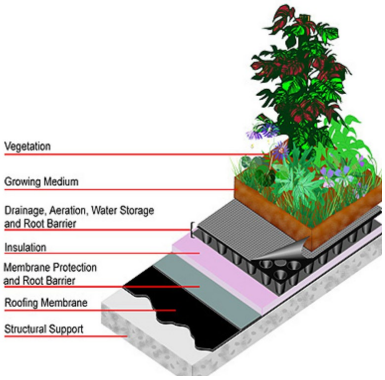


Figura 112. (izq) Techo verde en New York. Fuente: The Nature Conservancy.
Figura 113. (der) Componentes de un techo intensivo. Fuente: Greenroofs.com

Criterios de factibilidad y/o diseño

- En zonas de sequía y escasez hídrica, sólo considerarlos en la medida que su irrigación pueda realizarse con aguas grises recicladas.
- Techos extensivos pueden tener pendiente (30% máx.). Techos intensivos deben ser planos con leve pendiente.
- El techo debe tener integridad estructural.

Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Regulación de inundaciones pluviales. • Regulación del calor urbano. • Promoción de la biodiversidad.	• Reducen la escorrentía urbana (capturan 50-90% del agua que escurre de un techo convencional) • Reducen temperaturas y efecto isla de calor. • Funcionan como aislante térmico, reduciendo las necesidades de climatización. • Generan hábitat para la biodiversidad. • Generan nuevos espacios de esparcimiento.	• Número de nuevos edificios de vivienda con techos verdes. • Número de edificios municipales con techos verdes.

Área mínima de vegetación (AMV) para nuevos desarrollos (Green Area Ratio – GAR)

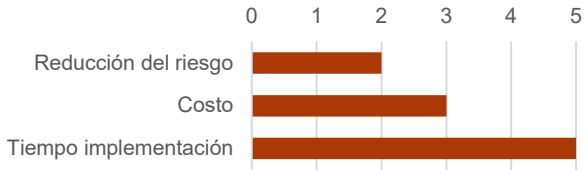
05

Amenazas

Tipo E/N

Ámbito espacial ED

Evaluación



Descripción

Requerimiento normativo que exige un porcentaje mínimo de zonas de zonas de vegetación y suelos permeables (elementos de paisaje) dentro del terreno en nuevos desarrollos de vivienda, oficina y/o comerciales. Normativamente, el AMV se puede conceptualizar como un factor que es una razón entre los elementos de paisaje y el área del terreno. Provee beneficios múltiples como reducir la escorrentía superficial, reducir el efecto isla de calor, mejorar habitabilidad y el entorno urbano.

$$\boldsymbol{AMV} = \frac{EP\ 1\ (x\ multiplicador) + EP\ 2\ (x\ multiplicador)\ \ldots}{Área\ de\ terreno}$$

EP: elemento de paisaje

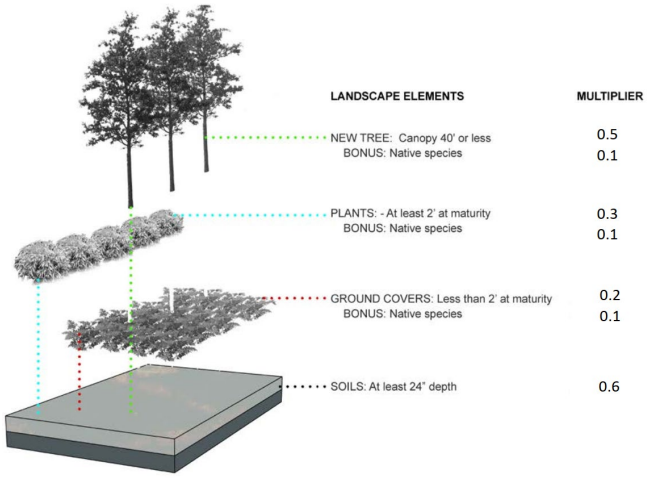


Figura 114. (izq) Fórmula para cálculo de AMV.
Figura 115. (der) Ejemplo de cálculo de AMV con multiplicadores. Fuente: DC.gov.

Criterios de factibilidad y/o diseño

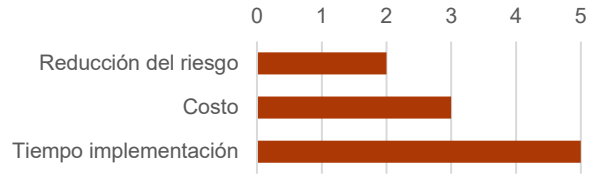
- Diferenciación del estándar por uso de suelo utilizando criterios como tamaño de predio, coeficiente de ocupación de suelo número de viviendas, cantidad de estacionamientos, entre otros.
- Establecer condiciones para tipos de área verde en cuanto a: profundidad mínima del suelo, tiempos de establecimiento de la vegetación, tipo y características de la vegetación al momento de plantarse.
- Para el cálculo del AMV considerar: (1) equivalentes de área según diámetros de tronco en el caso de árboles y superficie planar para arbustos, gramíneas y herbáceas, (2) un máximo del AMV que puede ser pavimento permeable (no más de 1/3 para mantener las características de área verde) y (3) multiplicadores (factores) según tipos de elementos de paisaje.

Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Regulación de inundaciones pluviales. • Regulación de los efectos de la sequía. • Regulación del calor urbano. • Promoción de la biodiversidad.	• Reduce la escorrentía urbana. • Reduce temperaturas y efecto isla de calor. • Genera hábitat para la biodiversidad.	• Número de nuevos desarrollos que cumplen con estándar de AMV.

Pavimentos permeables

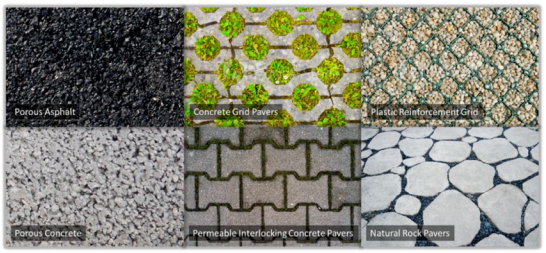
06

Amenazas		**Evaluación**
Tipo	IF	
Ámbito espacial	AV/EP ED	



Descripción

Pavimentos con un mayor contenido de aire, cuya porosidad permite la infiltración de aguas lluvias y escorrentía superficial. Incluye soluciones continuas como asfaltos y concreto y soluciones celulares como empedrados, bloques y reticulados (p. ej: adocésped). Poseen tres componentes: superficie permeable, almacenamiento (áridos gruesos), geotextil y descarga (drenaje natural o por medio de tubería perforada). Pueden ser utilizados en zonas de estacionamiento, accesos vehiculares, veredas, ciclovías, y explanadas en plazas y parques.



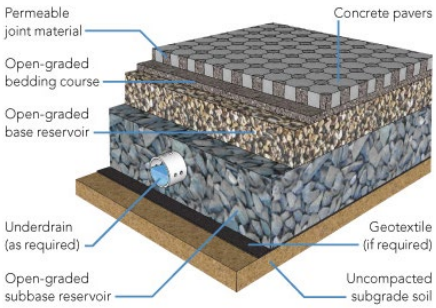


Figura 116. (izq) Distintos tipos de pavimentos permeables. Fuente: Sprouse et. Al. (2020).
Figura 117. (der) Corte de un sistema de pavimento permeable. Fuente: Caltrans.

Criterios de factibilidad y/o diseño

- Permeabilidad mínima del suelo de 0,5 cm/hora.
- Pendientes suaves de no más de 5%.
- Profundidad mínima del nivel freático 90 cm.
- Evitar en lugares con roca madre superficial o suelos compactados.
- Evitar en lugares con altas solicitaciones (cargas).
- Evitar pavimentos permeables en zonas con alta concentración de contaminantes (carga combustible, lavado de autos, mercados, talleres mecánicos) y sedimentos.

Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Regulación de inundaciones pluviales. • Regulación de los efectos de la sequía.	• Reducen la escorrentía urbana. • Recargan aguas subterráneas (infiltran 70-80% de la lluvia anual) • Reducen la carga de contaminantes (80-95% de los sólidos suspendidos, 65% fósforo, 80-85% nitrógeno) • Reducen necesidad de mantenimiento. • Reducen la necesidad de sistema de drenaje tradicionales. • Mejoramiento estético del entorno urbano.	• Porcentaje de superficie de manzana con pavimentos permeables. • Número de plazas o parques con pavimentos permeables. • Número de nuevos desarrollos con 25, 50 o 100% de sus superficies duras expuestas con pavimentos permeables.

Sistemas de infiltración subterránea

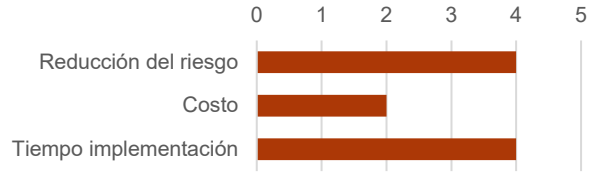
07

Amenazas

Tipo IF

Ámbito espacial TU

Evaluación



Descripción

Sistema de infiltración de aguas lluvias que almacena temporalmente la escorrentía urbana bajo el suelo en un estructura resistente y porosa, para luego infiltrarla lentamente. Pude ser localizada bajo zonas de tráfico y solicitación estructural como veredas y calles, facilitando la infiltración de agua hacia los sistemas radiculares de los árboles y la napa subterránea. Existen diversos tipos como zanjas (lineales), pozos (puntual), cámaras (estructuras en serie de plástico o concreto) y tuberías perforadas (lineal). Están conformadas por una apertura para el ingreso de agua, pretratamiento (sedimento, aceites/grasas), estructura de acumulación, geotextil y un rebalse conectado a los sistemas de drenaje.

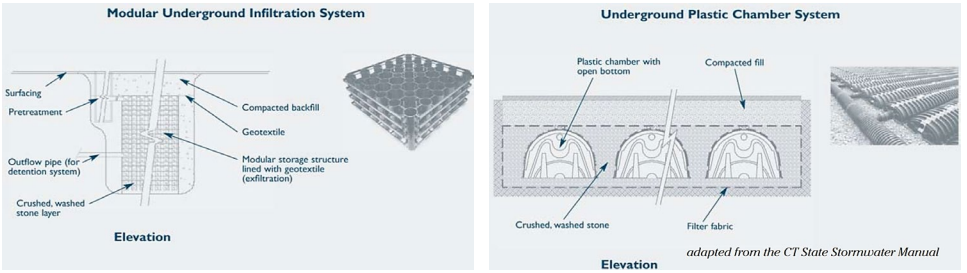




Figura 118. (sup) Dos tipos de infiltración subterránea. Fuente: MA Stormwater Handbook.
Figura 119. (inf) Ejemplo de infiltración subterránea tipo tubería perforada. Fuente: Caltrans.

Criterios de factibilidad y/o diseño

- Pueden estar localizados en zonas de tráfico.
- Área de drenaje máxima de 1 ha.
- Deben instalarse sobre suelos permeables y donde la napa subterránea está por debajo de las estructuras (90+ cm).
- Considerar pretratamiento, al menos que la escorrentía esté libre de sedimentos

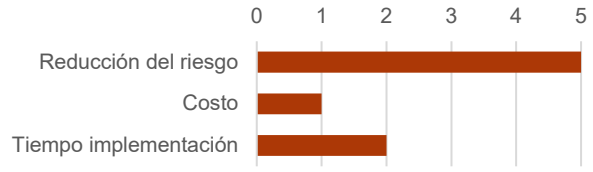
Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Regulación de inundaciones pluviales. • Regulación de los efectos de la sequía.	• Reducen la escorrentía urbana. • Recargan las aguas subterráneas. • Reducen la carga de contaminantes (80% de los sólidos suspendidos). • Reducen necesidad de mantenimiento. • Reducen la necesidad de sistemas de drenaje tradicionales.	• Número de espacios públicos con sistemas de infiltración subterránea.

Renaturalización de ribera y lecho de río

08

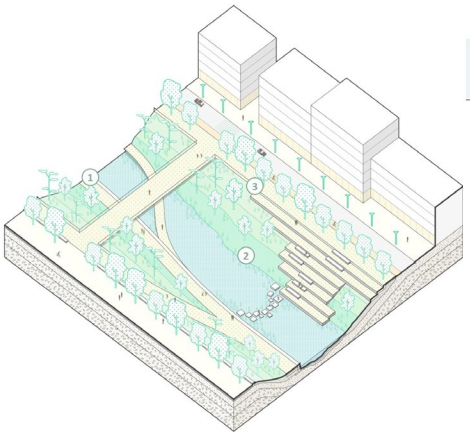
Amenazas	
Tipo	SBN
Ámbito espacial	TU AV/EP

Evaluación



Descripción

La estructura natural de los ríos, incluyendo meandros, piedras, sedimentos, vegetación y planicie de inundación, permite resguardar funciones ecológicas clave y, con ello, otorgar servicios ecosistémicos importantes para la población como la regulación de inundaciones y refugio para la biodiversidad. El objetivo es rehabilitar, restaurar y mejorar la estructura y dinámicas hidrológicas y ecológicas del río, considerando las limitaciones de espacio de los ríos urbanos. Es también una oportunidad de habilitar la ribera como espacio público recreacional y paisajístico para los habitantes.



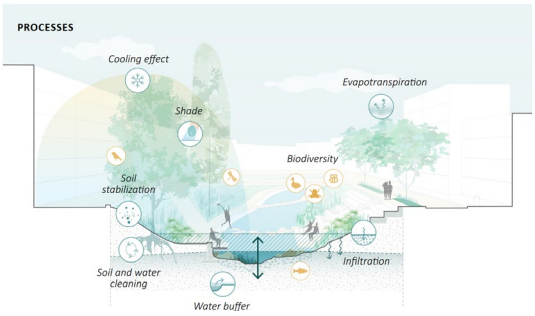


Figura 120. (izq) Esquema programático de una renaturalización. Fuente: GFDRR, World Bank.
Figura 121. (inf) Servicios y beneficios de la renaturalización. Fuente: GFDRR, World Bank.

Criterios de factibilidad y/o diseño

- Se deben modificar los cuerpos legales para intervenir la caja del río.
- Antes de la renaturalización asegurar una categoría de protección como, por ejemplo, la de Humedal Urbano.
- Utilizar criterios de temporalidad de uso para ciertos espacios, considerando la estacionalidad del volumen de agua (p. ej: zonas inundables).

Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Regulación de inundaciones pluviales. • Regulación de inundaciones fluviales. • Regulación de los efectos de la sequía. • Regulación del calor urbano. • Promoción de la biodiversidad.	• Reduce la escorrentía urbana. • Promueve un balance hidrológico que mantiene la recarga de aguas subterráneas. • Genera espacio público y áreas verdes. • Provee espacios para el turismo, recreación e interacción social.	• Kilómetros o metros lineales de río renaturalizado.

Arborización urbana priorizada

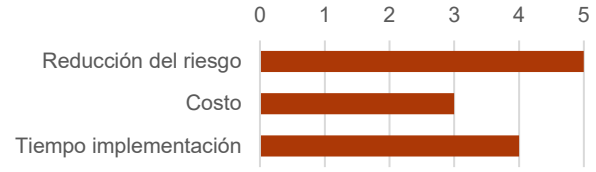
09

Amenazas

Tipo SBN

Ámbito espacial TU AV/EP

Evaluación



Descripción

Plan o programa recurrente de remplazo de árboles o plantación de nuevos árboles en veredas, plazas y parques de la ciudad. Debe considerar especies adaptadas al clima local, considerando las proyecciones de cambio climático, y priorizar la plantación en zonas donde las T° son mayores, existe mayor vulnerabilidad de la población y hay una menor cobertura arbórea. Dichos parámetros y metas de cobertura arbórea permitirían reducir la temperatura a nivel local mediante sombra y evapotranspiración (enfriamiento evaporativo) hasta en 7°C.

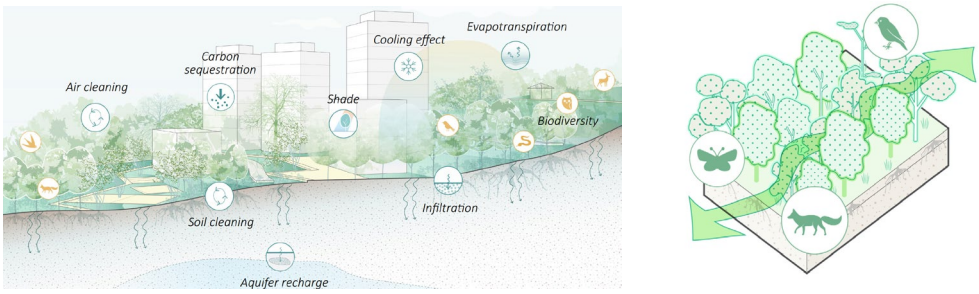


Figura 122. (inf) Servicios ecosistémicos de la arborización. Fuente: GFDRR, World Bank.

Criterios de factibilidad y/o diseño

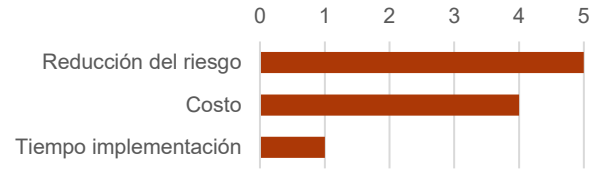
- Considerar especies con capacidad de adaptación al cambio climático.
- Considerar diversidad estructural por estratos: coberturas, sotobosque y copa.
- Establecer estándares mínimos de tamaño de árbol al plantar (Diámetro de Altura al Pecho o DAP), preparación del suelo, ubicación y distancia, tamaño de hoyadura y alcorque, uso de tutores, riego y mantención (poda).
- Priorizar zonas con baja cobertura arbórea, altas T° superficiales y presencia de grupos de riesgo (niños, adultos mayores) y personas con riesgo fisiológico.
- Priorizar zonas por esperanza de vida útil (EVU) del arbolado, lo que se puede evaluar con parámetros de salud, servicios ecosistémicos y riesgo comunitario. Permite estrategias de largo plazo e identificar la disminución de las poblaciones.

Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Regulación del calor urbano. • Regulación de calidad del aire. • Regulación de los vientos a escala local. • Promoción de la biodiversidad. • Secuestro y almacenamiento de carbono.	• Reducen temperaturas y efecto isla de calor. • Reducen la necesidad de climatización en edificaciones. • Generan hábitat para la biodiversidad. • Mejoran las condiciones de infiltración del suelo. • Mejoran la calidad del espacio público para peatones. • Incrementan la plusvalía.	• Porcentaje de cobertura arbórea por unidad de área (unidad: calle, parque, plaza unidad vecinal o comuna). • Reducción de T° superficial a 5, 10, 15 años de ejecución de programa de arborización. • Número de árboles sanos (según monitoreo de “defectos”). • Contenido de humedad del suelo sobre umbral durante la época de crecimiento (50%). • Superficie con diversidad estructural. • Métricas de conectividad ecológica.

Techos fríos (Cool Roofs) 10

Amenazas	
Tipo	TE
Ámbito espacial	ED

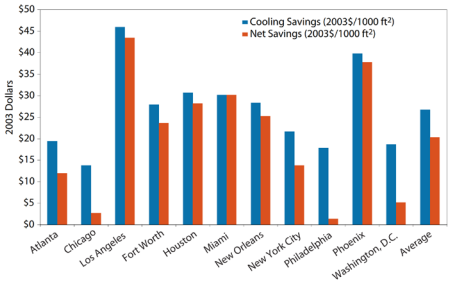
Evaluación

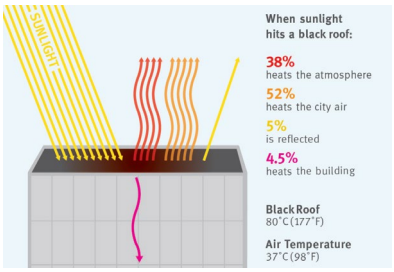


Descripción

Techos de alta reflectancia solar (albedo) y emisividad térmica. Ayudan a reflejar la luz solar y disipar el calor hacia la atmósfera. Estas características permiten que un techo frío esté entre 28-33°C más frío que un techo convencional, reduciendo el efecto isla de calor. Adicionalmente, permiten reducir la conducción del calor hacia la edificación, disminuyendo los requerimientos energéticos para sistemas de aire acondicionado al interior de los edificios. Existen diversos tipos, tales como aditivos, usualmente de colores claros, membranas, tejas y palmetas o pastelones.







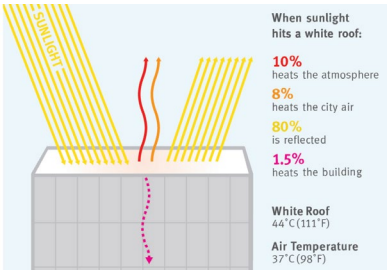


Figura 123. (izq sup) Techo techos fríos. Fuente: JLC Online, Waterproof Magazine.
Figura 124. (izq Inf) Ahorros cada 90m2 de techo frío en ciudades de EEUU. Valor neto incorpora los gastos adicionales por la pérdida de calor en invierno producto del techo frio. Fuente: EPA.
Figura 125. (der) Balance energético techo convencional vs techo frío. Fuente: coolrooftoolkit.org

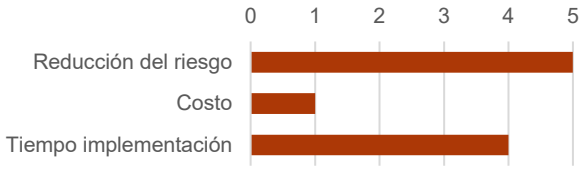
Criterios de factibilidad y/o diseño

- Pueden ser aplicados en techos planos o con pendiente.
- Priorizar edificios existentes y con grandes superficies de techo.
- Priorizar en zonas con altas T° superficiales, presencia de grupos de riesgo (niños, adultos mayores) y personas con riesgo fisiológico.

Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Regulación del calor urbano.	• Reducen temperaturas y efecto isla de calor. • Ahorro de $5USD / m^2 o 20-30% de la demanda energética anual para enfriar. • Mejoran el confort térmico al interior de edificaciones (hasta 1,3°C menos que la temperatura exterior).	• Porcentaje de superficie de techo con sistema de techo frío a escala comunal. • Porcentaje de superficie total de techo por manzana con techo frío. • Número de edificios con techos fríos.

Pavimentos fríos (Cool Pavements) 11

Amenazas		**Evaluación**
Tipo	TE	
Ámbito espacial	TU	



Descripción

Pavimentos de alta reflectancia solar (albedo) y emisividad térmica. Ayudan a reflejar la luz solar y disipar el calor hacia la atmósfera incorporando agregados, resinas o pigmentos. Los pavimentos permeables, dada su porosidad, también pueden reducir las temperaturas por evaporación cuando están húmedos. También se consideran pavimentos fríos aquellos que están sombreados por vegetación u otras estructuras. Los pavimentos tradicionales pueden alcanzar temperaturas de 48-67°C y almacenan el calor para liberarlo durante la noche. Dada la gran área de calles en la ciudad, su aplicación puede ayudar a reducir la T° local.

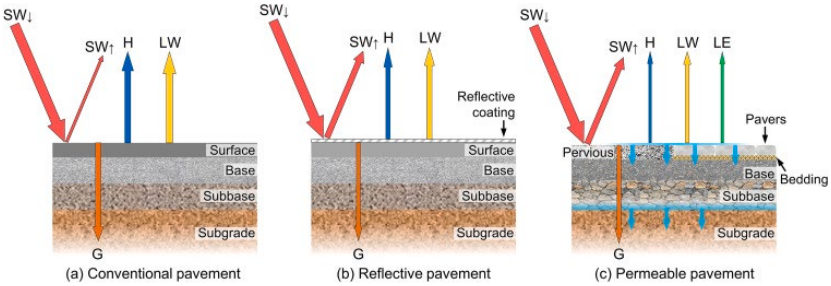




Figura 126. (sup) Balance para 3 tipos de pavimento: SW↓ - SW↑ + LW = G + H + LE, donde SW↓, SW↑, LW, G, H y LE denotan la radiación solar descendente, la radiación solar ascendente (reflejada), la radiación de onda larga neta, la conducción de calor, el flujo de calor sensible y el flujo de calor latente, respectivamente. Fuente: Wang et al.
Figura 127. (inf) Aplicación de revestimiento reflectante. Fuente: IRF.

Criterios de factibilidad y/o diseño

- Priorizar zonas con baja cobertura arbórea, altas T° superficiales, presencia de grupos de riesgo (niños, adultos mayores) y personas con riesgo fisiológico.

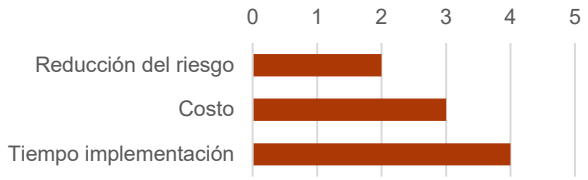
Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Regulación del calor urbano.	• Reducen temperaturas y efecto isla de calor. • Un incremento del 10 a 35% de la reflectancia solar de los pavimentos, puede reducir la T° en 0,6°C. • Mejoran el confort térmico en el espacio público. • Aumentan la vida útil de los pavimentos. • Mejoran visibilidad en ruta por la alta reflectancia.	• Kilómetros lineales de calles o veredas con pavimentos fríos. • Porcentaje de superficies duras, excluidos techos, con pavimentos fríos.

Enfriamiento evaporativo mediante fuentes de agua recreativas

12

Amenazas	
Tipo	IF
Ámbito espacial	AV/EP

Evaluación



Descripción

Consiste en la utilización de agua para enfriar el ambiente urbano. El efecto de enfriamiento se produce por la evaporación del agua en movimiento, lo que se denomina enfriamiento evaporativo. El diseño permite una gran variedad de elementos de agua como fuentes recreativas, cuerpos de agua, cortinas de agua y rociadores de agua atomizada. Si bien, el efecto de enfriamiento es local, estas estrategias proveen alivio del calor en forma inmediata y es más efectivo en la medida que hay interacción directa entre las personas y el agua.









Figura 128. (izq. sup) Parque Te Boelaerpark, Antwerp, Bélgica. Fuente: WLA.
Figura 129. (der sup) Parque Water Circle, Normal, Illinois (Detalle A). Fuente: Urban Blue Grids.
Figura 130. (izq inf) Sistema de fitodepuración Water Circle. Fuente: Urban Blue Grids.
Figura 131. (der inf) Parque Water Circle, Normal, Illinois (Detalle B). Fuente: Urban Blue Grids

Criterios de factibilidad y/o diseño

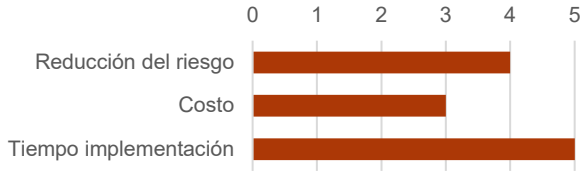
- Considerar instalación en zonas de alta afluencia pública en parques y plazas.
- Deben incluir sistemas de purificación como filtros de luz UV y fitodepuración para prevenir problemas a la salud por ingesta de agua en mal estado,

Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Regulación del calor urbano.	• Reducen temperaturas y efecto isla de calor. • Fuentes y sistemas de atomización de agua pueden bajar las temperaturas entre 0,7 y 3°C. • Mejoran la calidad del espacio público. • Proveen espacios para el turismo, recreación e interacción social.	• Número de parque o plazas con fuentes recreativas. • Número de fuentes recreativas.

Planificación de sombras estructurales

13

Amenazas		**Evaluación**
Tipo	IF	
Ámbito espacial	AV/EP	



Descripción

Estructuras que permiten sombrear tipologías de espacio público para generar confort térmico o termorregulación en días con altas temperaturas. Se pueden asociar a mobiliario urbano y pueden combinar diversos diseños y materialidades. Algunos ejemplos incluyen cubiertas livianas como carpas y telas y estructuras como parrones, pérgolas y muros.



Figura 132. Tipos de sombras estructurales. Fuente: Plan de sombras Tel Aviv.

Criterios de factibilidad y/o diseño

- Establecer calidad de sombras por tipo de estructura y material según parámetros de: T°, humedad, reflectancia, emisividad, transmisión de luz, protección UV, vida útil y mantención.
- Utilizar factores de sombra (área sombra / área total del espacio) según tipo de espacio y afluencia de público (ver medida 33).
- La necesidad de sombra debe decidirse mediante la modelación de sombras en el día según volumetría urbana, verificando si se cumplen los factores definidos.

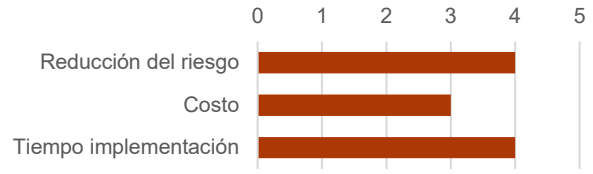
Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Regulación del calor urbano.	• Reducen temperaturas y efecto isla de calor. • Mejoran la calidad del espacio público. • Reducen el riesgo de enfermedades a la piel.	• Porcentaje de sombra estructural en espacios públicos (razón entre área de sombra y área total del espacio público).

Planificación de sombras naturales

14

Amenazas	
Tipo	SBN
Ámbito espacial	AV/EP

Evaluación



Descripción

Consiste en la generación de sombras en el espacio público mediante vegetación para generar confort térmico o termorregulación en días con altas temperaturas. Dado que el objetivo es la generación de sombra, la selección de especies debe estar ligada con la calidad de la sombra deseada, las particularidades morfológicas del espacio y la urgencia (tiempo). En muchos casos los árboles cumplirán la función, pero también pueden incorporarse plantas trepadoras en conjunción con estructuras como parrones o pérgolas, así como especies de rápido crecimiento.



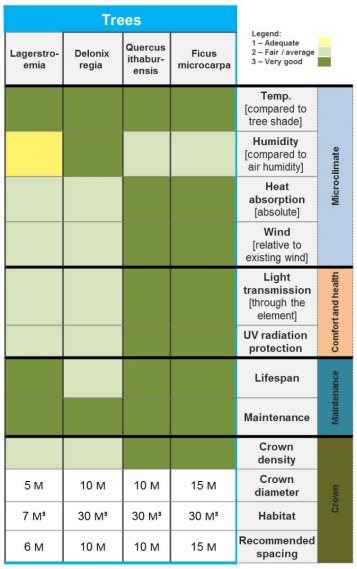


Figura 133. Diversas calidades de sombra dadas por las características de la especie seleccionada y tabla con criterios para evaluar calidad de sombra. Fuente: Plan de sombras Tel Aviv.

Criterios de factibilidad y/o diseño

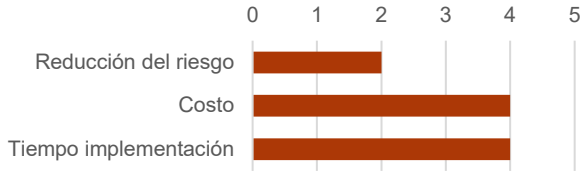
- Establecer calidad de sombras considerando (1) microclima, (2) confort, (3) mantención y (4) parámetros de la especie. Los parámetros asociados incluyen: (1) T°, humedad, reflectancia, emisividad, (2) transmisión de luz, protección UV, (3) vida útil, manejo y (4) dimensiones, forma y tasa de crecimiento de la especie.
- Utilizar factores de sombra (área sombra / área total del espacio) según tipo de espacio y afluencia de público (ver medida 34).
- La necesidad de sombra debe decidirse mediante la modelación de sombras en el día según volumetría urbana, verificando si se cumplen los factores definidos.
- Considerar sombras temporales durante la etapa de crecimiento de la vegetación.

Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Regulación del calor urbano.	• Reducen temperaturas y efecto isla de calor. • Mejoran la calidad del espacio público. • Reducen el riesgo de enfermedades a la piel.	• Porcentaje de sombra natural en espacios públicos (razón entre área de sombra y área total del espacio público).

Enfriamiento pasivo en edificaciones

15

Amenazas		**Evaluación**
Tipo	E/N	
Ámbito espacial	ED	



Descripción

Incorporación de estrategias y elementos que mejoren el confort térmico tales como: celosías, sombras exteriores (persianas, toldos), ventilación cruzada, aislación térmica, ventanas termopanel, ventiladores de techo, entre otras. Enfocado en edificaciones nuevas.

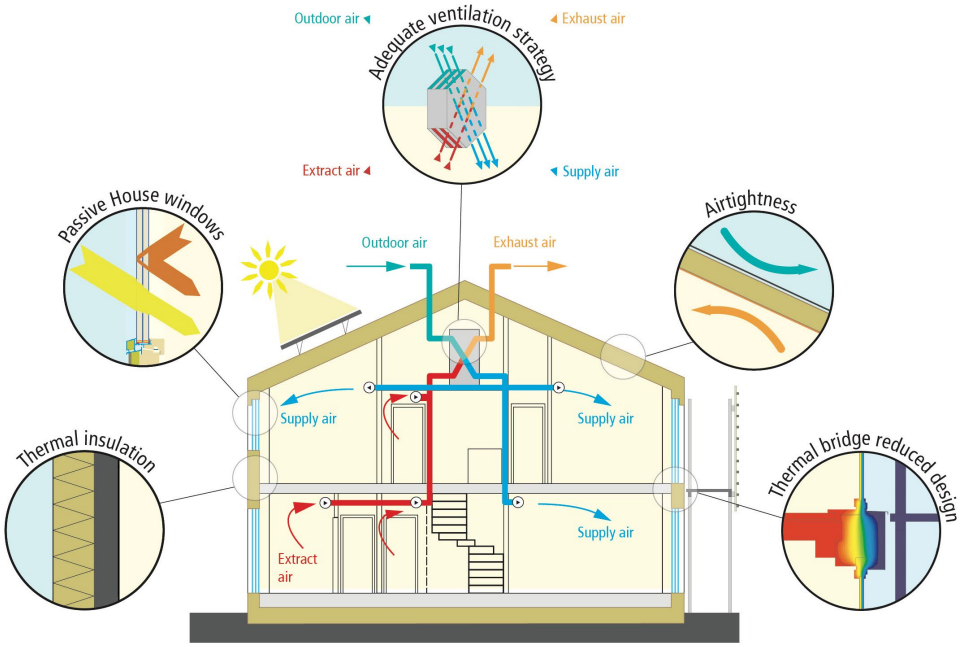


Figura 134. Cinco estrategias para una vivienda pasiva. Fuente: PassivHaus

Criterios de factibilidad y/o diseño

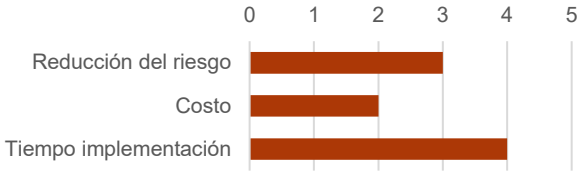
- Considerar estrategias de: (1) diseño de la envolvente (muros, cubiertas, pisos, puentes térmicos, ventanas y filtración de aire), (2) ventilación natural, (3) protección solar e (4) iluminación natural.

Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Regulación del calor.	• Reducen el impacto a la salud de las personas producto de las altas temperaturas. • Proveen alivio frente al calor. • Generan ahorros en la demanda energética anual para enfriar. • Mejoran el confort térmico al interior de edificaciones.	• Número de viviendas con diseño pasivo. • Número de viviendas con certificación de diseño pasivo (p. ej: PassivHaus)

Enfriamiento activo en edificaciones

16

Amenazas		**Evaluación**
Tipo	E/N	
Ámbito espacial	ED	



Descripción

Incorporación de unidades de aire acondicionado (AC) y/o bombas de calor en edificios de vivienda nuevos. El AC utiliza un líquido refrigerante el que se evapora y condensa para transferir calor. Posee una unidad interior (evaporador) que extrae el aire caliente y otra exterior que expulsa el aire caliente. Las bombas de calor permiten absorber y/o entregar calor desde diversas fuentes: aire, tierra (geotérmica) o agua. Para enfriar, las bombas de calor deben utilizar una fuente de menor temperatura. Se puede evaluar la obligatoriedad de incorporar AC en función del uso de suelo y otros parámetros como densidades y/o carga de ocupación. Enfocado en edificaciones nuevas.

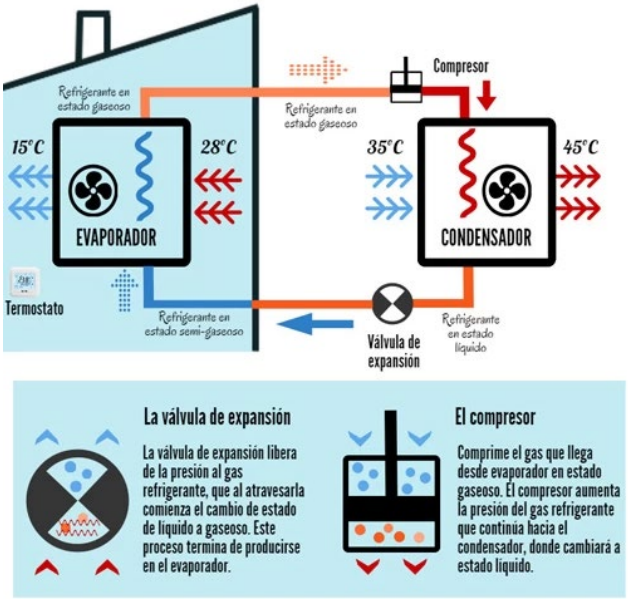


Figura 135. Esquema funcionamiento de aire acondicionado. Fuente: caloryfrio.com

Criterios de factibilidad y/o diseño

- Un programa o normativa que implique un aumento masivo de sistemas de enfriamiento, implicaría una mayor demanda energética a nivel comunal. Dicho aumento debe considerase a la hora de planificar la dotación del servicio.
- Considerar directrices de diseño para evitar la contaminación visual de los sistemas con unidades exteriores.

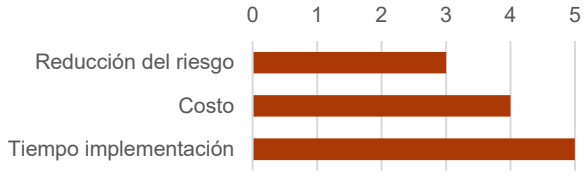
Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Regulación del calor.	• Reducen el impacto a la salud de las personas producto de las altas temperaturas. • Provee alivio frente al calor. • Mejoran el confort térmico al interior de edificaciones.	• Número de viviendas o proyectos inmobiliarios con sistemas de enfriamiento.

Puntos de hidratación

17

Amenazas	
Tipo	IF
Ámbito espacial	AV/EP

Evaluación



Descripción

Mantenerse hidratado es una de las medidas más importantes frente a eventos de altas temperaturas. Esta medida consiste en establecer y consolidar una red funcional de puntos de hidratación a nivel urbano, localizadas en puntos estratégicos como parques, plazas, edificios públicos y zonas de alto tránsito peatonal.

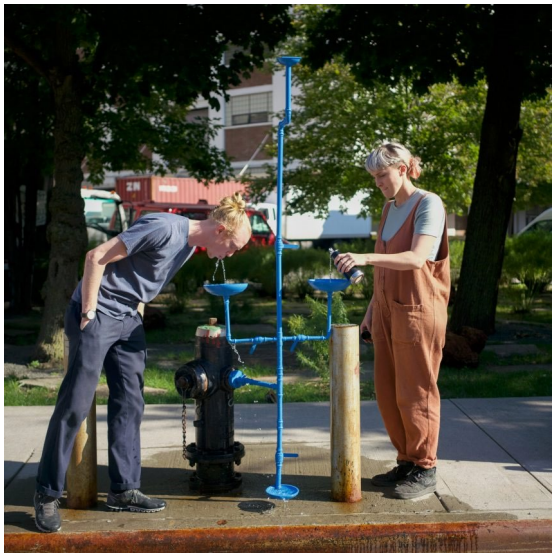




Figura 136. (izq) Grifo de calle adaptado como punto de hidratación (New York). Fuente: dezeen.com
Figura 137. (der) Grifo de calle con punto de hidratación como función adicional. Fuente: dezeen.com

Criterios de factibilidad y/o diseño

- Considerar localización y diseño con acceso universal.
- Considerar múltiples griferías y alturas: para mascotas, para llenado de botellas, para aplicar a manos y cara y para personas en situación de discapacidad.
- Considerar materiales durables para la estructura (p. ej: hierro) e higiénicos para las griferías y tazas (aluminio).
- Considerar una instalación que permita un acceso fácil para mantenciones.
- Considerar un drenaje que infiltre las aguas o las dirija hacia áreas verdes.
- Considerar un diseño que permita una vida útil mínima de 15 años.
- Localización cerca de accesos a parques, lugares de alta afluencia de público o zonas de juegos o equipamiento deportivo.

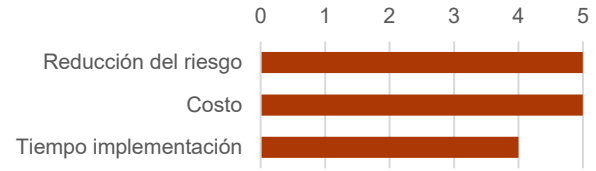
Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Manejo del riesgo frente al calor urbano.	• Reducen el impacto a la salud de las personas producto de las altas temperaturas. • Proveen alivio frente al calor. • Previenen episodios de deshidratación e insolación. • Mejoran la calidad del espacio público.	• Cantidad o porcentaje de población comunal a 300 metros de un punto de hidratación.

Reducción del uso del automóvil particular

18

Amenazas	
Tipo	PR
Ámbito espacial	TU

Evaluación



Descripción

Programa o campaña para desincentivar el uso del automóvil particular. Un estudio para la ciudad de Phoenix, EEUU, indica que los automóviles contribuyen un 3,9% del calor urbano comparado con 67% y 29% para calles y estacionamientos, respectivamente. Así, esta medida es complementaria al manejo de las superficies urbanas mediante el uso de pavimentos fríos y/o sombra. El objetivo es reducir fuentes de calor adicional en el entorno urbano, particularmente en zonas céntricas o concurridas.

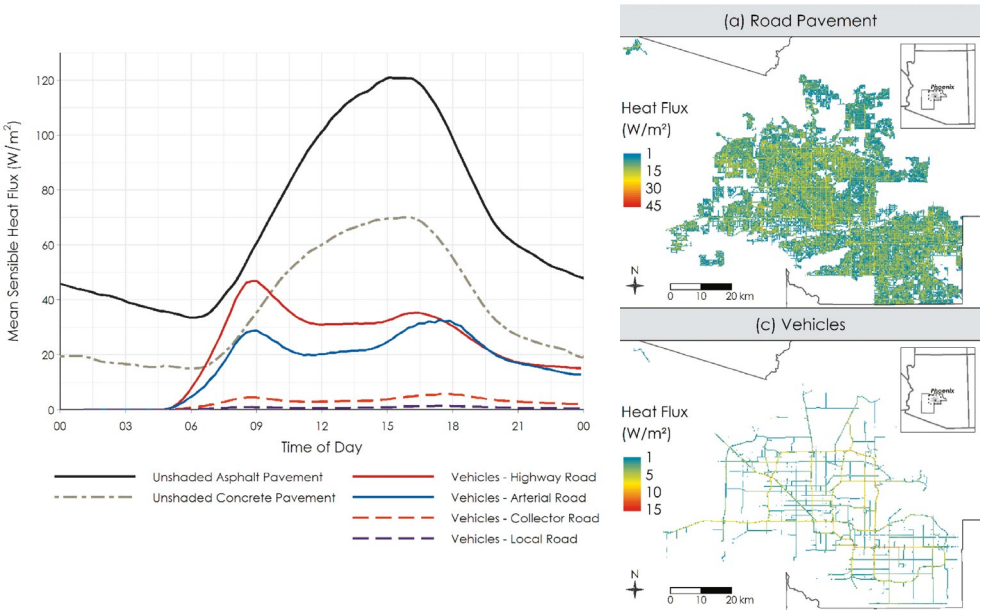


Figura 138. Flujo de calor diurno (Watts/m2) desde pavimentos y vehículos. Se observa que los vehículos en autopistas contribuyen al mayor flujo, comparativamente con vehículos en otras tipologías de calles. Estos resultados son para la ciudad de Phoenix, por lo que los resultados están asociados a la morfología urbana y patrones de movilidad de dicha ciudad. Fuente: Hoehne et al. (2020)

Criterios de factibilidad y/o diseño

- Considerar complementariedad de la medida con otras medidas de reducción de calor a nivel urbano, tales como pavimentos fríos.
- Generar incentivos para su implementación.

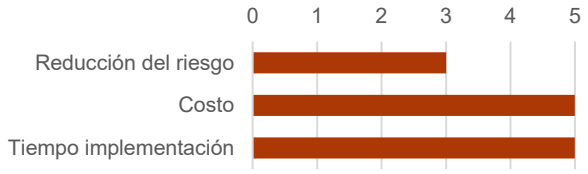
Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Regulación del calor urbano.	• Reduce temperaturas y efecto isla de calor. • Mejora la calidad del espacio público.	• Reducción del uso del automóvil en X%. • Cantidad de autos en horas de mayor temperatura.

Acuerdos voluntarios para modificar horario laboral

19

Amenazas	
Tipo	PR
Ámbito espacial	TU

Evaluación



Descripción

Medida que busca que la fuerza de trabajo evite las horas de mayor calor en la medida que la naturaleza de la ocupación permita dichas modificaciones de horario. El calor tiene un impacto considerable en el bienestar de las personas durante sus actividades laborales, lo que también impacta en la productividad. Las proyecciones al 2030 indican que con un aumento de 1,3°C, las pérdidas de horas laborales producto del calor equivaldrán a US$2.400 billones. Integrar con medida: “plan de acción para ocupaciones al aire libre durante olas de calor”.

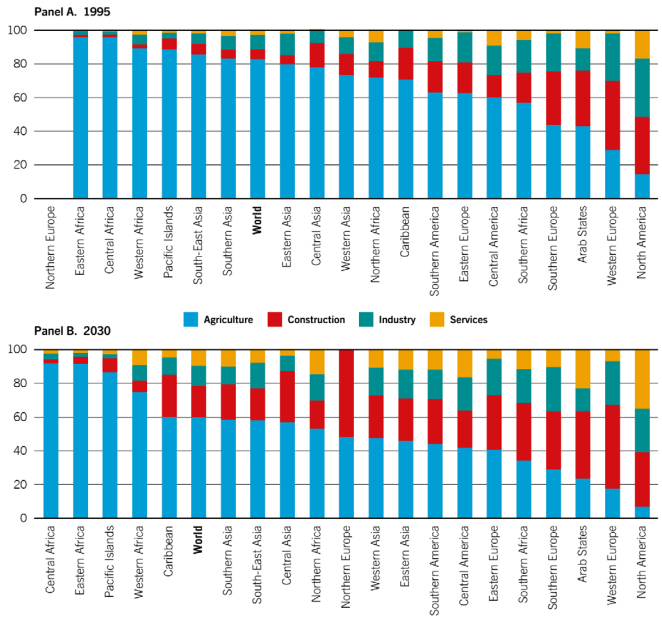


Figura 139. Horas de trabajo perdidas por estrés relacionado al calor por sector económico para 1995 y 2030 (proyección). Fuente: International labor Organization.

Criterios de factibilidad y/o diseño

- Priorizar ocupaciones que se realizan al aire libre y bajo el sol.
- Considerar ingresos laborales más tempranos y hacer coincidir horas de mayor calor con horas de descanso.
- Generar proyectos piloto (en el sector público) para demostrar factibilidad de implementación de los acuerdos.

Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Manejo del riesgo frente al calor urbano.	• Reduce el impacto a la salud de los trabajadores producto de las altas temperaturas. • Provee alivio frente al calor. • Previene episodios de deshidratación e insolación. • Mejora la experiencia en el lugar de trabajo.	• Cantidad de acuerdos logrados.

Plan de acción para ocupaciones al aire libre durante olas de calor

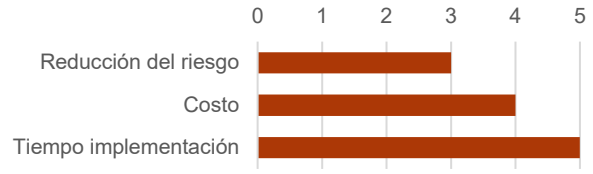
20

Amenazas

Tipo PR

Ámbito espacial TU

Evaluación



Descripción

Establecimiento de directrices y mejores prácticas para enfrentar el calor en aquellas ocupaciones que se ejercen al aire libre expuestas al sol y en donde existe poca posibilidad de flexibilidad horaria. El plan debe elaborarse en conjunto con actores relevantes y debe considerarse como un mecanismo de emergencia de reducción del riesgo que se activa durante eventos extremos. Se deben incorporar temas como: flexibilidad en horas de trabajo, períodos de descanso en lugares apropiados, sombra, hidratación, primeros auxilios y conocimiento en torno a síntomas de enfermedades relacionadas con el calor, entre otros.

PREPARACIÓN	DURANTE EVENTO DE ALTAS T°
1. Coordinar servicios de emergencia	1. Activar una línea telefónica de emergencia
2. Preparar refugios climáticos	2. Apertura de los refugios climáticos
3. Capacitar a funcionarios de la salud	3. Relocalizar a personas que no se puedan mover.
4. Identificar personas vulnerables	4. Aplicar horarios extendidos para servicios y equipamiento
5. Identificar viviendas vulnerables	5. Mantener contacto con personas vulnerables identificadas
6. Identificar centros de adulto mayor	6. Coordinar con servicios básicos apara evitar cortes de energía y agua
7. Diseminar información acerca del plan	7. Entregar apoyo a personas vulnerables
8. Diseminar información en los medios	8. Diseminar información para el autocuidado
	9. Incrementar el número de personal de salud
	10. Reagendar eventos públicos al aire libre

Figura 140. Actividades de planificación para eventos de altas T°. Fuente: Heatwave Planning Guide. Victoria Department of Human Services.

Criterios de factibilidad y/o diseño

- Establecer umbrales máximos de T° para la realización de trabajos al aire libre y para la activación del plan de acción.
- Desarrollar un sistema de comunicación para indicar cada vez que se debe activar el plan de acción.
- Comenzar con pilotos en el sector público municipal para demostrar factibilidad.
- Socializar el plan con gremios clave de la comuna.
- Integrar el plan con áreas de salud y riesgo de la municipalidad.
- Considerar expandir el plan para población vulnerable que no necesariamente trabaja al aire libre.

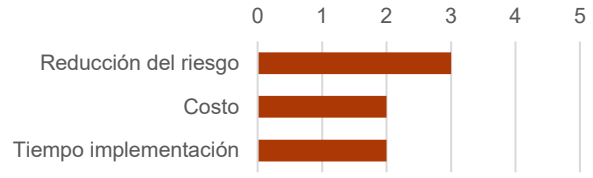
Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Manejo del riesgo frente al calor urbano.	• Reduce el impacto a la salud de los trabajadores producto de las altas temperaturas. • Provee alivio frente al calor. • Previene episodios de deshidratación e insolación. • Mejora la experiencia en el lugar de trabajo.	• Plan de acción desarrollado. • Plan de acción implementado. • Encuesta de percepción.

Ordenanza de temperatura máxima al interior de viviendas

21

Amenazas	
Tipo	E/N
Ámbito espacial	ED

Evaluación



Descripción

Normativa u ordenanza que limita la temperatura máxima que puede alcanzar el interior de la vivienda considerando el diseño de la vivienda y los sistemas de enfriamiento pasivo y activo que se hayan incorporado. La verificación puede realizarse mediante los resultados de modelaciones energéticas. Alternativamente, esta medida puede incorporar la obligatoriedad de incorporar sistemas de aire acondicionado.

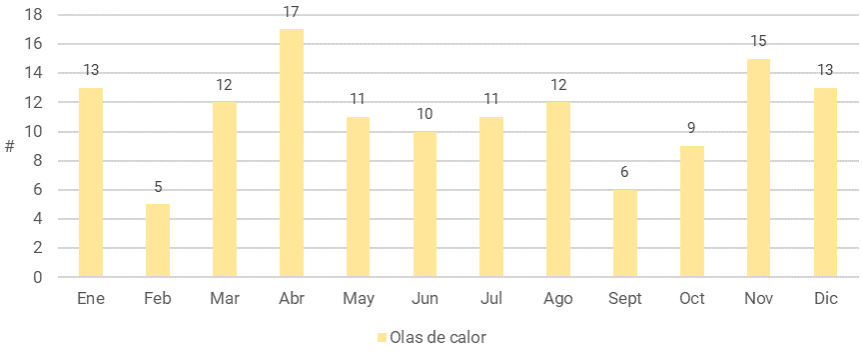


Figura 141. Ocurrencia de olas de calor por mes entre 2001-2002. Fuente: elaboración propia en base a datos de la DMC.

Criterios de factibilidad y/o diseño

- Considerar máximos de temperatura según hora, mes y de acuerdo a ola de calor de diseño.
- En el caso de obligatoriedad de aire acondicionado, establecer un rango de fechas mínimo en el que estos sistemas deben operar (p. ej: noviembre a abril)

Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Regulación del calor.	• Mejora el confort térmico al interior de edificaciones. • Provee alivio frente al calor.	• Ordenanza implementada. • Número de viviendas que cumplen con la ordenanza.

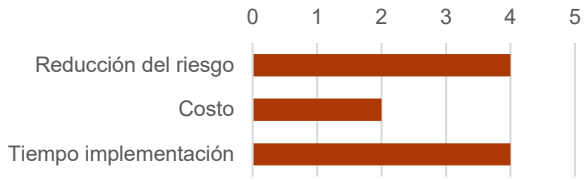
Refugios climáticos (Climate Shelters, Cooling Centers) 22

Amenazas

Tipo IF

Ámbito espacial TU

Evaluación



Descripción

Equipamiento público formal con buenas condiciones de confort térmico dada por sistemas de aire acondicionado, ventilación y/o sombras. Se deben priorizar aquellos equipamientos existentes y utilizados por población vulnerable a olas de calor como niños y adultos mayores. Los refugios climáticos pueden conformar un nuevo servicio público local debidamente señalado para tal efecto y asociado a programas diversos como espacios de trabajo (CoWork) y esparcimiento. La construcción de equipamiento nuevo debe considerar criterios de confort térmico para funcionar como refugios climáticos.



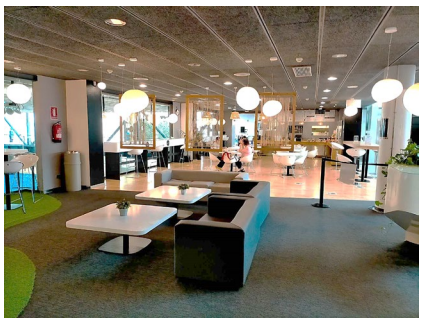


Figura 142. (izq) Cooling Center, Boston. Fuente: Heat resilience solutions for Boston.
Figura 143. (der) Refugio climático de uso múltiple en Barcelona. Fuente: Barcelona.cat

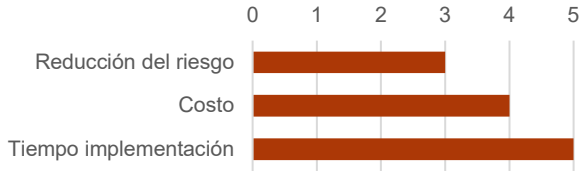
Criterios de factibilidad y/o diseño

- Preferencia de espacios interiores con climatización.
- Espacios exteriores deben tener un carácter complementario y deben estar protegidos y sombreados.
- La función debe ser mixta: confort térmico y usos ligados a equipamientos comunales.
- Integrar con ordenanza de T° máxima interior permitida.
- Considerar criterios de accesibilidad universal.
- Consideraciones de diseño especiales para población vulnerable, tales como niños y adultos mayores.

Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Manejo del riesgo frente al calor urbano.	• Reducen el impacto a la salud de las personas producto de las altas temperaturas. • Proveen alivio frente al calor. • Previenen episodios de deshidratación e insolación. • Mejoran la experiencia en el espacio público. • Mejoran la calidad del espacio público.	• Número de refugios climáticos. • Cantidad o porcentaje de población comunal a 500 metros o 15 minutos de un refugio climático.

Refugios climáticos temporales (Pop-up Heat Relief) 23

Amenazas		**Evaluación**
Tipo	IF	
Ámbito espacial	TU	



Descripción

Red de refugios climáticos temporales desplegados en espacios públicos durante la época estival. El objetivo es brindar un alivio frente a las altas temperaturas, dando la posibilidad a los ciudadanos de refrescarse y tomar una pausa. Como mínimo deben tener sombra, hidratación y mobiliario para el descanso.





Figura 144. (izq) Cooling Spots, Boston. Fuente: Heat resilience solutions for Boston.

Criterios de factibilidad y/o diseño

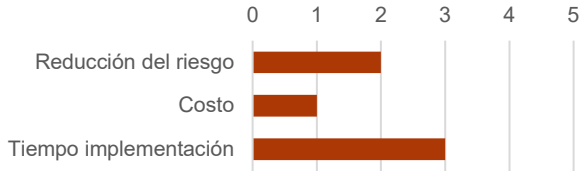
- Considerar criterios de accesibilidad universal.
- Incorporar dispensadores de agua y ventiladores con nebulizador (agua atomizada).
- Integrar amenidades como WiFi y mobiliario urbano.
- Consideraciones de diseño especiales para población vulnerable, tales como niños y adultos mayores.
- Priorizar zonas con baja cobertura arbórea, altas T° superficiales, presencia de grupos de riesgo (niños, adultos mayores) y personas con riesgo fisiológico.

Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Manejo del riesgo frente al calor urbano.	• Reducen el impacto a la salud de las personas producto de las altas temperaturas. • Proveen alivio frente al calor. • Previenen episodios de deshidratación e insolación. • Mejoran la experiencia en el espacio público. • Mejoran la calidad del espacio público.	• Número de refugios climáticos temporales. • Cantidad o porcentaje de población comunal a 300 metros o 10 minutos de un refugio climático.

Sistema de alerta temprana para temperaturas extremas y olas de calor

24

Amenazas		**Evaluación**
Tipo	TE	
Ámbito espacial	TU	



Descripción

Red de sensores de monitoreo y sistema de pronóstico de temperaturas en tiempo real y a escala local para informar a los habitantes sobre precauciones y acciones a tomar durante olas de calor. Esto generalmente se acompaña con la medida de plan de acción para días con olas de calor, que se enfoca en acciones extraordinarias que deben ejecutar los entes públicos y privados durante días con temperaturas extremas con el objetivo de reducir el riesgo a la salud pública de personas vulnerables.





Figura 145. (izq) Estación meteoróligca personal. Fuente: AcuRite.
Figura 146. (der) Sensores móviles de temperatura, Boston. Fuente: Heat resilience solutions for Boston.

Criterios de factibilidad y/o diseño

- Considerar una red sensores densa que permita caracterizar los distintos barrios o unidades vecinales de la comuna.
- Considerar el envío de información en tiempo real mediante aplicaciones o servicio de mensajería móvil.
- Considerar la instalación de “tótems” digitales con pronóstico de temperaturas, radiación UV y recomendaciones para prevenir impactos a la salud.

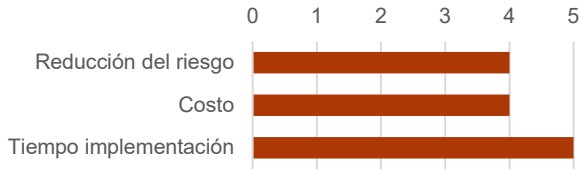
Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Manejo del riesgo frente al calor urbano.	• Previenen el impacto a la salud de las personas producto de las altas temperaturas. • Previenen episodios de deshidratación e insolación.	• Número de sensores. • Número de tótems.

Incentivar la arborización en predios privados

25

Amenazas	
Tipo	PR
Ámbito espacial	TU

Evaluación



Descripción

Incentivar a propietarios privados a participar en campañas de plantación de nuevos árboles en sus antejardines y patios. El objetivo es desarrollar patios y jardines que generen adaptación al cambio climático mediante el incremento de la cobertura arbórea y, con ello, contribuir a reducir las temperaturas localmente. El mejoramiento de los patios privados es una alternativa viable para la generación de una red de infraestructura verde en ciudades densas y consolidadas. El programa debe integrarse con las directrices para el diseño de paisajes adaptados al cambio climático.

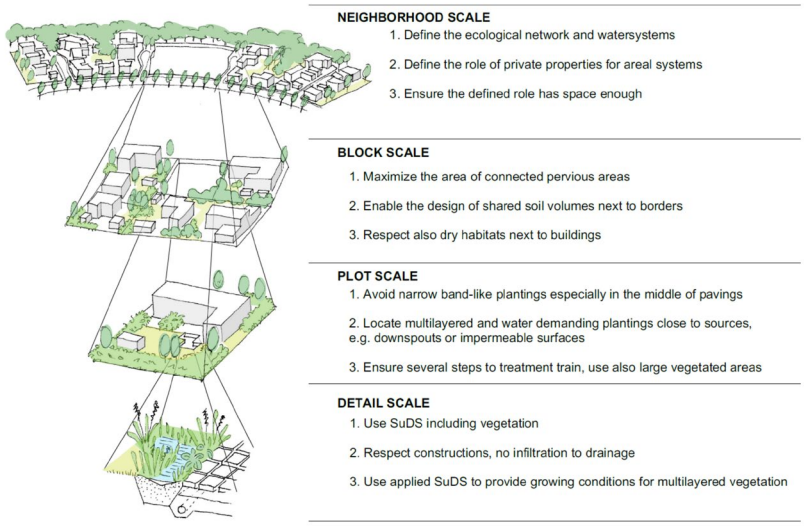


Figura 147. (izq) Estrategias para diversas escalas de infraestructura verde desde barrio hasta predio privado. Fuente: Outi Tahvonen (2018).

Criterios de factibilidad y/o diseño

- Priorizar zonas con baja cobertura arbórea, altas T° superficiales, presencia de grupos de riesgo (niños, adultos mayores) y personas con riesgo fisiológico.
- Priorizar barrios en donde el tamaño predial y de patios permita la creación de corredores de infraestructura verde.

Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Regulación del calor urbano. • Promoción de la biodiversidad. • Secuestro y almacenamiento de carbono.	• Reforzar la construcción de capacidad adaptativa frente a olas de calor. • Reducir la necesidad de climatización en edificaciones. • Proveer alivio frente al calor. • Potenciar el desarrollo de corredores biológicos biodiversos en barrios. • Mejorar condiciones de infiltración del suelo.	• Número de patios con árboles maduros. • Número de patios con nuevos árboles plantados. • Número de barrios con red de infraestructura verde consolidada.

Protección de árboles durante faenas de construcción

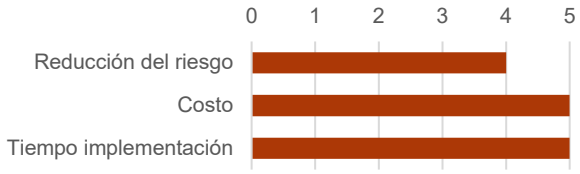
26

Amenazas

Tipo E/N

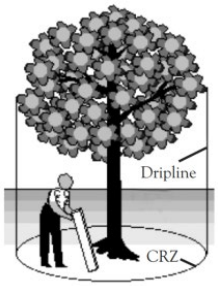
Ámbito espacial TU

Evaluación



Descripción

Ordenanza y/o directrices para la protección de árboles (raíz, tronco y copa) localizados en el espacio público frente a predios durante faenas de construcción de proyectos inmobiliarios. En caso de remoción de árboles por razones inevitables o por daño y/o enfermedad, se pueden establecer criterios para reemplazos equivalentes.



Tree diameter	Critical root zone radius	Total protection zone diameter, including trunk
2 inches	2 feet	4+ feet
6 inches	6 feet	13.5 feet
20 inches	20 feet	42 feet
46 inches	46 feet	96 feet

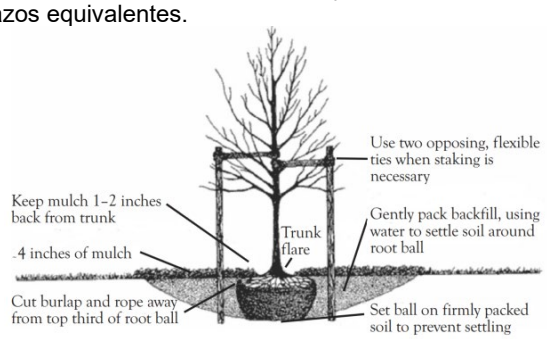


Figura 148. Mejores prácticas para protección de árboles en sitios de construcción. Fuente: Oregon State University.

Criterios de factibilidad y/o diseño

- Planificar la protección de los árboles al menos una temporada de crecimiento antes del inicio de faenas, priorizando árboles maduros y grupos de árboles.
- Recomendaciones de protección: (1) considerar el área crítica de raíz (Critical Root Zone) para diámetro del cerco de protección y señaléticas, (2) evitar compactar el suelo, (3) no cambiar topografía en torno al árbol, (4) evitar vertido de líquidos y químicos, (5) riego adecuado, (6) fertilizar y aplicar mulch, (7) incorporar un ingeniero forestal o profesión afín.
- Recomendaciones para reemplazo: (1) especies con capacidad de adaptación al cambio climático, (2) estándares mínimos de tamaño de árbol al plantar (Diámetro de Altura al Pecho o DAP), preparación del suelo, ubicación y distancia, tamaño de hoyadura y alcorque, uso de tutores, riego y mantención (poda).

Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Regulación del calor urbano. • Regulación de los efectos de la sequía. • Regulación de inundaciones pluviales. • Regulación de la calidad del aire. • Promoción de la biodiversidad. • Secuestro y almacenamiento de carbono.	• Evita la pérdida de capacidad adaptativa frente a olas de calor. • Mantiene la calidad del espacio público para peatones. • Conserva la plusvalía del barrio.	• Número de faenas con implementación de mejores prácticas. • Número de árboles dañados o removidos por negligencias durante faenas de construcción.

Coordinación de medidas de arborización y paisajismo con viveros locales

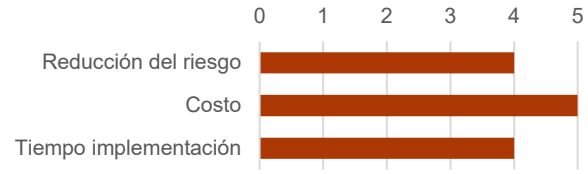
27

Amenazas

Tipo PR

Ámbito espacial TU AV/EP

Evaluación



Descripción

Establecer estrategias de coordinación e incentivos con los viveros locales y/o regionales para que puedan proveer un stock adecuado de especies de acuerdo a la demanda de los diferentes programas y medidas de arborización y/o paisajismo.





Figura 149. Estándar de tamaño y trasplante según la normativa de la ciudad de Montreal. Fuente: Strathmore Landscape Management (Aliza Sovani), Desde el sur: Perspectivas globales sobre el paisaje y territorio (2019).

Criterios de factibilidad y/o diseño

- Utilizar como referencia de especies la Guía para el diseño y manejo de proyectos de paisajismo.
- Establecer estándares mínimos de tamaño para árboles nuevos (Diámetro de Altura al Pecho o DAP), para asegurar una tasa de prendimiento (sobrevivencia) alta.
- Socializar los proyectos y programas recurrentes de paisajismo público –y aquellos orientados a privados– para que los viveros puedan planificar su stock en cuanto a cantidad y DAP requerido al plantar (es decir, la demanda).
- Transparentar las condiciones de suelo de la comuna para que los viveros puedan cultivar árboles en sustratos similares y así propiciar trasplantes más exitosos.

Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Regulación del calor urbano. • Regulación de los efectos de la sequía. • Regulación de inundaciones fluviales. • Regulación de la calidad del aire. • Promoción de la biodiversidad. • Secuestro y almacenamiento de carbono.	• Permite construir de forma estable la capacidad adaptativa de la comuna frente a olas de calor. • Otorga certeza y genera garantías de éxito a los planes y proyectos de arborización y paisajismo. • Permite mantener estándares de calidad del material vegetal.	• Número de actores (viveros) alcanzados. • Número de reuniones de coordinación con viveros. • Cantidad de árboles plantados que cumplen con estándar DAP.

Reacondicionamiento de edificios para el confort térmico

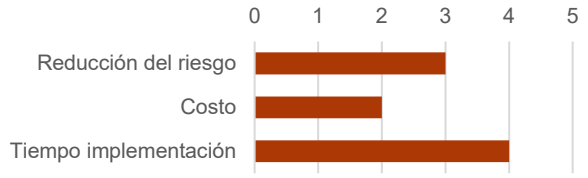
28

Amenazas

Tipo PR

Ámbito espacial ED

Evaluación



Descripción

Programa de reacondicionamiento de unidades de vivienda con bajo confort térmico mediante paquetes de aislación térmica para techos, pisos, muros y ventanas. Adicionalmente se pueden incluir sistemas de enfriamiento como ventiladores y unidades de aire acondicionado y/o soluciones complementarias como persianas y toldos. Enfocado en viviendas existentes.

Pasos	Mejora	Costo Unitario Estimado con Instalación ($/m2)	Costo Total Mejora	Ahorro de Energía Estimado (%)	Indicador Costo Efectividad ($/kWh Ahorrado)
Caso Base	Sin Mejoras	0	0	-	-
1	Aislación de Techumbre 100mm	$5.000	$125.000	23%	$35
	Nota: Considerar barrera de vapor (polietileno) entre la terminación interior y la aislación				
2	Aislación de Piso Poliestireno Expandido Alta Densidad 30mm	$1.500	$37.500	1,5%	$155
	Nota: De poder intervenir el piso, considerar barrera impermeable (polietileno)				
3 Alternativa 1	Aislación Interior Muros Listoneado pino 2"x2" + Poliestireno Expandido 40mm + Barrera Hidrófuga + Placa Yeso Cartón 10mm	$10.000	$800.000	19%	$350
	Nota: Solución económica, sin embargo, no recomendable para construcción de albañilería u hormigón por riesgo de condensación intersticial y reducir masa térmica expuesta interior (ver inercia térmica).				

Pasos	Mejora	Costo Unitario Estimado con Instalación ($/m2)	Costo Total Mejora	Ahorro de Energía Estimado (%)	Indicador Costo Efectividad ($/kWh Ahorrado)
3 Alternativa 2	Aislación Interior Muros Placa Conjunta Poliestireno Expandido 20mm (Aislapol) + Yeso Cartón 10mm	$13.500	$1.080.000	16%	$450
3 Alternativa 3	Aislación Exterior Muros Poliestireno Expandido Alta Densidad 40mm	$23.500	$1.880.000	21%	$590
	Nota: Solución recomendable ya que reduce puentes térmicos, no reduce superficie útil interior, y en el caso de construcción de albañilería u hormigón , No tapa la masa térmica interior				
4	Ventanas Termopanel	$175.000	$3.150.000	14,90%	$1.400
Caso Combinado	Aislación de Techumbre, Aislación de Piso, Aislación Muro Exterior, Ventanas Termopanel	-	-	Más de 60%	-

Figura 150. Escenarios de costos y ahorros para mejoras en techos, pisos, muros y ventanas. Fuente: Manual de (Re)Acondicionamiento Térmico, CChC.

Criterios de factibilidad y/o diseño

- Priorizar viviendas de menor calidad.
- Priorizar viviendas con presencia de grupos de riesgo (niños, adultos mayores) y personas con riesgo fisiológico.

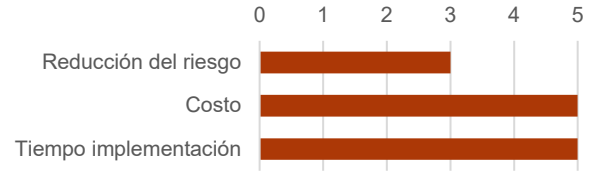
Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Regulación del calor.	• Reduce el impacto a la salud de las personas producto de las altas temperaturas. • Provee alivio frente al calor. • Genera ahorros en la demanda energética anual para enfriar. • Mejora el confort térmico al interior de edificaciones.	• Número de viviendas reacondicionadas.

Monitoreo de la percepción del riesgo frente a olas de calor

29

Amenazas	
Tipo	PR
Ámbito espacial	n/a

Evaluación



Descripción

Encuesta ciudadana que permite caracterizar la percepción de riesgo de la población frente a olas de calor y las condiciones de confort térmico al interior de las viviendas. Entender, por ejemplo, cuál es la percepción de calor durante un evento extremo es clave para dirigir acciones y caracterizar de mejor la forma la vulnerabilidad de las personas frente al calor en el territorio comunal.

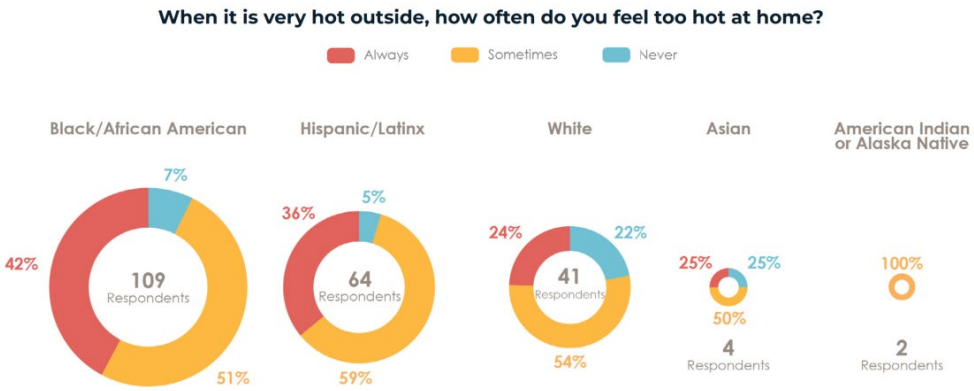


Figura 151. Resultados para una encuesta en torno a la percepción de calor en Boston. Resultados por etnicidad. Fuente: Heat resilience solutions for Boston.

Criterios de factibilidad y/o diseño

- Considerar un muestreo de los diferentes barrios o unidades vecinales de la comuna.
- Considerar la caracterización etaria y socioeconómica en la encuesta.
- Considerar una encuesta con una recurrencia cada 3 o 5 años como mínimo.

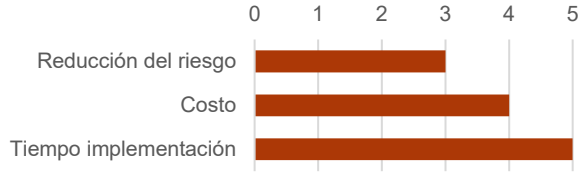
Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Manejo del riesgo frente al calor urbano.	• Caracterizar la vulnerabilidad frente al calor urbano. • Detectar las brechas en base a parámetros sociodemográficos.	• Número de personas alcanzadas. • Número de barrios o unidades vecinales representadas en la encuesta.

Programa de concientización para olas de calor

30

Amenazas	
Tipo	PR
Ámbito espacial	n/a

Evaluación



Descripción

Programa o campaña educativa para socializar los riesgos a la salud de las olas de calor, así como las medidas, acciones y recursos existentes para mitigarlos. Esta medida puede integrarse como parte del plan de acción durante olas de calor. Como mínimo deben abordarse: (1) características, riesgos y ocurrencia de olas de calor, (2) formas de autocuidado y reducción del riesgo, (3) recursos y medidas disponibles para la ciudadanía y (4) sistemas de alerta temprana.



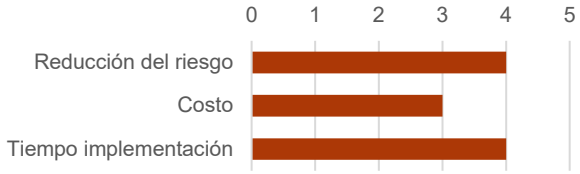
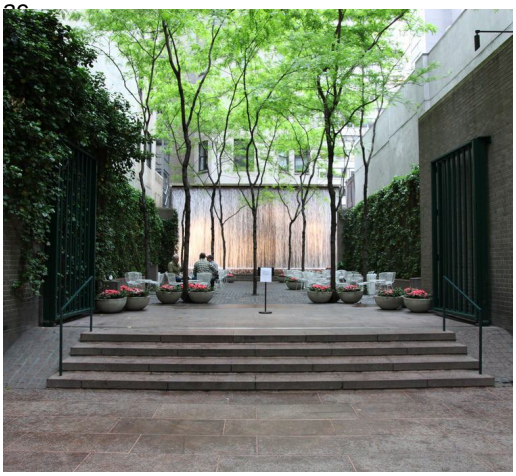
Figura 152. Mesa informativa del plan informativo para olas de calor de Boston. Fuente: Heat resilience solutions for Boston.

Criterios de factibilidad y/o diseño

- Considerar diversos canales de comunicación, incluidos presenciales en colegios, parques y centros comunitarios.
- Considerar modos de comunicación adecuados para personas en condición de discapacidad.
- Considerar que la población vulnerable, que debe ser el objeto principal del programa, no siempre tiene acceso a medios de comunicación digitales.

Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Manejo del riesgo frente al calor urbano.	• Preparar a la población para enfrentar de mejor forma un evento de altas temperaturas. • Reducir el impacto a la salud de las personas producto de las altas temperaturas. • Prevenir episodios de deshidratación e insolación. • Permitir detectar las brechas de conocimiento e información.	• Número de personas alcanzadas. • Número de personas vulnerables alcanzadas.

Plazas de bolsillo optimizadas como área verde de alta cobertura arbórea	31

Amenazas		**Evaluación** 
Tipo	 SBN	
Ámbito espacial	 TU AV/EP	
Descripción	En ciudades densas y con espacio limitado para nuevas áreas verdes de gran escala, se pueden utilizar aquellos espacios infrautilizados como áreas verdes optimizadas con altos porcentajes de cobertura arbórea para generar sombra y temperaturas menores respecto del entorno. Pueden integrarse con puntos de hidratación y fuentes recreativas, funcionando a la vez como refugios climáticos durante olas de calor. Se deben identificar dichos espacios, considerando la vulnerabilidad de los distintos barrios, para luego optimizarlos mediante una plantación densa de árboles de sombra.   Figura 153. Paley Park, New York. Notar que el espacio está cubierto por la copa de los árboles y posee una cascada de agua que actúa como mecanismo de enfriamiento evaporativo. Fuente: Google.	
Criterios de factibilidad y/o diseño	• Priorizar zonas con baja cobertura arbórea, altas T° superficiales, presencia de grupos de riesgo (niños, adultos mayores), personas con riesgo fisiológico y con carencia de parques y/o plazas.	

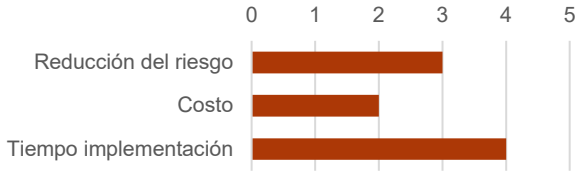
Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Regulación del calor urbano.	• Reducen temperaturas y efecto isla de calor. • Proveen alivio frente al calor. • Previenen episodios de deshidratación e insolación. • Mejoran la experiencia en el espacio público. • Mejoran la calidad del espacio público. • Proveen espacios para la recreación e interacción social.	• Número de plazas de bolsillo optimizadas.

Paraderos optimizados para el calor

32

Amenazas	
Tipo	IF
Ámbito espacial	TU

Evaluación



Descripción

Desarrollar paraderos de buses con elementos de sombra apropiados y ajustados al volumen de personas. Las estrategias pueden incluir sombras estructurales, plantación de árboles en torno a los paraderos y ventiladores con atomización de agua.



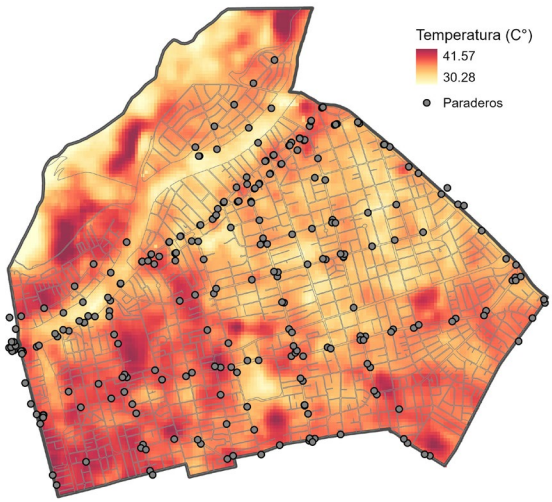


Figura 154. (izq) Paraderos optimizados en Białystok, Poland. Fuente: Lifetreecheck.eu
Figura 155. (der) Temperatura superficial de la ola de calor más intensa registrada (24 de enero de 2019) y localización paraderos. Fuente: elaboración propia.

Criterios de factibilidad y/o diseño

- Priorizar paraderos con mayor afluencia de público.
- Priorizar zonas con altas T° superficiales.

Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Manejo del riesgo frente al calor urbano.	• Permiten reducir el impacto a la salud de las personas producto de las altas temperaturas. • Proveen alivio frente al calor. • Previenen episodios de deshidratación e insolación. • Mejoran la experiencia en el espacio público. • Mejoran la calidad del espacio público.	• Número de paraderos optimizados.

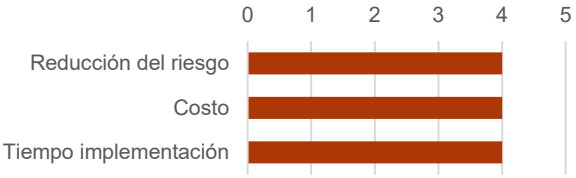
Área mínima de sombra (Shade Factor) 33

Amenazas

Tipo E/N

Ámbito espacial TU

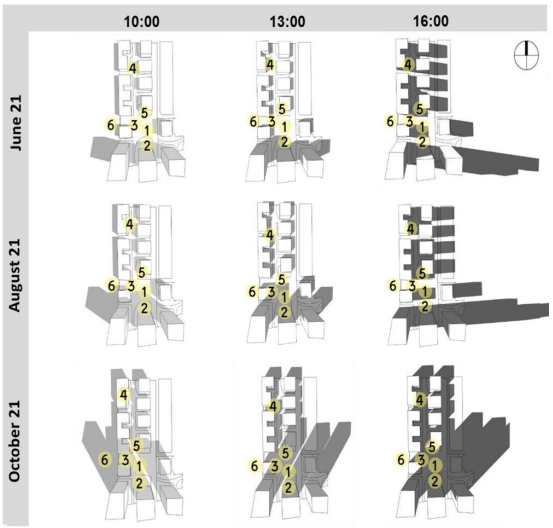
Evaluación



Descripción

Establecimiento de porcentajes mínimos de superficie sombreada según tipologías de espacio público y carga de uso del espacio (pasajes, paraderos, zonas de juego, puntos de interés o reunión, etc.). Dicho mínimo se entiende como un factor, el cual obedece a las condiciones de sombra / exposición a lo largo del día.





Plan division into shaded areas: legend

Plan boundary	
Points of interest and gathering spaces	80%
Walkway	80%
Landscaped area	20%
Schoolyard	50%
Street	80%

Space type	Required shade cover	Shade quantity from existing and planned buildings (% shade)									Meets the criterion?
		June 21			August 21			October 21			
		10 am	1 pm	4 pm	10 am	1 pm	4 pm	10 am	1 pm	4 pm	
Gathering place	80%	0%	10%	50%	50%	75%	90%	90%	90%	100%	No
Gathering place	80%	100%	80%	100%	100%	100%	100%	90%	90%	100%	Yes
Pathway	80% on one path	0%	5%	5%	15%	10%	5%	90%	80%	90%	No
Landscaped area	20%	100%	100%	100%	80%	80%	80%	60%	60%	50%	Yes

Figura 156. Requerimientos (factor) de sombra por tipología de espacio y análisis de sombra para determinar si cumplen o no con el factor. Fuente: Plan de sombras Tel Aviv.

Criterios de factibilidad y/o diseño

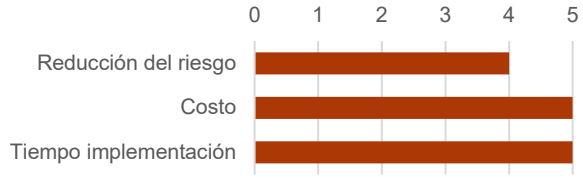
- Factor de sombra se define como: (área sombra / área total del espacio)
- La necesidad de sombra debe decidirse mediante la modelación de sombras en el día según volumetría urbana, verificando si se cumplen los factores definidos.

Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Regulación del calor urbano.	• Reduce temperaturas y efecto isla de calor. • Mejora la calidad del espacio público. • Reduce el riesgo de enfermedades a la piel.	• Modelación de sombra en puntos de interés realizada. • Definición de factores de sombra. • Aplicación de factor de sombra en proyecto piloto.

Incentivar la conservación de masas boscosas en terrenos privados

34

Amenazas		**Evaluación**
Tipo	 PR	
Ámbito espacial	 TU	



Descripción

Programa que incentive a propietarios privados a mantener, mediante un acuerdo, la cobertura arbórea existente, particularmente de árboles maduros y de gran superficie de copa. El objetivo es mantener o evitar la pérdida de la capacidad adaptativa que proveen las masas boscosas al interior de predios frente a olas de calor.

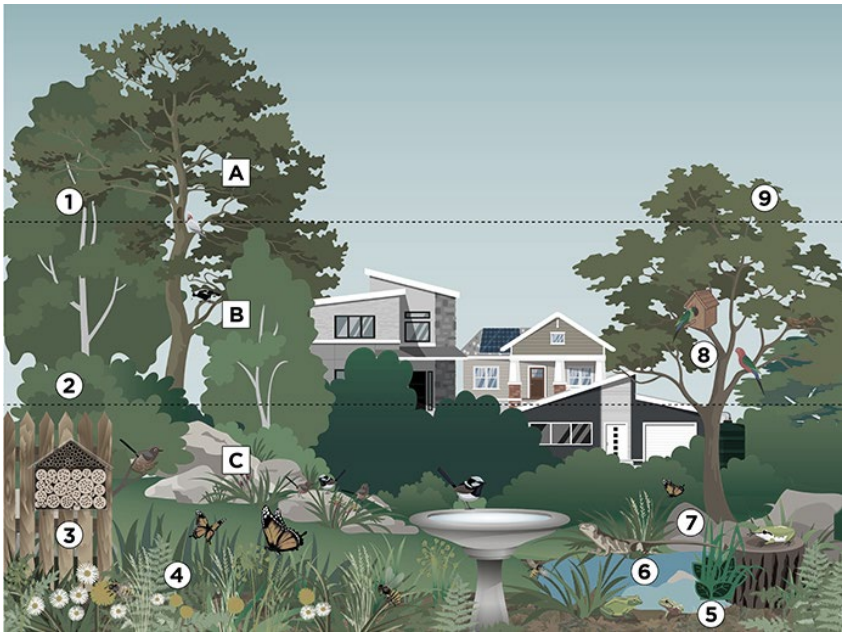


Figura 157. Zonas de bosque de un patio trasero: A = emergente, B = dosel, y C = sotobosque y cubresuelos. 1 = árbol maduro, 2 = arbusto denso, 3 = hotel de insectos, 4 = flores, abejas y mariposas, 5 = acolchado de hojas, 6 = estanque, 7 = rocas y troncos, 8 = caja anidera, 9 = árboles pequeños. Fuente: Environment.nsw.gov.au

Criterios de factibilidad y/o diseño

- Realizar un catastro de árboles o masas boscosas en predios privados mediante inspección visual, encuestas y/o percepción remota (levantamiento por dron).
- Proveer asesorías e insumos como incentivos para la mantención de árboles y promover un manejo adecuado de la vegetación.

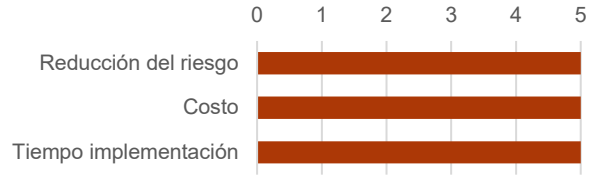
Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Regulación del calor urbano. • Promoción de la biodiversidad. • Secuestro y almacenamiento de carbono.	• Evitar la pérdida de la capacidad adaptativa frente a olas de calor. • Reducir la necesidad de climatización en edificaciones. • Proveer alivio frente al calor. • Potenciar el desarrollo de corredores biológicos biodiversos en barrios.	• Número propietarios con acuerdos favorables. • Número de patios con árboles maduros conservados.

Conservación de corredores fríos y de ventilación

35

Amenazas	
Tipo	SBN
Ámbito espacial	TU

Evaluación



Descripción

Conservación de la cobertura arbórea de corredores verdes establecidos, especialmente aquellos orientados en la dirección de vientos predominantes. Requiere un proceso de priorización y evaluación del estado de salud de los árboles, incorporando estrategias de manejo y reemplazo. Integrar con medidas de arborización, directrices de manejo y protección.



Figura 158. Corredores arbolados (superficie cubierta por copa de árboles) de la comuna de Providencia. Fuente: Elaboración propia.

Criterios de factibilidad y/o diseño

- Priorizar corredores consolidados con alta cobertura arbórea.
- Establecer una línea base de superficie de copa o cobertura arbórea para monitorear su pérdida en el tiempo y, con ello, la necesidad de conservación y reemplazo.

Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Regulación del calor urbano. • Regulación de calidad del aire. • Regulación de los vientos a escala local. • Promoción de la biodiversidad. • Secuestro y almacenamiento de carbono.	• Reducen temperaturas y efecto isla de calor. • Reducen la necesidad de climatización en edificaciones. • Generan hábitat para la biodiversidad. • Mejoran las condiciones de infiltración del suelo. • Mejoran la calidad del espacio público para peatones. • Incrementan la plusvalía.	• Corredores priorizados identificados. • Número de corredores prioritarios con línea base. • Número de corredores prioritarios con medidas implementadas.

Reutilización de aguas grises en nuevos desarrollos

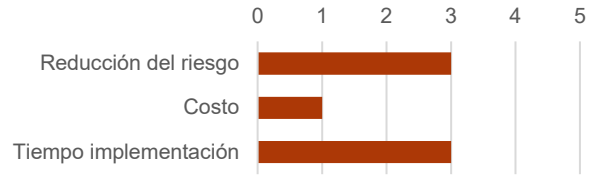
36

Amenazas

Tipo TE

Ámbito espacial ED

Evaluación



Descripción

Sistema de infraestructura sanitaria domiciliaria (individual o colectiva) que permite separar las aguas grises al interior de edificaciones para su posterior reutilización en usos distintos del consumo humano (riego y descarga de aparatos sanitarios). Las aguas grises corresponden a aguas servidas domésticas residuales provenientes de tinas de baño, duchas, lavaderos, lavatorios y otros, excluyendo aguas negras. Se deben incorporar sistemas complementarios de filtrado y depuración de las aguas para alcanzar la calidad indicada por la normativa, la que en Chile corresponde a la Ley 21.075 de 2018 y su Reglamento, el que no ha sido publicado aún.

Tabla Nº 1
Usos urbanos.

Parámetro	Unidad	Límite máximo
DBO_5	mg/l	10
SST	mg/l	10
CF	UFC/100 ml	10
Turbiedad	UNT	5
Cloro libre residual	mg/l	0,5 ≤ X ≤ 2

- **DBO_5**: Demanda Bioquímica de Oxígeno.
- **SST**: Sólidos suspendidos totales.
- **CF**: Coliformes fecales
- **mg/l**: milígramos por litro.
- **UFC/100ml**: Unidades formadoras de colonia
- por cien milímetros.
- **UNT**: Unidades nefelométricas de turbidez.

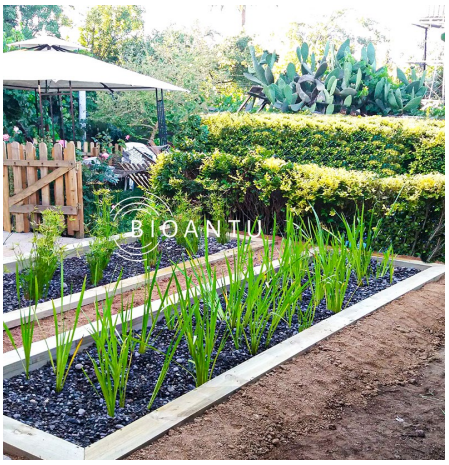


Figura 159. (izq) Calidad de aguas grises para usos urbanos según el Reglamento Ley 21.07: Fuente: Ministerio de Salud.
Figura 160. (der) Humedal depurador de aguas grises. Fuente: Bioantu.

Criterios de factibilidad y/o diseño

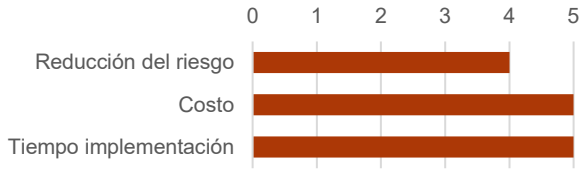
- La Ley 21.075 y su Reglamento establece los requerimientos de diseño, operación, calidad de las aguas grises tratadas y monitoreo y control.
- A nivel urbano, la reutilización de aguas grises ser destinada sólo a riego de jardines o descarga de aparatos sanitarios (Ley 21.075).
- Incentivar la utilización de sistemas de tratamiento natural como humedales depuradores.

Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Regulación de los efectos de la sequía.	• Reducen el consumo de agua a nivel domiciliario. • Generan ahorros en las cuentas de agua. • Reducen el consumo de agua domiciliario a escala comunal. • Generan amenidades paisajísticas en caso de utilizar tratamiento natural.	• Número de desarrollos nuevos con sistemas de reutilización de aguas grises.

Directrices para el diseño de proyectos de paisajismo adaptados al cambio climático (Climate-Proof Garden)	**37**

Amenazas	
Tipo	 E/N
Ámbito espacial	 TU AV/EP

Evaluación



Descripción

Guía para la diseño y manejo de proyectos de paisajismo privados y públicos que consideren el contexto climático local a través de directrices para: (1) selección de especies resistentes a la sequía, plagas y enfermedades y (2) conformación de comunidades de especies con diversidad estructural para diversas funciones como generación de hábitat, infiltración y filtración de agua, mejoramiento del suelo, entre otras. Además, deben incorporarse métodos de manejo del suelo, manejo natural de plagas y enfermedades y riego eficiente. Adicionalmente, la guía puede generar diseños de referencia según la tipología de paisaje, tales como hileras de árboles en veredas, antejardines, jardines interiores, bandejones, plazas y parques.

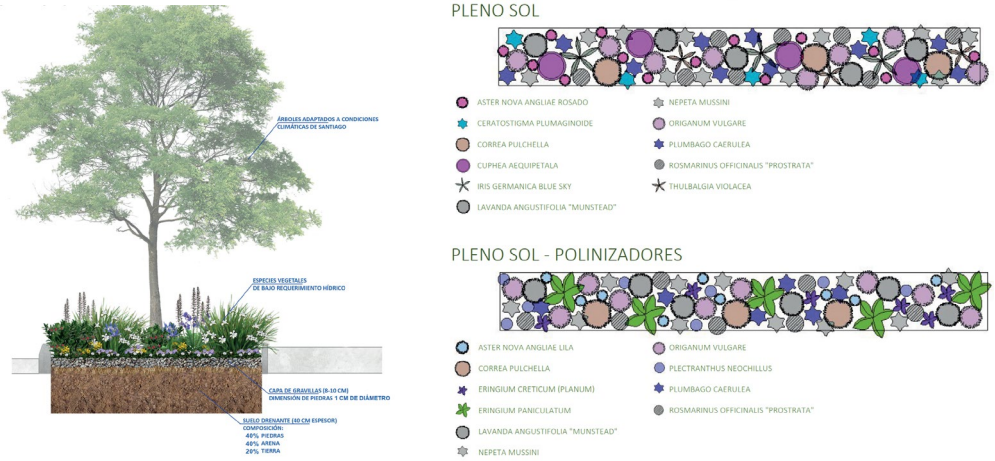


Figura 161. Guía de jardines sustentables. Fuente: Municipalidad de Providencia.

Criterios de factibilidad y/o diseño

- Generar incentivos para su aplicación en patios y antejardines privados.
- Implementar una certificación para incentivar la aplicación práctica de la guía en predios privados.
- Proveer asesorías para un diseño asistido.
- Generar convenios con viveros locales para la compra preferencial de especies y comunidades recomendadas en la guía.
- Incorporar esta medida a la guía de diseño existente.

Funciones	**Beneficios**	**Indicadores de monitoreo**
• Regulación de los efectos de la sequía. • Regulación del calor urbano. • Regulación de inundaciones pluviales. • Regulación de contaminantes en el suelo. • Promoción de la biodiversidad. • Secuestro y almacenamiento de carbono.	• Reducir la demanda de riego en áreas verdes públicas. • Reforzar la construcción de capacidad adaptativa frente a olas de calor. • Potenciar la calidad paisajística del espacio público. • Mejorar la plusvalía de barrios. • Mejorar condiciones de infiltración del suelo.	• Número de personas que descargan la guía. • Número de viviendas con “Climate-Proof Gardens”. • Número (o porcentaje del total de superficie) de áreas verdes con principios de diseño para “Climate-Proof Gardens”.

Recolección de aguas lluvias

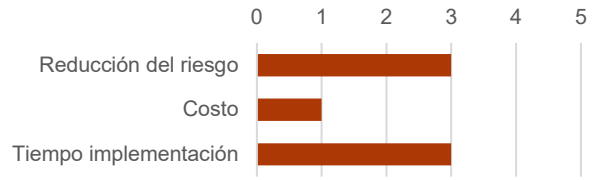
38

Amenazas

Tipo IF

Ámbito espacial ED

Evaluación



Descripción

Sistema de recolección y almacenamiento de aguas lluvias desde escorrentía superficial y techos para uso posterior. Aplicable a edificaciones nuevas o existentes. La captación se realiza generalmente a nivel de techo, pero también puede ser a nivel de suelo, aprovechando infraestructura de drenaje. El agua recolectada puede ser almacenada en estanques cisternas superficiales o subterráneos, dependiendo de la captación. La recolección de aguas lluvias debe acompañarse con medidas como jardines de lluvia, jardineras de aguas lluvias, techos verdes y pavimentos permeables.

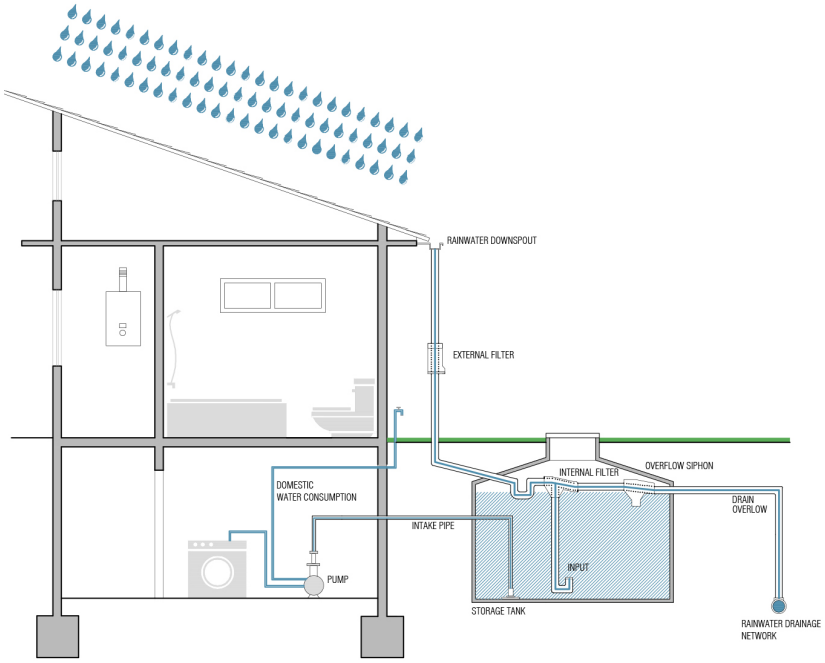


Figura 162. (der) Sistema de recolección con estanque subterráneo Fuente: Flavio Sciaraffia (Deserta).

Criterios de factibilidad y/o diseño

- Aplicable a múltiples usos: edificios residenciales, comerciales, industriales y equipamiento público.
- Los sistemas de captación y almacenamiento pueden ser diseñados como parte de la arquitectura y sistemas sanitarios de la edificación.
- Procurar un sistema de rebalse hacia un sistema de bioretención e infiltración natural.

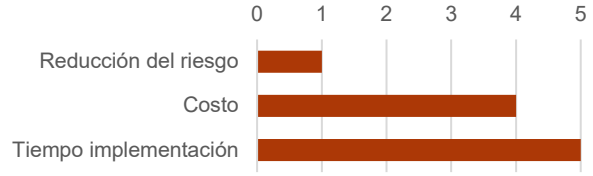
Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Regulación de los efectos de la sequía. • Regulación de inundaciones pluviales.	• Reducen la demanda de agua para usos como riego. • Generan ahorros en las cuentas de agua. • Reducen el volumen de escorrentía urbana.	• Número de proyectos nuevos con sistema de recolección de aguas lluvias. • Número de edificaciones existentes con sistema de recolección de aguas lluvias.

Programas de concientización para la gestión hídrica domiciliaria

39

Amenazas	
Tipo	PR
Ámbito espacial	n/a

Evaluación



Descripción

Programa educativo enfocado en la reducción del consumo de agua por parte de las personas en sus domicilios. Se enfoca en propiciar cambios en hábitos y comportamientos que permitan disminuir la demanda residencial. Esto cobra relevancia, puesto que el consumo "residencial" corresponde al 59% del total comunal (2017-18), siendo el más alto comparativamente con el uso "comercial" (40%) e "industrial" (1%).

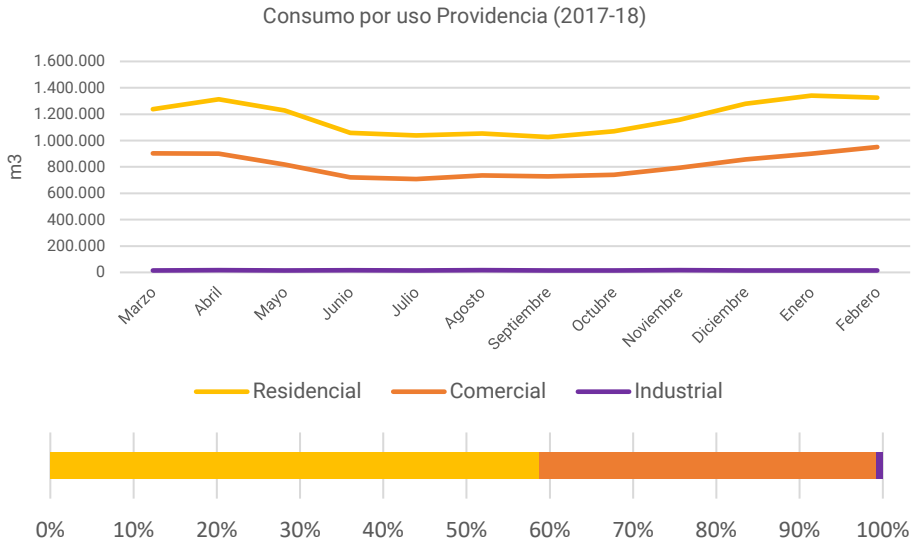


Figura 163. (sup) Consumo de agua por uso o sector desde marzo 2017 a febrero de 2018. Fuente elaboración propia en base a Estrategia Hídrica Local, Municipalidad de Providencia.
Figura 164. (inf) Consumo por uso o sector 2017-18, Providencia. Fuente elaboración propia en base a Estrategia Hídrica Local, Municipalidad de Providencia.

Criterios de factibilidad y/o diseño

Se recomienda integrar las siguientes medidas y consideraciones a la Estrategia Hídrica local:

- Desarrollar manuales con estrategias de ahorro para administraciones de edificios.
- Generar acuerdos o compromisos voluntarios con residentes (contra incentivos) como forma de asegurar la ejecución de medidas de eficiencia hídrica.
- Monitorear y hacer seguimiento a residentes o administraciones de copropiedades para evaluar la efectividad de las medidas implementadas.

Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Regulación de los efectos de la sequía.	• Reducir la demanda de agua para usos como riego. • Generar ahorros en las cuentas de agua. • Reducir el volumen de escorrentía urbana. • Generar conciencia respecto de la huella hídrica en el sector privado.	• Número de acuerdos voluntarios alcanzados. • Porcentaje de reducción de consumo residencial anual respecto de año de referencia.

Manejo optimizado del riego de áreas verdes por parte de vecinos

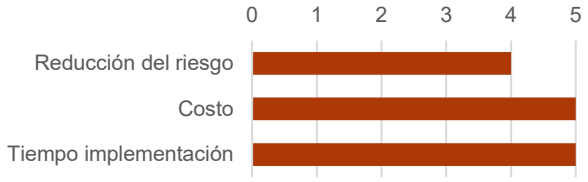
40

Amenazas

Tipo E/N

Ámbito espacial AV/EP

Evaluación



Descripción

El objetivo es hacer más eficiente el riego de las áreas verdes frente a propiedades por parte de los vecinos, considerando las obligaciones dispuestas en la Ordenanza de Ornato. Hay que recordar que el objetivo del riego es reponer el agua transpirada por las plantas y el agua evaporada desde el suelo, de manera que las plantas puedan realizar fotosíntesis. Una forma de lograrlo es definir una demanda de riego (volumen) dada por parámetros como la evapotranspiración (mm/día), el área a regar (m2) y la profundidad a alcanzar con el riego. Así, las características del sistema de riego pueden diseñarse para cumplir con dicho estándar. Las características incluyen el tipo de riego (aspersores, microjet, goteo, etc), caudal, número de bocas, tiempo de riego, etc.

Tabla 1. Información de sectores.

Número de sectores	10
Ancho de sectores	13m
Largo de sectores	15m

Tabla 3. Ejemplo de cálculo de riego y aprovisionamiento.

Mes de mayor demanda de agua	Enero	
Evapotranspiración en enero (1. CLIMA)	6,4	mm/día
Profundidad a alcanzar con el riego	0,3	m
Número de aspersores por línea	4	
Precipitación del sistema por riego aspersión (caudal de 4 aspersores/área mojamiento)	9,3	mm/h
Lámina de agua en cada riego con aspersor	9,3	mm
Tiempo de riego con línea de aspersor	1	h
Volumen de agua necesario para regar todo el huerto en un día (2 líneas cada sector)	99	m3
Período de seguridad con agua almacenada en pleno verano (1. CLIMA máximo días sin pp)	50	días
Volumen de agua en laguna (99m3x50días)	4941	m3
Tiempo de llenado según caudal de pozo	14	días

Figura 165. Ejemplo de cálculo de demanda de riego utilizando parámetros de evapotranspiración diaria. Fuente: Huerto Orgánico Regenerativo Biointensivo, Huerto Cuatro Estaciones.

Criterios de factibilidad y/o diseño

- Considerar proveer asesoría para los cálculos del sistema de riego.
- Establecer estándares mensuales en base a la evapotranspiración diaria (mm/día) y tipos de paisajes a regar.
- Integrar con medida 42: Monitoreo del nivel freático y evapotranspiración.

Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Regulación de los efectos de la sequía. • Regulación del calor urbano.	• Hacer más eficiente y efectivo el riego de las áreas verdes frente a propiedades, particularmente los árboles. • Reducir la demanda de agua para riego. • Generar ahorros en las cuentas de agua. • Mantener la capacidad adaptativa provista por el arbolado urbano frente a olas de calor.	• Se establecen las demandas de riego en la ordenanza. • Número de propietarios o copropiedades con sistema de riego optimizado.

Monitoreo y detección de fugas en la red de agua potable

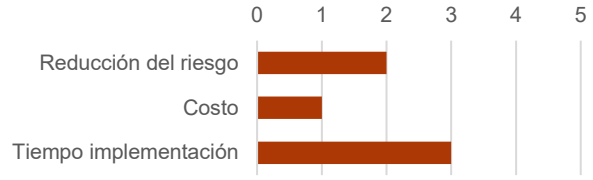
41

Amenazas

Tipo TE

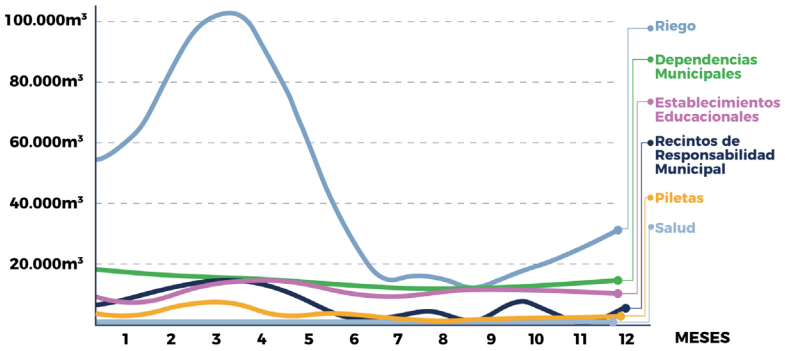
Ámbito espacial TU

Evaluación



Descripción

Implementación de acciones para la detección de fugas, principalmente en el suministro de edificios municipales y redes de irrigación de parques y plazas. La pérdida de agua de la red de distribución se contabiliza como “agua no facturada”, la que se atribuye generalmente a problemas en la infraestructura hídrica. La empresa sanitaria que abastece Providencia reporta un 32,5% de agua no facturada al 2021 (promedio Chile: 33,2%, 2021) El objetivo entonces es reducir el volumen de pérdidas de agua potable en el contexto de sequía.



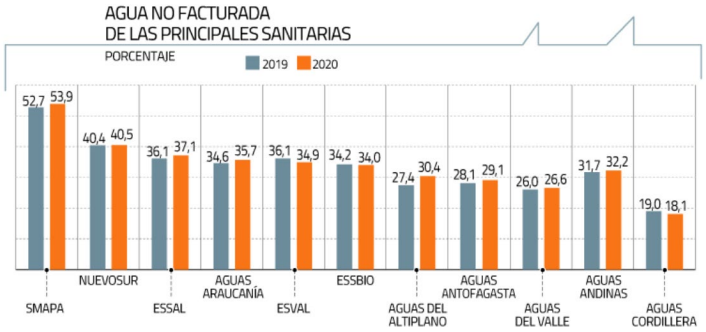


Figura 166. (sup) Consumo municipal anual por sector (2017). Fuente: Estrategia Hídrica Local, Municipalidad de Providencia.
Figura 167. (inf) Agua no facturada principales sanitarias (2019-20) Fuente: Diario Financiero.

Criterios de factibilidad y/o diseño

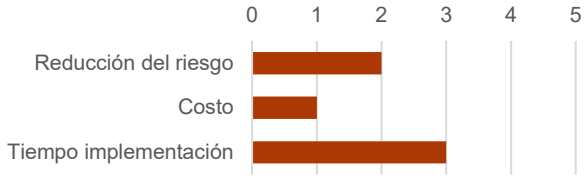
- Priorizar redes ligadas al riego de diversas tipologías de áreas verdes, dependencias municipales y establecimientos educacionales.
- Coordinar y trabajar en conjunto con el proveedor de servicios sanitarios de agua potable.

Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Regulación de los efectos de la sequía.	• Reducir la demanda de agua para riego. • Reducir la demanda de agua potable municipal. • Generar ahorros en las cuentas de agua públicas.	• Porcentaje de fugas reparadas del total detectadas.

Monitoreo del nivel freático y evapotranspiración

42

Amenazas		**Evaluación**
Tipo	TE	
Ámbito espacial	TU	



Descripción

Sistema de monitoreo del nivel de la napa de agua por zona y la evapotranspiración para determinar de mejor forma la demanda de riego de áreas verdes públicas (ver medida 40). Integrar con la medida de manejo optimizado del riesgo.

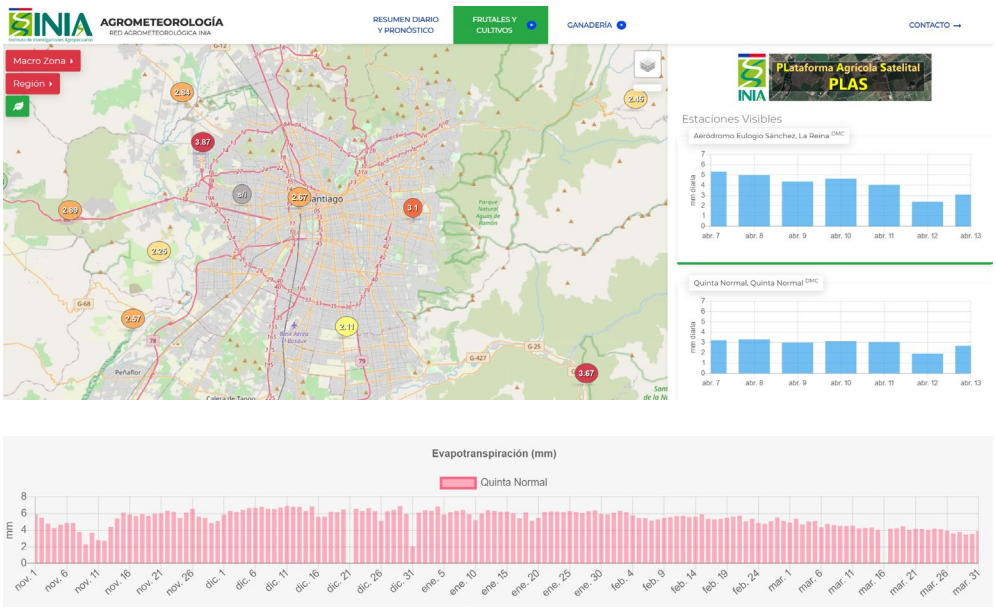


Figura 168. (sup) Evapotranspiración diaria para estaciones en la RM. Fuente: Red Agrometeorológica, INIA.
Figura 169. (inf) Evapotranspiración diaria Estación Quinta Normal entre nov-2022 – mar-2023. Fuente: Red Agrometeorológica, INIA.

Criterios de factibilidad y/o diseño

- Considerar monitoreo por sector (unidad vecinal u otra).
- Considerar una plataforma de información de acceso público.

Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Regulación de los efectos de la sequía.	• Calibrar la demanda de riego. • Hacer más eficiente y efectivo el riego de las áreas verdes frente a propiedades y de parques y plazas.	• Sistema de monitoreo en funcionamiento.

Artefactos sanitarios de bajo consumo

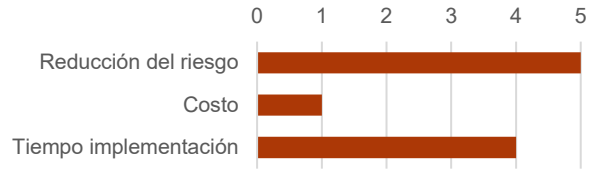
43

Amenazas

Tipo PR

Ámbito espacial TU

Evaluación



Descripción

Incentivar la instalación de artefactos sanitarios de bajo consumo en desarrollos nuevos y generar un programa de recambio en viviendas existentes y dependencias municipales. El objetivo es reducir la demanda de agua potable residencial y la demanda de dependencias municipales como establecimientos educacionales.

Tipo WC	Consumo	N° de usos diarios	Consumo anual
Regular	26,5 LPU	5	48.400
Regular	18,9 LPU	5	34.607
Regular	13,2 LPU	5	25.607
Regular	6,1 LPU	5	11.067
Eficiente	4,8 LPU	5	8.852

LPU: Litros por uso

Figura 170. Comparativo de diversos WC vs uno eficiente. Fuente: Wáter-saver.org

Criterios de factibilidad y/o diseño

- Establecer un proyecto piloto para demostrar eficiencias.
- Establecer incentivos para desarrollos de edificios de departamentos (vivienda colectiva).

Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Regulación de los efectos de la sequía.	• Reducen la demanda de agua potable (hasta 50-60% en viviendas). • Generan ahorros den las cuentas de agua.	• Número de viviendas nuevas con artefactos eficientes. • Número de viviendas con recambio a artefactos eficientes. • Número de dependencias municipales con artefactos eficientes.

Implementar sistemas de telegestión para riego de áreas verdes

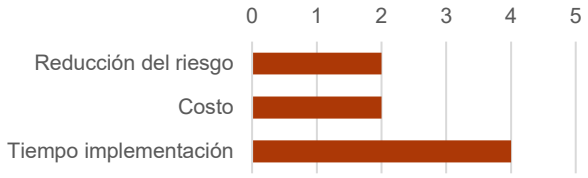
44

Amenazas

Tipo TE

Ámbito espacial AV/EP

Evaluación



Descripción

Automatizar el riego de áreas verdes que aún no tienen sistema de riego gestionado a distancia. El objetivo es mejorar la eficiencia en el riego y calibrar el manejo en función de otros parámetros monitorearles como la evapotranspiración y nivel freático.

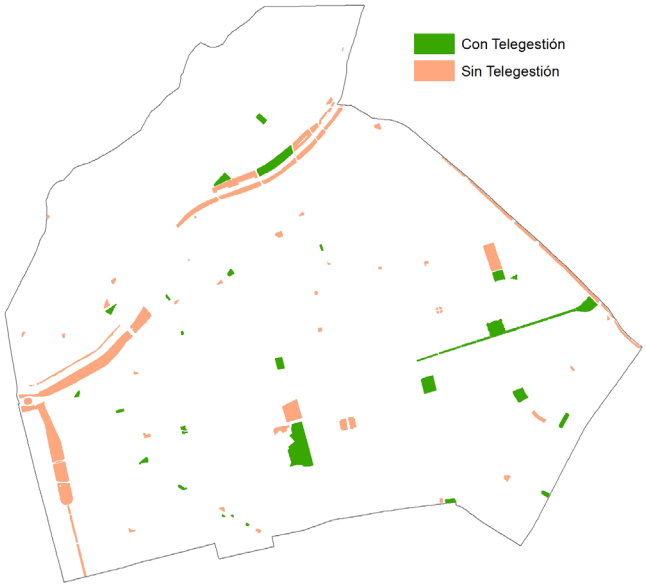


Figura 171. Parques y plazas con sistema de telgestión del riesgo según datos de la Municipalidad. Fuente: elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Providencia.

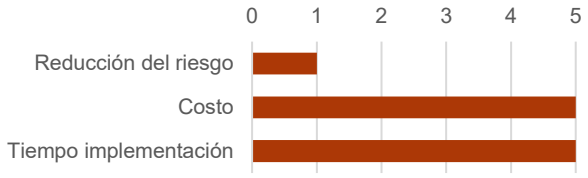
Criterios de factibilidad y/o diseño

- Calcular las demandas de riego en función del sistema de monitoreo del nivel freático y evapotranspiración (ver medida 42).

Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Regulación de los efectos de la sequía.	• Reducir la demanda de agua para riego. • Reducir la demanda de agua potable municipal. • Generar ahorros en las cuentas de agua públicas	• Porcentaje del total de áreas verdes con sistema de telegestión.

Incentivar la gestión del recurso hídrico en el sector privado	45

Amenazas		**Evaluación**
Tipo	PR	
Ámbito espacial	n/a	



Descripción

Programa de incentivo para la certificación de sustentabilidad de la huella hídrica en empresas del sector privado. El objetivo es lograr que las empresas adhieran a instrumentos voluntarios para la implementación de acciones orientadas a la gestión hídrica. Se recomienda utilizar instrumentos existentes público-privados como el "Certificado Azul" de la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático, que busa promover el uso eficiente y sostenible del agua en la producción de bienes y servicios.

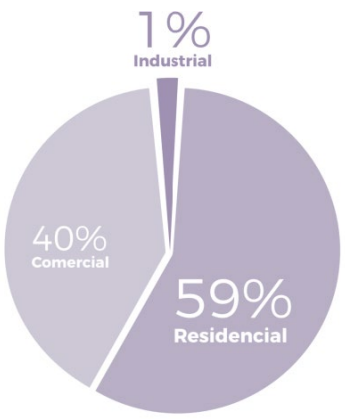


Figura 172. El sector comercial comprende el 40% del consumo de agua Comunal (2017-18) Fuente: Estrategia Hídrica Local Municipalidad de Providencia.

Criterios de factibilidad y/o diseño

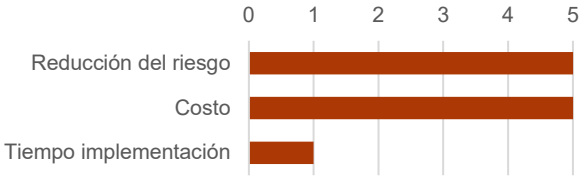
- Considerar la comunicación de los beneficios de las certificaciones de gestión y sostenibilidad en torno al agua: sostenibilidad, fortalecimiento de imagen, reducción de costo, gastos deducibles a la renta, etc.

Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Regulación de los efectos de la sequía.	• Reducir la demanda de agua a nivel comunal. • Generar conciencia respecto de la huella hídrica en el sector privado.	• Número de empresas alcanzadas.

Propiciar alturas máximas proporcional al ancho de calle

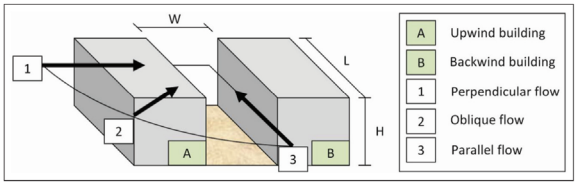
46

Amenazas		**Evaluación**
Tipo	E/N	
Ámbito espacial	TU	



Descripción

Normativa que propicie una relación 1:1 entre altura máxima (H) y el ancho total (W) del espacio comprendido entre edificaciones, incluyendo calle, vereda y el distanciamiento entre línea oficial y línea de edificación. Este espacio se denomina cañón urbano y su morfología afecta el comportamiento de los vientos. En la medida que se mantiene una relación H/W de 1 las corrientes de aire tienen a pasar sobre las estructuras, disminuyendo la intensidad de turbulencias y vórtices.



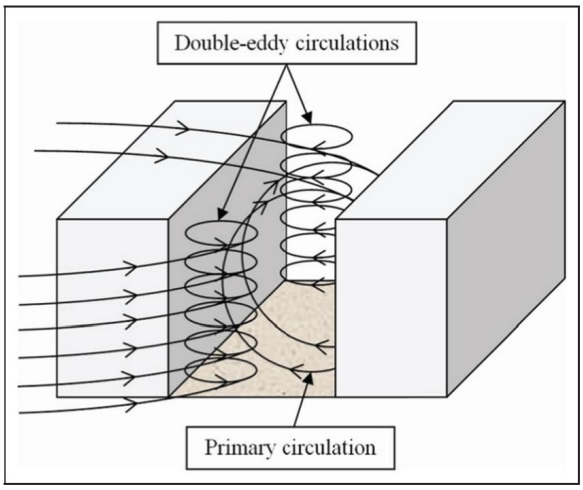


Figura 173. (sup) Parámetros morfológicos de un cañón urbano. Fuente Yazid et al.
Figura 174. (inf) Generación de turbulencias (movimiento cilíndrico paralelo al suelo) y vórtices (movimiento cilíndrico perpendicular al suelo) con viento perpendicular al cañón urbano. Fuente Yazid et al.

Criterios de factibilidad y/o diseño

- Considerar factibilidad de aplicación de la medida en nuevas zonas de desarrollo.

Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Regulación de los vientos a escala local.	• Reducir la intensidad de turbulencias y vórtices en el tejido urbano.	• Normativa implementada en el IPT.

Podar o quitar árboles y ramas muertas, dañadas o podridas

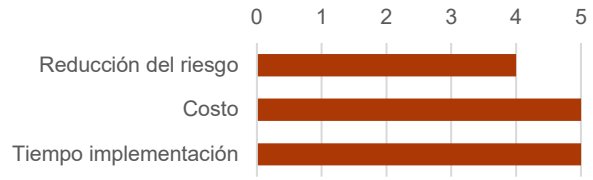
47

Amenazas

Tipo PR

Ámbito espacial TU

Evaluación



Descripción

Programa de monitoreo y manejo de árboles para evitar la caída de árboles dañados o ramas durante eventos de vientos de alta velocidad.

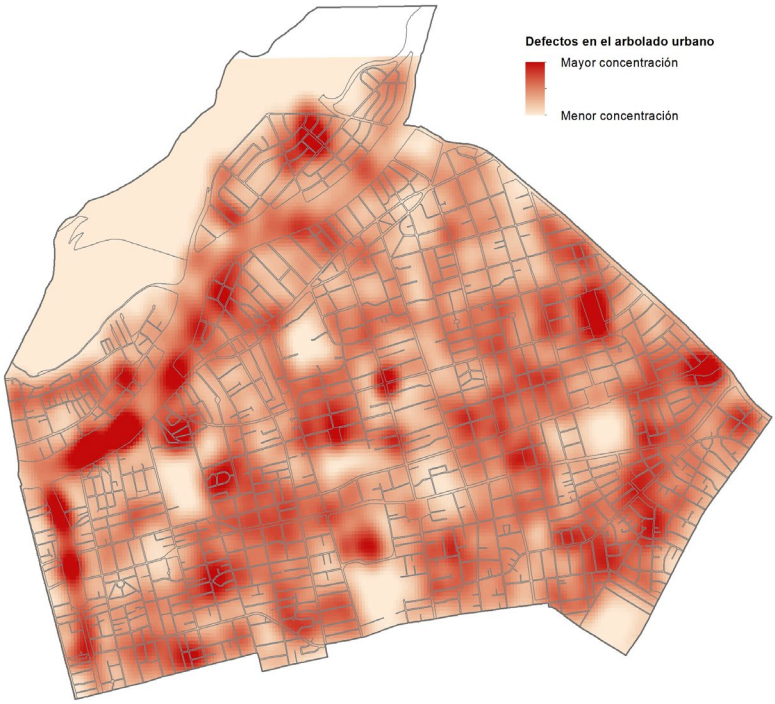


Figura 175. Distribución territorial de la concentración de defectos en el arbolado urbano. Fuente: elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Providencia.

Criterios de factibilidad y/o diseño

- Considerar un monitoreo recurrente (estacional).
- Considerar un manejo priorizado por calles según cobertura arbórea, cantidad de árboles y estado de los árboles.

Funciones	Beneficios	Indicadores de monitoreo
• Regulación del impacto de los vientos.	• Disminuir los impactos en personas y bienes por caída de ramas. • Manejo integral del arbolado urbano.	• Monitoreo recurrente (estacional) de defectos en el arbolado urbano implementado.

Anexo 2. Entregables digitales: sistema de gestión SIG y estadísticas Excel

I. ORGANIZACIÓN DE LOS ENTREGABLES DIGITALES

Los entregables digitales se organizan en una estructura de carpetas y subcarpetas. Hay dos carpetas principales Excel y SIG. La primera contiene archivos tabulares en formato *.xlsx, mientras que la segunda incorpora archivos geoespaciales en diversos formatos, tales como *gdb (geodatabase), *.shp (shapefile), *tif (raster) y *.dbf (tabla asociada a shapefile).

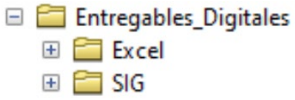


Figura 176. Estructura de carpeta de los entregables digitales. Fuente: elaboración propia.

II. ENTREGABLES DIGITALES

1. Sistema de gestión SIG

En esta carpeta se incluyen los productos geoespaciales correspondientes al riesgo y sus componentes que han servido como insumo para los análisis desplegados en el informe. De esta forma, los productos geoespaciales y su organización conforman un sistema de gestión que han hecho posible concretar los objetivos del estudio:

- Evaluar el riesgo climático y sus componentes.
- Determinar áreas homogéneas y prioritarias de riesgo.
- Determinar las medidas de adaptación en función del riesgo por Unidad Vecinal.

La estructura de subcarpetas es temática. Cada una contiene diversos archivos geoespaciales los que pueden ser abiertos en plataformas SIG como ArcMap, ArcGIS Pro o QGIS. Para más información sobre el tipo de archivos, ver E2 punto III (Levantamiento y sistematización de la información). En la página siguiente se detallan los archivos geoespaciales.

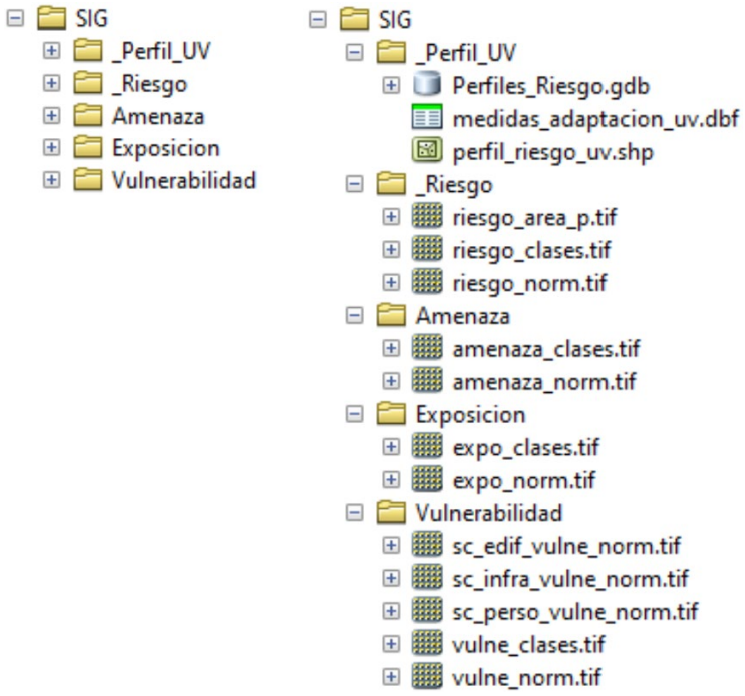
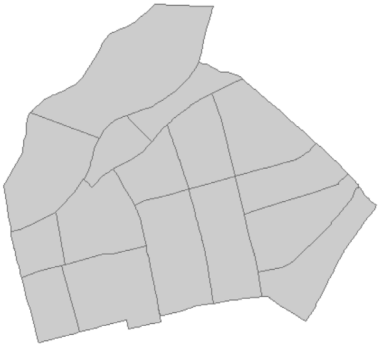
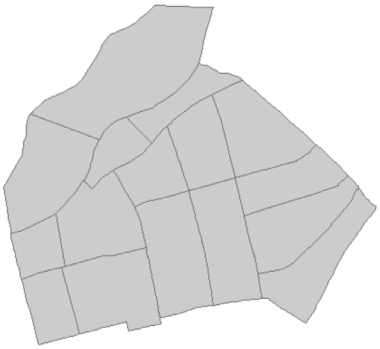
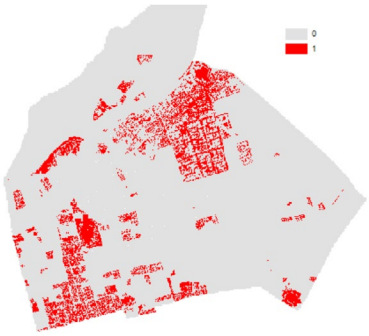
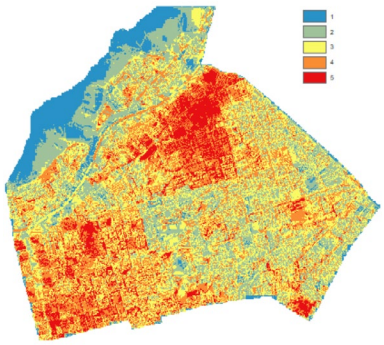
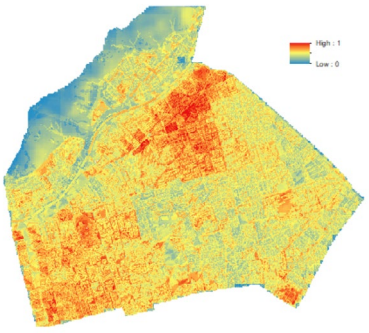
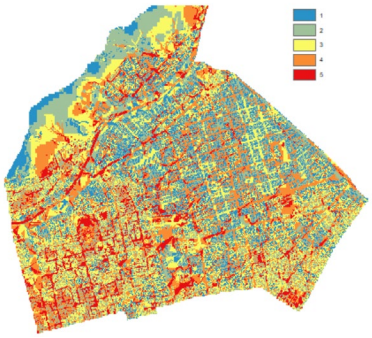
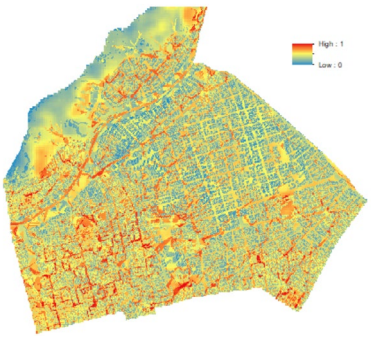
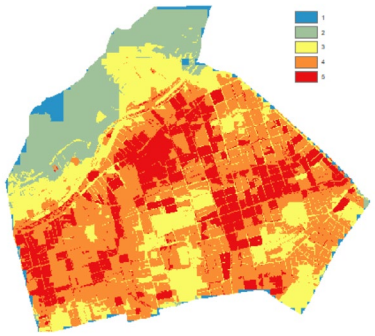
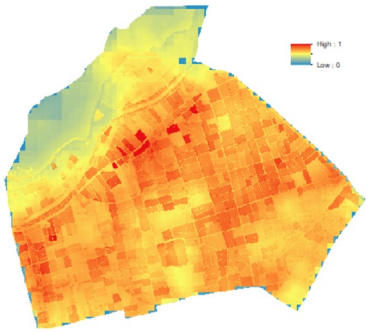
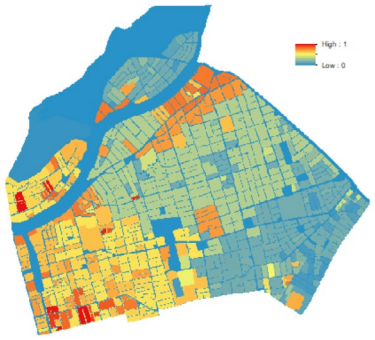
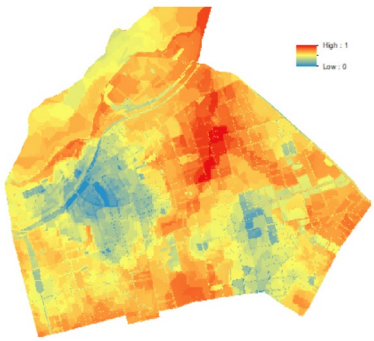


Figura 177. Estructura de carpeta y subcarpetas de productos geoespaciales. Fuente: Elaboración propia.

Nombre de archivo	Formato	Descripción	Imagen referencial
Perfiles_Riesgo.gdb	*.gdb Geodatabase	Geodatabase con perfil de riesgo por unidad vecinal. Contiene la misma información que el shapefile “prefil_riesg_uv”. Ver punto III en E4 para detalle y descripción de los campos de atributos.	
medidas_adaptacion_uv	*dbf Formato tabla desplegable en software SIG, la cual puede o no estar asociada a un shapefile.	Tabla con medidas de adaptación recomendadas para cada unidad vecinal. Esta tabla puede ser “relacionada” con el shapefile “perfil_riesgo_uv”. Ver punto III en E4 para detalle y descripción de los campos de atributos.	n/a
perfil_riesgo_uv.shp	*.shp Shapefile	Shapefile de Unidades Vecinales con campos de información correspondientes al perfil de riesgo. Ver punto III en E4 para detalle y descripción de los campos de atributos.	
riesgo_area_p.tif	*.tif Raster	Áreas prioritarias de riesgo. Clases: 1: área prioritaria 0: no es área prioritaria	

Nombre de archivo	Formato	Descripción	Imagen referencial
riesgo_clases.tif	*.tif Raster	Zonas homogéneas de riesgo. Clases: 1: Muy bajo 2: Bajo 3: Medio 4: Alto 5: Muy Alto	
riesgo_norm.tif	*.tif Raster	Riesgo climático normalizado. Valores entre 0 y 1. A mayor valor, mayor riesgo. Se recomienda clasificar los valores utilizando el método de “quiebres naturales”.	
amenaza_clases.tif	*.tif Raster	Índice de amenaza en clases. Clases: 1: Muy baja 2: Baja 3: Media 4: Alta 5: Muy alta	
amenaza_norm.tif	*.tif Raster	Índice de amenaza normalizado. Valores entre 0 y 1. A mayor valor, mayor amenaza. Se recomienda clasificar los valores utilizando el método de “quiebres naturales”.	

Nombre de archivo	Formato	Descripción	Imagen referencial
expo_clases.tif	*.tif Raster	Índice de exposición en clases. Clases: 1: Muy baja 2: Baja 3: Media 4: Alta 5: Muy alta	
expo_norm.tif	*.tif Raster	Índice de exposición normalizado. Valores entre 0 y 1. A mayor valor, mayor exposición. Se recomienda clasificar los valores utilizando el método de “quiebres naturales”.	
sc_edif_vulne_norm.tif	*.tif Raster	Vulnerabilidad para el sistema crítico “edificaciones”. Valores entre 0 y 1. A mayor valor, mayor vulnerabilidad.	
sc_infra_vulne_norm.tif	*.tif Raster	Vulnerabilidad para el sistema crítico “infraestructura y equipamiento”. Valores entre 0 y 1. A mayor valor, mayor vulnerabilidad.	

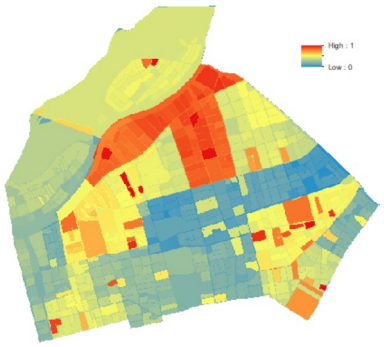
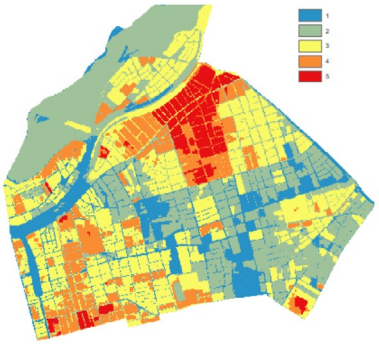
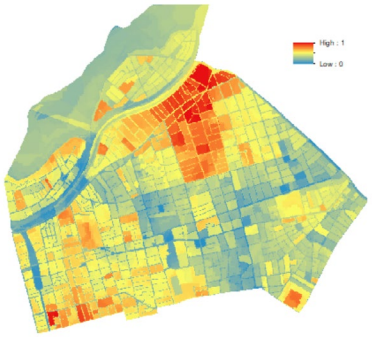
Nombre de archivo	Formato	Descripción	Imagen referencial
sc_perso_vulne_norm.tif	*.tif Raster	Vulnerabilidad para el sistema crítico “personas”. Valores entre 0 y 1. A mayor valor, mayor vulnerabilidad.	
vulne_clases.tif	*.tif Raster	Índice de vulnerabilidad en clases. Clases: 1: Muy baja 2: Baja 3: Media 4: Alta 5: Muy alta	
vulne_norm.tif	*.tif Raster	Índice de vulnerabilidad normalizado. Valores entre 0 y 1. A mayor valor, mayor vulnerabilidad. Se recomienda clasificar los valores utilizando el método de “quiebres naturales”.	

Tabla 41. Descripción de los archivos geoespaciales. Fuente: elaboración propia.

2. Estadísticas en Excel

Si bien no forman parte de los entregables comprometidos, se agregaron una serie de archivos tabulares en formato Excel con información relevante expuesta en el informe. La carpeta Excel no posee subcarpetas, sólo archivos:

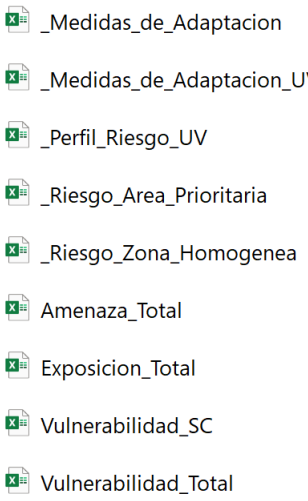


Figura 178. Archivos en formato Excel. Fuente: Elaboración propia.

La tabla a continuación detalla el contenido de cada archivo:

Nombre de archivo	Formato	Descripción por pestaña (tab)
_Medidas_de_Adaptacion	*.xlsx (Excel)	• **Medidas**: Listado con 47 medidas de adaptación indicando: tipo de medida, ámbito espacial (primario y secundario), amenaza (primaria, secundaria y terciaria), evaluación (reducción del riesgo, costo y tiempo de implementación).
_Medidas_de_Adaptacion_UV	*.xlsx (Excel)	• **Medidas_UV:** Listado de medidas de adaptación asignadas a cada Unidad Vecinal según el perfil de riesgo. Además del nombre de la medida se incluye el tipo de medida, ámbito espacial (primario y secundario), amenaza (primaria, secundaria y terciaria), evaluación (reducción del riesgo, costo y tiempo de implementación).
_Perfil_Riesgo_UV	*.xlsx (Excel)	• **Diccionario**: Significado de los campos de la tabla con datos del perfil por unidad vecinal. • **Perfil_UV**: Tabla con estadísticas incluidas en el perfil de cada unidad vecinal. Las estadísticas corresponden a: ○ Riesgo superficie (ha): Superficie (ha) por UV en cada clase de riesgo. ○ Riesgo %: Porcentaje de superficie de UV en cada clase de riesgo. ○ Área Prioritaria: Superficie (ha) de área prioritaria por UV; % de UV que no es área prioritaria y % de UV que corresponde a área prioritaria. ○ Amenaza: Superficie (ha) de UV según nivel de amenaza “muy alta”; % de UV según nivel de amenaza “muy alta”.

Nombre de archivo	Formato	Descripción por pestaña (tab)
		○ Exposición: Superficie (ha) de UV según nivel de exposición “muy alto”; % de UV según nivel de exposición “muy alto”. ○ Componentes de vulnerabilidad: Valor normalizado de la vulnerabilidad para cada componente. Los valores van entre 0 y 1. A mayor valor, mayor es la vulnerabilidad. ○ Dimensiones de vulnerabilidad: Valor normalizado de la vulnerabilidad para cada dimensión. Los valores van entre 0 y 1. A mayor valor, mayor es la vulnerabilidad.
_Riesgo_Area_Prioritaria	*.xlsx (Excel)	• **AP_Escenarios**: Estadísticas con cada escenario de área prioritaria evaluado. Se indica el área en m^2 y ha que cumple y no con el criterio de área prioritaria. • **AP_Escenario5_UV**: % de superficie de UV y área de UV (ha) que cumple y no cumple con el criterio de área prioritaria para el escenario seleccionado.
_Riesgo_Zona_Homogenea	*.xlsx (Excel)	• **Riesgo_Comuna**: Superficie (ha) a escala comunal en cada zona homogénea de riesgo (clases). • **Riesgo_UV**: % de superficie de UV y área de UV (ha) en cada zona homogénea de riesgo (clases).
Amenaza_Total	*.xlsx (Excel)	• **Amenaza_Comuna**: Superficie (ha) a escala comunal según nivel (clase) de amenaza. • **Amenaza_UV**: % de superficie de UV y área de UV (ha) según nivel (clase) de amenaza.
Exposicion_Total	*.xlsx (Excel)	• **Expo_Comuna**: Superficie (ha) a escala comunal según nivel (clase) de exposición. • **Expo_UV**: % de superficie de UV y área de UV (ha) según nivel (clase) de exposición.
Vulnerabilidad_SC	*.xlsx (Excel)	• **SC_Personas**: Promedio de vulnerabilidad para el sistema crítico “personas” para cada UV. Valores entre 0 y 1. A mayor valor, mayor es la vulnerabilidad. • **SC_Edificaciones**: Promedio de vulnerabilidad para el sistema crítico “edificaciones” para cada UV. Valores entre 0 y 1. A mayor valor, mayor es la vulnerabilidad. • **SC_Infra_Equip**: Promedio de vulnerabilidad para el sistema crítico “infraestructura y equipamiento” para cada UV. Valores entre 0 y 1. A mayor valor, mayor es la vulnerabilidad.
Vulnerabilidad_Total	*.xlsx (Excel)	• **Vul_Comuna**: Estadísticas de vulnerabilidad a escala comunal. Se incluye superficie por nivel (clase) de vulnerabilidad y % de superficie comunal según clase de vulnerabilidad. • **Vul_UV**: % de superficie de UV y área de UV (ha) por nivel (clase) de vulnerabilidad.

Tabla 42. Descripción de los archivos Excel. Fuente: Elaboración propia

Referencias

REFERENCIAS GENERALES

Adapt Chile. (2019). Guía para Gestión Local del Cambio Climático.

Banerjee, A., Chen, R., Meadows, M. E., Sengupta, D., Pathak, S., Xia, Z., et al. (2021). Tracking 21st century climate dynamics of the Third Pole: An analysis of topo-climate impacts on snow cover in the central Himalaya using Google Earth Engine. Int. J. Appl. Earth Observ. Geoinf. 103, 102490.

Cao, X., Feng, Y. & Shi, Z. Spatio-temporal Variations in Drought with Remote Sensing from the Mongolian Plateau During 1982–2018. Chin. Geogr. Sci. 30, 1081–1094 (2020).

Cardona, O.D., M.K. van Aaist, J. Birkmann, M. Fordham, G. McGregor, R. Perez, R.S. Pulwarty, E.L.F. Schipper, and B.T. Sinh (2012) Determinants of risk: exposure and vulnerability. En Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.- K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (Eds.), A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (pp. 65-10). Cambridge, UK, and New York, NY, USA: Cambridge University Press.

Carvacho, L. Asigcon. (20012). Propuesta de un método para la comparación de unidades espaciales utilizando variables normalizadas sobre una base conceptual. En Anales del XXXII Congreso Nacional y XVII Internacional de Geografía: Conciencia Geográfica en el Tercer Milenio (pp. 448-455).

Cohen, N., Freudenberg, N., & Willingham, C. (2017). Growing a Regional Food Shed in New York: Lessons from Chicago, Toronto and Cincinnati. CUNY Urban Food Policy Institute.

CONAMA. (2006). Estrategia Nacional de Cambio Climático.

CONAMA. (2012). Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2008-2012 (PNACC I).

Ermida SL, Soares P, Mantas V, Göttsche F-M, Trigo IF. Google Earth Engine Open-Source Code for Land Surface Temperature Estimation from the Landsat Series. Remote Sensing. 2020; 12(9):1471. https://doi.org/10.3390/rs12091471

FAO. (2018). Sustainable food systems. Concept and framework.

Forman, Richard T. T. (2014). Urban Ecology. Science of Cities. Cambridge University Press.

GeoAdaptive. (2020). Informe de riesgos climáticos para la Región Metropolitana.

GORE RM, MMA, CAS. (2012). Propuesta de Plan de Adaptación al Cambio Climático para la Región Metropolitana de Santiago de Chile.

GORE RM. (2017). Estrategia de Resiliencia Región Metropolitana de Santiago.

Henríquez, Cristián, Aspee, Nicolle, & Quense, Jorge. (2016). Zonas de catástrofe por eventos hidrometeorológicos en Chile y aportes para un índice de riesgo climático. Revista de geografía Norte Grande, (63), 27-44

IPCC. (2014). Cambio climático: Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resumen para Las responsabilidades políticas, 33.

Lavell, A., M. Oppenheimer, C. Diop, J. Hess, R. Lempert, J. Li, R. Muir-Wood, & S. Myeong. (2012). Climate change: new dimensions in disaster risk, exposure, vulnerability, and resilience. En Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (Eds.), Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (pp. 25-64). Cambridge, UK, and New York, NY, USA: Cambridge University Press.

MINAGRI, CONAF. (2016). Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales 2017-2025.

MMA. (2014). Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático.

MMA. (2017). Cambio Climático en la Región Metropolitana.

MMA. (2018). Plan de Adaptación al Cambio Climático para Ciudades 2018-2022.

MMA. (2022). Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022 (PNACC II).

Muncipalidad de Providencia. (2015). Plan local de cambio climático Comuna de Providencia.

Muncipalidad de Providencia. (2020). Estudio de riesgo y vulnerabilidad climática. Documento Maestro.

Municipalidad de Providencia. (2020). Estrategia hídrica local 2020-2030 Municipalidad de Providencia.

Oficina de Cambio Climático de la Sección de Climatología de la Dirección Meteorológica de Chile. (2021). Reporte anual de la evolución del clima en Chile 2020. DGAC-DMC.

Oficina de Cambio Climático de la Sección de Climatología de la Dirección Meteorológica de Chile. (2022). Reporte anual de la evolución del clima en Chile 2021. DGAC-DMC.

Oke, T.R (1988). "Street design and urban canopy layer climate". Energy and Buildings. 11 (1–3): 103–113. doi:10.1016/0378-7788(88)90026-6

ONEMI. (2012). Díptico Inundaciones. Oficina Nacional de Emergencias.

ONEMI. (2017). Plan regional específico de emergencia por variable de riesgo remoción en masa borde costero Región de Antofagasta. 43.

ONEMI. (2021). Glosario gestión del riesgo de desastres. ONEMI: Ministerio del Interior y Seguridad Pública. ONEMI: Ministerio del Interior y Seguridad Pública.

Prakash M, Ramage S, Kavvada A, Goodman S. Open Earth Observations for Sustainable Urban Development. Remote Sensing. 2020; 12(10):1646.

SECPLA. (2005). Estudio de riesgos y protección ambiental Comuna de Providencia.

Stevens, F. R., Gaughan, A. E., Linard, C. & Tatem, A. J. (2015). Disaggregating Census Data for Population Mapping Using Random Forests with Remotely-Sensed and Ancillary Data. PLoS ONE 10, e0107042

UNISDR The United Nations Office for Disaster Risk Reduction. (2017). A Handbook for Local Government Leaders Making Cities Resilient – My City is Getting Ready! Cities.

UNISDR. (2009). Terminología sobre Reducción de Riesgo del Desastres. Naciones Unidas.

Virgílio A. Bento, Célia M. Gouveia, Carlos C. DaCamara, Renata Libonati, Isabel F. Trigo, The roles of NDVI and Land Surface Temperature when using the Vegetation Health Index over dry regions, Global and Planetary Change, Volume 190, 2020, 103198, ISSN 0921-8181,.

von Stulpnagel, A., Horbert, A. and Sukkop, H. (1990).The importance of vegetation for the urban climate. In Urban Ecology, eds. H Sukkop, S. Henjy and I. Kowarik. The Hague, Netherlands: SPB Academic Publishing, pp. 175-193.

Yazid, Muhammad & Che Sidik, Nor Azwadi & Salim, Salim M. & Saqr, Khalid. (2014). A review on the flow structure and pollutant dispersion in urban street canyons for urban planning strategies. Simulation. 90. 10.1177/0037549714528046.

Zonensein, J., Miguez, M. G., De Magalhães, L. P. C., & Valentin, M. G. (2008). Flood Risk Index as an Urban Management Tool. 11th International Conference on Urban Drainage. Edinburgh, Scotland, UK.

REFERENCIAS PARA LA SELECCIÓN DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

Adjuntament de Barcelona. (2018). Barcelona Climate Action Plan.

C40 Cities Climate Leadership Group, Global Platform for Sustainable Cities (GPSC). (2020). Integrating Climate Adaptation. A toolkit for urban planners and adaptation practitioners.

C40 Cities, McKinsey Sustainability. (2021). Focused adaptation. A strategic approach to climate adaptation in cities.

City of Boston, Sasaki, Klimaat, All Aces, WSP. (2022). Heat resilience solutions for Boston.

City of Cape Town. (2022). City of Cape Town Climate Action Plan.

City of Los Angeles, 100 Resilient Cities. (2018). Resilient Los Angeles.

City of Los Angeles. (2019). L.A.'s Green New Deal. Sustainable City Plan.

Federal Emergency Management Agency. Protect your property from severe winds.

GORE RM, MMA, CAS. (2012). Propuesta de Plan de Adaptación al Cambio Climático para la Región Metropolitana de Santiago de Chile.

GORE RM. (2017). Santiago humano y resiliente. Estrategia de Resiliencia Región Metropolitana de Santiago.

MMA. (2018). Plan de Adaptación al Cambio Climático para Ciudades 2018-2022.

Municipalidad de Providencia. (2015). Plan local de cambio climático Comuna de Providencia.

Municipalidad de Providencia. (2020). Estrategia hídrica local 2020-2030 Municipalidad de Providencia.

Muñoz, J. C., J. Barton, D. Frías, A. Godoy, W. Bustamante Gómez, S. Cortés, M. Munizaga, C. Rojas y E. Wagemann. (2019). Ciudades y cambio climático en Chile: Recomendaciones desde la evidencia científica. Santiago: Comité Científico COP25; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.

NCY Mayor's Office of Resliency. (2020). Climate Resiliency Design Guidelines.

The City and County of San Francisco. (2020). Hazards and Climate Resilience Plan.

The City and County of San Francisco. (2021). San Francisco Climate Action Plan.

World Bank, GFDRR, Global Program on Nature-Based Solutions for Climate Resilience. (2021). A catalogue of Nature Based Solutions for urban resilience.

Yazid, Muhammad & Che Sidik, Nor Azwadi & Salim, Salim M. & Saqr, Khalid. (2014). A review on the flow structure and pollutant dispersion in urban street canyons for urban planning strategies. Simulation. 90. 10.1177/0037549714528046.

REFERENCIAS PARA EL DISEÑO DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

Inundación

Biswas, S.K., Raj, P., R S, L., Balaganesan, B., & KP, S. (2019). The Sponge Handbook: Chennai - Using the Landscape Approach to transform the South Buckingham Canal Area. GIZ.

California Department of Transportation, HQ Division of Design. (2021). Infiltration Gallery. Design Guidance.

Center for Watershed Protection. (2015). New York State Stormwater Design Manual. Department of Environmental Protection.

Department of Energy and Environment Natural Resources Administration Regulatory Review Division, Washington DC. (2017). Green Area Ratio Handbook.

Massachusetts Department of Environmental Protection. (2008). Massachusetts Stormwater Handbook.

Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Obras Hidráulicas. (2013). Manual de Drenaje Urbano. Capítulo 5. Técnicas de Diseño de Redes.

Nevue Ngan Associates, Eisen Letunic, Van Meter Williams Pollack LLP & ICF International (2009). Stormwater Management Handbook. Implementing Green Infrastructure in Northern Kentucky Communities.

Patagua, Fundación Legado Chile y Pontificia Universidad Católica de Chile. (2021). Ciudades sensibles al agua. Guía de drenaje urbano sostenible para la Macrozona Sur de Chile. Volumen II.

Sprouse, Charles E., III, Conrad Hoover, Olivia Obritsch, and Hannah Thomazin. (2020). "Advancing Pervious Pavements through Nomenclature, Standards, and Holistic Green Design" Sustainability 12, no. 18: 7422. https://doi.org/10.3390/su12187422

Toronto and Region Conservation Authority. (2016). Low Impact Development Stormwater Management Practice Inspection and Maintenance Guide.

Ola de calor

Alejandra Vargas R. (2020). Manejo de árboles urbanos. Universidad Católica de Chile.

Auckland Design Manual (2023). Drinking Fountains and Showers.

Centro de Investigación en Tecnologías de la Construcción. (2012). Manual de Diseño Pasivo y Eficiencia Energética en Edificios Públicos.

City of Melbourne. (2011). Urban Forest Strategy. Making a Great City Greener 2012-2032.

City Planning Division, Parks & Recreation Department, Streets Infrastructure Department, Strategic Development Unit. (2022). Open Space Shade Policy Planning Guidelines for Landscaping & Architectural Design Plans and Municipal Projects. Tel Aviv.

Corporación de Desarrollo Tecnológico, Cámara Chilena de la Construcción. (2016). Manual de (Re)Acondicionamiento Térmico. Una guía para el dueño de casa.

Department of Human Services Victorian Government. (2009). Heatwave Planning Guide. Development of heatwave plans in local councils in Victoria.

Global Cool Cities Alliance (GCCA), R20 Regions of Climate Action. (2012). A Practical Guide to Cool Roofs and Cool Pavements.

Hoehne, C. G., Chester, M. V., Sailor, D. J., & King, D. A. (2020). Urban Heat Implications from Parking, Roads, and Cars: a Case Study of Metro Phoenix. In Sustainable and Resilient Infrastructure (Vol. 7, Issue 4, pp. 272–290). Informa UK Limited. https://doi.org/10.1080/23789689.2020.1773013

International Labour Organization. (2019). Working on a warmer planet. The impact of heat stress on labour productivity and decent work.

Manual Hazlo Sustentable. Jardines Sustentables (s.f.). Municipalidad de Providencia.

Municipalidad de Providencia. (2021). Arbolado Urbano. Desafíos ante el Cambio Climático.

Oregon State Universty. (2009). Tree Protection on Construction and Development Sites. A Best Management Practices Guidebook for the Pacific Northwest.

Regina Vetter (Adaptation Senior Manager for Urban Heat at C40). (2021). Cool Surfaces. Experiences from the C40's Cool Cities Network.

Sciaraffia, Flavio., Biswas Kumar, Sourav., Nideroest, Thomas and Zander, Hannes. (2019). From the South: Global Perspectives on Landscape and Territory – Desde el Sur: Perspectivas Globales sobre Paisaje y Territorio. Santiago, Chile: Universidad del Desarrollo.

Tahvonen, O. (2018). Scalable Green Infrastructure—The Case of Domestic Private Gardens in Vuores, Finland. Sustainability, 10(12), 4571. https://doi.org/10.3390/su10124571.

U.S. Environmental Protection Agency. (2008). Urban Heat Island Basics. In: Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies.

Urban Green Blue Grids. (s.f.). Reducing heat with water. Recuperado el April 6, 2023, from https://www.urbangreenbluegrids.com/heat/reducing-heat-with-water/

Wang, C., Wang, Z.-H., Kaloush, K. E., & Shacat, J. (2021). Cool pavements for urban heat island mitigation: A synthetic review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 146, 111017. doi: 10.1016/j.rser.2021.111017.

Western Sydney Regional Organisation of Councils. (2018). Turn down the heat. Strategy and action plan.

Sequía

Decreto Exento No. 1.029, Fija texto refundido de la ordenanza de ornato N°1 de 2003, Julio 1, 2003, Diario Oficial [D.O.] (Chile).

Ley No. 21.075, Regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises, Febrero 1, 2018, Diario Oficial [D.O.] (Chile).

Ordenanza No. 2, Ordenanza de gestión hídrica local, Febrero 6, 2020.

Sciaraffia, Flavio. (2012). Disruption, A Technology Catalog / Disrupción, Un Catálogo de Tecnlologías. In Alonso, Pedro (Ed.), DESERTA, Ecology and Industry in the Atacama Desert (pp. 188-225). Santiago, Chile: Eds. Universidad Católica de Chile. ISBN 978-956-141-235-4.

Superintendencia de Servicios Sanitarios. (2021). Informe de gestión sector sanitario 2021.

Vio, F., Soler, J., & Gonzáles, V. (Huerto Cuatro Estaciones). (2020). Manual para la innovación. Huerto orgánico regenerativo biointensivo. Consultoría Agrícola Rural Ltda.



Flavio Sciaraffia Márquez

Anexo N°3

Certificado de factibilidad sanitaria

Anexo 3: Factibilidad sanitaria agua potable PRCP 2007:

AGUAS andinas

DESPACHADO
21 MAR 2006
ORDINARIO CERTIFICADO
MANO UNIDAD

AGUAS ANDINAS
OFICINA DE PARTES
005478 21.3.2006
CARTAS

Señor
Christian Espejo Munoz
Alcalde (S)
Ilustre Municipalidad de Providencia
Presente

ANT.: S.C.P N°1130 del 20/02/2006

MAT.: Modificación Plan Regulador comunal de Providencia.

De mi consideración,

En atención a lo solicitado por Ud. mediante la carta del Ant. y en relación con el proyecto de modificación del Plan Regulador de la comuna de Providencia, debo informar a Ud. lo siguiente.

1. Aguas Andinas realiza una proyección del número más probable de densidad habitacional para un determinado sector, en un cierto período o plazo de previsión. En consecuencia, las proyecciones de demanda que estructura la Empresa tienen como límite superior aquellas resultantes de considerar las máximas densidades de los planes reguladores vigentes al momento en que Aguas Andinas actualiza sus Planes de Desarrollo ante la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS).

2. Los Planes de Desarrollo representan el compromiso formal de cobertura y oferta de servicio exigible al prestador sanitario. Nuestra Empresa actualiza periódicamente sus Planes de Desarrollo, en orden a adecuarse a la dinámica poblacional, el cual de presentado a la SISS, quien aprueba el estudio de población y demanda en él considerado

3. Conforme con lo anterior, aquellos incrementos de demanda que exceden a la capacidad que nuestra Empresa tiene comprometida en su Plan de Desarrollo, requerirán desarrollos graduales de la infraestructura y/o inversiones, adicionales a las actualmente contempladas y comprometidas, motivo por el cual serán materia de definición de condiciones específicas que serán determinadas en la medida y oportunidad en que se presenten las solicitudes de factibilidad de los proyectos de urbanización. La evaluación de estas condiciones específicas de factibilidad, requiere necesariamente disponer de información sobre los consumos estimados de agua potable (lt/s/día) y de caudal de aguas servidas (U.E.H.), tal como lo estipula la reglamentación vigente

4. Es relevante también para Aguas Andinas conocer los plazos o fechas estimativas previstas en que se concretarán los requerimientos adicionales de servicio de agua potable y alcantarillado.

Saluda atentamente a Ud.,

MARTIN FIGUEROA RAMIREZ
Gerente Zona Cordillera-Maipu

MC
c.c.:
Construcción IM Providencia
Operación
Oficina de Partes
Archivo Zona Cordillera-Maipu

6881000

Agencia Comercial Providencia 1 de 1

Anexo N°4

Fichas de Valoración Histórica de la ZCH Población Salvador Legión Militar de Chile y ZCH Conjunto Calle Triana

FICHA DE VALORACIÓN CIRCULAR DDU 240 - COMUNA DE PROVIDENCIA

ZONA DE CONSERVACIÓN HISTÓRICA ZCH_04

1.- IDENTIFICACIÓN DE LA ZONA

REGIÓN	COMUNA	N° REGISTRO	DENOMINACIÓN
Metropolitana	Providencia	ZCH_04	Población Salvador Legión Militar de Chile

LÍMITES (Descripción Referencias)

Conjunto emplazado entre las calles Providencia, José Manuel Infante y Doctor Hernán Alessandri. Numeración por calles:
General Salvo (ambas aceras): 16-20-38-48-58-68-78-88-98-108-114-124-134-174-184-210-252-308-318-338-348-398-399-357-347-331-317-307-297-287-277-203-193-173-159-155-125-115-111-107-97-81; General Bari (ambas aceras):101-135-145-155-165-175-185-189-195-205-211-227-237; Doctor Hernán Alessandri (acera norte):672-722; General Bari (ambas aceras): 267- 237-234-227-224-184-174-164-144-130; General Parra (ambas aceras): 654-674-694-714-724; Triana:873; General Parra: 804-828-815-763-743-733-703-693-685; Almirante Zegers (ambas aceras):694-704-764-784-804-814-811-801-781-721-711; José Manuel Infante (acera poniente): 201-241-253-263-303-305-315-365.

2.- PLANO DE UBICACIÓN



3.- FOTOGRAFÍA DE LA ZONA



4.- VALORES Y ATRIBUTOS PATRIMONIALES DE LA ZONA

CARACTERIZACIÓN

GRAN CONCENTRACIÓN DE ELEMENTOS PATRIMONIALES	HOMOGENEIDAD EN EL CONJUNTO DE EDIFICACIONES
	X

RESEÑA (Urbana / Arquitectónica / Económica / Social)

Corresponde a un conjunto urbano unitario que sigue los principios arquitectónicos de la "Ciudad Jardín". Se emplaza en ocho calles de la comuna de Providencia, utilizando tipologías arquitectónicas distintas entre sí para cada vivienda, enriqueciendo al conjunto en su totalidad.
El conjunto se construyó en la década de los años veinte, con el fin de responder a la necesidad habitacional de los empleados de las Fuerzas Armadas y Carabineros y sus respectivas familias, las cuales iban rotando según sus requerimientos.
Corresponde a un conjunto urbano con trazado de calles en un terreno irregular y una división predial posterior. Las viviendas fueron construidas unitariamente, considerando una escala urbana y arquitectónica más pequeña que la del entorno de villas.
Esta población constituye un primer ensayo de "barrio jardín" en Providencia.

5.- ELEMENTOS DE VALOR PATRIMONIAL DE LA ZONA

TIPO Y CANTIDAD DE ELEMENTOS

MONUMENTO HISTÓRICO (S)	*SITIO ARQUEOLÓGICO (S)*	*SANTUARIO NATURALEZA*	*INMUEBLE DE CONSERVACIÓN HISTÓRICA*	*OTROS*
				Zona Conservación Histórica

APTITUD DE LOS INMUEBLES PARA SER INTERVENIDOS

(Antecedentes que servirá para la definición de normas urbanísticas - inciso final 2.1.18. O.G.U.C)

La volumetría del conjunto destaca por ser un exponente histórico urbano a nivel local, caracterizada por una arquitectura diversa de diseños, que modifica la fisonomía de la calle y la embellece. Las alturas de las edificaciones no irrumpen con el tejido urbano, conformando un conjunto armónico en altura y materialidades.

6.- EVALUACIÓN (ATRIBUTOS)

VALOR	ATRIBUTOS			PUNTOS
	A	B	C	
URBANO	2	2	1	**5**
ARQUITECTÓNICO	2	1	1	**4**
HISTÓRICO	2	2		**4**
ECONÓMICO	0			**0**
SOCIAL	0			**0**
VALOR TOTAL				**13**

7.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Catastro y estado de conservación del patrimonio urbano y arquitectónico de la comuna de Providencia. Dirección de Barrios, Patrimonio y Turismo, Municipalidad de Providencia. Septiembre de 2014.
- Análisis arquitectónico equipo profesionales Grupo Eleva.

FICHA DE VALORACIÓN CIRCULAR DDU 240 - COMUNA DE PROVIDENCIA

ZONA DE CONSERVACIÓN HISTÓRICA ZCH_04

8.- INFORMACION TÉCNICA

DESTINO PREFERENTE		AÑOS DE CONSTRUCCIÓN PROMEDIO DE LOS EDIFICIOS					
ORIGINAL	ACTUAL	ANT - 1839		1880 - 1899		1940 - 1959	
Vivienda	Mixto	1840 -1859		1900 - 1919		1960 - 1989	
		1860 - 1879		1920 - 1939		1990 - POST	

VIALIDAD PREFERENTE		SUPERFICIE ZONA		
PEATONAL	X	CANTIDAD DE MANZANAS	CANTIDAD DE ROLES	m²/há aprox.
VEHICULAR	X	5	96	22.245,00

OBSERVACIONES

Sin afectación a utilidad pública.

9.- CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y ARQUITECTÓNICAS (Predominantes en las edificaciones)

TIPOLOGÍA PREDOMINANTE

EMPLAZAMIENTO		TIPO DE CUBIERTA		ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS
MANZANA COMPLETA	X	HORIZONTAL		Cuerpos salientes, ménsulas, cornisas, frontones, antepechos, pórticos, mansardas, zaguanes, arcos, balaustradas, columnas, aleros, molduras y herrerías.
EDIFICIOS ESQUINA	X	INCLINADA	X	
DISPERSO EN LA MANZANA	X	CURVA (OTROS)		

RELACIÓN CON ESPACIO PÚBLICO			
SISTEMA DE AGRUPAMIENTO		**LÍNEA DE EDIFICACIÓN**	
EDIFICACIÓN AISLADA	X	CON ANTEJARDÍN	X
EDIFICACIÓN PAREADA	X	EN LÍNEA DE CIERRO	
EDIFICACIÓN CONTINUA		CON RETRANQUEO	

ALTURA			
NÚMERO DE PISOS	2 y 3	ALTURA (mts.)	7 a 8

MATERALIDAD

ESTRUCTURA (Clasificación MINVU)						CUBIERTA	FACHADA	OTROS
A	B	C	D	E	F	Tejas	Mixto	Puertas de madera
		X						

GRADO DE HOMOGENEIDAD DE LOS INMUEBLES EN LA ZONA (%)

MENOS DE 20%		20% - 40%		40% - 60%		60% - 80%		MAS DE 80%	
	X								

GRADO DE SUSTITUCIÓN Y/O ALTERACIÓN DE LOS INMUEBLES EN SU CONJUNTO (% de intervenciones)

MENOS DE 20%		20% - 40%		40% - 60%		60% - 80%		MAS DE 80%	
	X								

ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA ZONA

CONSTRUCCIONES						INFRAESTRUCTURA (vialidad, mobiliario, redes, postación, etc)					
BUENO	X	REGULAR		MALO		BUENO	X	REGULAR		MALO	

OBSERVACIONES

Se percibe entorno en un buen estado de conservación con alteraciones por la modificación de uso, que armónicamente han logrado conservar el carácter de barrio creado desde un origen.

10.- FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 1	FOTOGRAFÍA 2	DETALLE CONSTRUCTIVO
		

11.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

• Conjunto destinado originalmente a uso residencial para las fuerzas Armadas y Carabineros, de arquitectura de estilos diversos, con el ideal de “Ciudad Jardín” (Primer caso implementado en Providencia). Conformado por un conjunto urbano unitario emplazado en ocho calles, en un terreno irregular, y una división predial posterior.

• La volumetría del conjunto destaca por ser un exponente histórico urbano a nivel local, caracterizada por una arquitectura diversa de diseños, que modifica la fisonomía de la calle y la embellece. Las alturas de las edificaciones no irrumpen con el tejido urbano, conformando un conjunto armónico en altura y materialidades.

• Se recomienda evitar alteraciones que deterioren sus características formales, destacando evitar modificar la volumetría y manteniendo todos los elementos originales en sus fachadas como texturas, materialidad y ornamentos, en caso de ampliaciones, estas deben ser ejecutadas al fondo del predio. De igual forma, no se deben permitir construcciones ni intervenciones en el antejardín, con el fin de no afectar su tipología.

• Se recomienda conservar la escala urbana del conjunto (morfológicos y paisajísticos) y la valoración de la comunidad. Normar el uso de señaleticas para inmuebles de usos comerciales, normar la implementación de equipos de climatización en fachadas y evaluar ampliaciones existentes determinando el uso de criterio empleado en la conservación y valor patrimonial de la Zona.

• Respecto a la estrategia de crecimiento, esta es recomendable en altura, mediante mansardas, buhardillas o miradores, contemplando un diseño que dialogue armónicamente con la construcción existente.

FICHA DE VALORACIÓN CIRCULAR DDU 240 - COMUNA DE PROVIDENCIA

ZONA DE CONSERVACIÓN HISTÓRICA ZCH_14

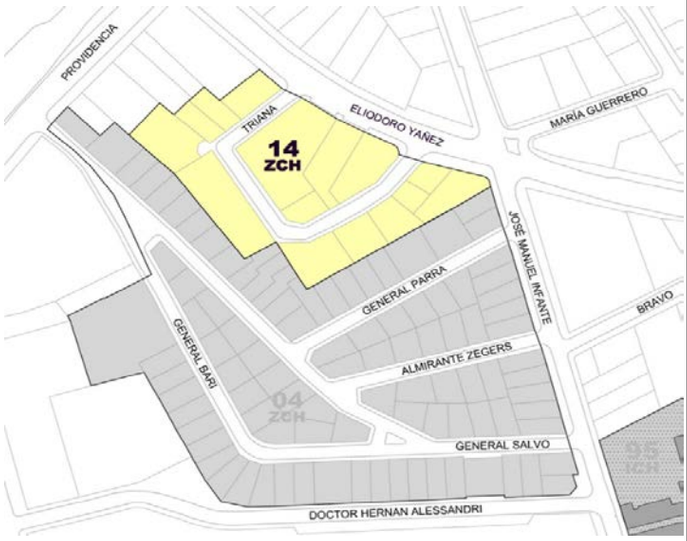
1.- IDENTIFICACIÓN DE LA ZONA

REGIÓN	COMUNA	N° REGISTRO	DENOMINACIÓN
Metropolitana	Providencia	ZCH_14	Conjunto Calle Triana

LÍMITES (Descripción Referencias)

Conjunto emplazado en una pequeña cuadra formada por las calles Eliodoro Yáñez y Triana.
Numeración por calles: Triana (ambas aceras): 820-868-843-847-849-851-853-855-857-861-863-865-871-873-877-879; Eliodoro Yáñez (acera poniente): 867-869-893.

2.- PLANO DE UBICACIÓN



3.- FOTOGRAFÍA DE LA ZONA



4.- VALORES Y ATRIBUTOS PATRIMONIALES DE LA ZONA

CARACTERIZACIÓN

GRAN CONCENTRACIÓN DE ELEMENTOS PATRIMONIALES	HOMOGENEIDAD EN EL CONJUNTO DE EDIFICACIONES
	X

RESEÑA (Urbana / Arquitectónica / Económica / Social)

El conjunto se emplaza en una pequeña cuadra formada por las calles Eliodoro Yáñez y Triana y en los terrenos en torno a esta última. Corresponde a tipologías y diseños de vivienda diferentes entre sí.
Los inmuebles están vinculados a la clase media y buscan unir la ciudad junto con la naturaleza. Las viviendas muestran similitud a los pueblos pre-industriales franceses, más que a las ciudades jardin inglesas como se ha intentado en otros conjuntos de la comuna.
El conjunto corresponde a viviendas, en su mayoría pareadas, de estilo ecléctico. Posee fachadas ricas en elementos arquitectónicos como puertas, ventanas, balcones y zócalos, de diferentes estilos.
La comunidad de Providencia reconoce a este conjunto de viviendas por su valor patrimonial urbano, cuyas características físicas y estéticas fortalecen su identidad.

5.- ELEMENTOS DE VALOR PATRIMONIAL DE LA ZONA

TIPO Y CANTIDAD DE ELEMENTOS

MONUMENTO HISTÓRICO (S)	*SITIO ARQUEOLÓGICO (S)*	*SANTUARIO NATURALEZA*	*INMUEBLE DE CONSERVACIÓN HISTÓRICA*	*OTROS*
				Zona Conservación Histórica

APTITUD DE LOS INMUEBLES PARA SER INTERVENIDOS

(Antecedentes que servirá para la definición de normas urbanísticas - inciso final 2.1.18. O.G.U.C)

Se perciben diversas morfologías, primando la fachada continua, viviendas pareadas y la utilización en su mayoría de la totalidad de la superficie del predio.

6.- EVALUACIÓN (ATRIBUTOS)

VALOR	ATRIBUTOS			PUNTOS
	A	B	C	
URBANO	2	1	1	**4**
ARQUITECTÓNICO	1	1	1	**3**
HISTÓRICO	1	2		**3**
ECONÓMICO	0			**0**
SOCIAL	2			**2**
VALOR TOTAL				**12**

7.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Catastro y estado de conservación del patrimonio urbano y arquitectónico de la comuna de Providencia. Dirección de Barrios, Patrimonio y Turismo, Municipalidad de Providencia. Septiembre de 2014.
- Análisis arquitectónico equipo profesionales Grupo Eleva.

FICHA DE VALORACIÓN CIRCULAR DDU 240 - COMUNA DE PROVIDENCIA

ZONA DE CONSERVACIÓN HISTÓRICA ZCH_14

8.- INFORMACION TÉCNICA

DESTINO PREFERENTE		AÑOS DE CONSTRUCCIÓN PROMEDIO DE LOS EDIFICIOS					
ORIGINAL	ACTUAL	ANT - 1839		1880 - 1899		1940 - 1959	X
Vivienda	Vivienda	1840 -1859		1900 - 1919		1960 - 1989	
		1860 - 1879		1920 - 1939	X	1990 - POST	

VIALIDAD PREFERENTE		SUPERFICIE ZONA		
PEATONAL	X	CANTIDAD DE MANZANAS	CANTIDAD DE ROLES	m²/há aprox.
VEHICULAR	X	2	15	7.959,00

OBSERVACIONES

Afectación a utilidad pública por calle Eliodoro Yáñez.

9.- CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y ARQUITECTÓNICAS (Predominantes en las edificaciones)

TIPOLOGÍA PREDOMINANTE

EMPLAZAMIENTO		TIPO DE CUBIERTA		ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS
MANZANA COMPLETA	X	HORIZONTAL		Cuerpos salientes como balcones, ménsulas, cornisas, pórticos, zaguanes, miradores, arcos, particularidad de puertas y ventanas, retranqueos de fachada
EDIFICIOS ESQUINA	X	INCLINADA	X	
DISPERSO EN LA MANZANA	X	CURVA (OTROS)		
RELACIÓN CON ESPACIO PÚBLICO				
SISTEMA DE AGRUPAMIENTO		**LÍNEA DE EDIFICACIÓN**		
EDIFICACIÓN AISLADA	X	CON ANTEJARDÍN	X	
EDIFICACIÓN PAREADA		EN LÍNEA DE CIERRO		
EDIFICACIÓN CONTINUA	X	CON RETRANQUEO		
ALTURA				
NÚMERO DE PISOS	3	ALTURA (mts.)	8 a 9	

MATERALIDAD

ESTRUCTURA (Clasificación MINVU)						CUBIERTA	FACHADA	OTROS
A	B	C	D	E	F	Tejas y Zinc	Estuco y Pintura	Molduras de yeso
	X							

GRADO DE HOMOGENEIDAD DE LOS INMUEBLES EN LA ZONA (%)

MENOS DE 20%		20% - 40%	X	40% - 60%		60% - 80%		MAS DE 80%	

GRADO DE SUSTITUCIÓN Y/O ALTERACIÓN DE LOS INMUEBLES EN SU CONJUNTO (% de intervenciones)

MENOS DE 20%	X	20% - 40%		40% - 60%		60% - 80%		MAS DE 80%	

ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA ZONA

CONSTRUCCIONES						INFRAESTRUCTURA (vialidad, mobiliario, redes, postación, etc)					
BUENO	X	REGULAR		MALO		BUENO	X	REGULAR		MALO	

OBSERVACIONES

Se percibe entorno en un buen estado de conservación con alteraciones por la modificación de uso, esto último inquieta el carácter pasivo que lo valora.

10.- FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 1	FOTOGRAFÍA 2	DETALLE CONSTRUCTIVO
		

11.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

• Conjunto destinado originalmente a uso residencial, de arquitectura ecléctica, bajo el diseño urbano de “pueblos pre-industriales franceses”. Conformado por ventiun viviendas, se emplazan utilizando gran porcentaje de la manzana.

• Se perciben diversas morfologías, primando la fachada continua, viviendas pareadas y la utilización en su mayoría de la totalidad de la superficie del predio.

• Las fachadas y volúmenes contribuyen al embellecimiento de la calle, generando un armónico emplazamiento, con ritmo y proporción de vacios y llenos. Resaltando dentro de sus características arquitectónicas, cuerpos salientes como balcones, ménsulas, cornisas, pórticos, zaguanes, miradores, arcos, particularidad de puertas y ventanas, retranqueos de fachada e incorporación del predio a áreas públicas.

• Se recomienda evitar alteraciones que deterioren sus características formales, manteniendo todos los elementos originales en sus fachadas como texturas, materialidad y ornamentos, con el fin de no afectar su tipología. Evitar la instalación de parabólicas o antenas y la canalización de ductos y cables por fachadas, al igual que el uso de señalética y publicidad.

• Respecto a la estrategia de crecimiento, esta es recomendable en altura y nueva edificación o ampliación, en caso de existir antejardín generar un retranqueo hacia la fachada con el nuevo volumen de dos metros. Si no tiene antejardín el nuevo volumen debe respetar la línea de atejardín proyectada. Para el caso de nueva edificación o ampliación posterior en el fondo del predio, la estrategia de crecimiento procurará evitar vistas desde la calle, contemplando un diseño que dialogue armónicamente con la construcción existente.