

Análisis de la Operación del Sistema de Transporte Red Licitación 2 Uso Concesionado de Vías

ABRIL 2023

1.	Introducción	2
2.	Consideraciones generales	4
2.1.	Definición del área de estudio	4
2.2.	Periodo de análisis	4
2.3.	Corte temporal de análisis.....	4
3.	Metodología.....	5
4.	Definiciones para la situación base	8
5.	Resultados.....	16
5.1	Resultados Situación base 2025	16
5.2.	Resultados Situación con proyecto 2025	13
5.3.	Análisis Comparativos.	27
6.	Conclusiones.....	33

1. Introducción

El Sistema de Transporte Público de la Provincia de Santiago y las comunas de San Bernardo y Puente Alto, actualmente opera bajo el régimen de concesiones de uso de vías otorgadas al amparo de la Ley N° 18.696 y bajo condiciones de operación dispuestas conforme al artículo 1° bis del Decreto Supremo N° 212, de 1992, del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. En relación a lo anterior, los incisos cuarto y quinto del artículo 3° de la Ley N° 18.696 establecen que: “(...) el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, antes de disponer del uso de vías mediante licitación, deberá requerir uno o más estudios elaborados por algún organismo o entidad técnica, pública o privada, reconocidamente especializada en el ámbito de la planificación vial. El o los estudios deberán pronunciarse, entre otros aspectos, sobre la eficiencia económica y el impacto social esperado en caso de establecerse la licitación de vías respectivas”.

Con el objeto de atender adecuadamente las necesidades de las personas usuarias y velar por la continuidad de los servicios de transportes, el Directorio de Transporte Público Metropolitano ha iniciado el procedimiento contenido en el artículo 3° ya citado, con el fin de permitir el otorgamiento de nuevas concesiones de uso de vías, por lo que se ha solicitado a SECTRA elaborar el presente estudio, que permita evaluar los resultados de la propuesta de servicios, destacándose el impacto social, la eficiencia económica y los beneficios que esta renovación traería a la ciudadanía.

Para cumplir con lo solicitado, se realizó una modelación estratégica de la situación base de transporte para el año 2025, que considera la implementación de los servicios de la Licitación 1 uso Concesionario de Vías, actualmente en implementación, las extensiones de L3 hacia Quilicura y L2 hacia San Bernardo, y las modificaciones de servicios de buses asociadas a dichas extensiones de Metro. A partir de esta situación base se generó la situación proyectada luego de implementarse la nueva propuesta de servicios, considerando todas las modificaciones operacionales solicitadas por el Directorio de Transporte Público Metropolitano. A partir de los resultados de ambas simulaciones, se analizó y cuantificó las mejoras que la propuesta de servicios produce en el Sistema de Transporte de la ciudad, a partir de indicadores tales como accesibilidad potencial, cobertura y ahorros de tiempo de viaje.

Es importante mencionar que esta nueva propuesta de servicios no considera un aumento de la flota de buses en términos absolutos, por lo que no se considera esta variable al momento de realizar análisis y cuantificación de beneficios.

De los resultados obtenidos se observan mejoras en todos los indicadores analizados. Se destaca que la mayoría de las comunas logran acceder a un mayor número de oportunidades laborales debido al aumento de cobertura, ajustes de frecuencias y modificaciones de trazados propuestos, lo que constituye un beneficio directo para las personas usuarios del transporte público.

También se observan ahorros de tiempo de viaje para los usuarios del transporte público, concentrados principalmente en las comunas del oriente y sur del Gran Santiago. Estos ahorros de viaje se han valorizado económicamente, utilizando para tales fines los valores sociales de tiempo de viaje, acceso y espera, entregados por el Ministerio de Desarrollo Social y Familia para el año 2023. De este análisis se desprende que el ahorro anual de tiempo en la nueva propuesta de servicios, es del orden de MM\$54.000.

En conclusión, se observa que la propuesta de servicios para este nuevo proceso licitatorio logra mejorar las condiciones del sistema de transporte público, por lo que se recomienda llevar a cabo su implementación.

Es importante tener presente las limitaciones de la modelación estratégica para la toma de decisiones a nivel de detalle, respecto a la operación individual de cada servicio de bus. En este sentido, se recomienda avanzar en un nivel de planificación táctica, previo a la implementación de los cambios, para afinar elementos operacionales tales como la frecuencia y características de los buses, y posteriormente contar con un análisis ex post que permita un proceso de evaluación y mejora continua del sistema.

Durante el desarrollo de estos análisis se contó con el apoyo y la información brindada por los equipos técnicos de la Secretaría Ejecutiva del Directorio de Transporte Público Metropolitano.

2. Consideraciones generales

2.1. Definición del área de estudio

Para el desarrollo de este estudio se asumirá que el área de análisis serán las 32 comunas que conforman la Provincia de Santiago más las comunas de Puente Alto y San Bernardo (cobertura RED), además de algunas comunas fuera del rango urbano (Buin, Lampa, Colina, Padre Hurtado, Melipilla, Peñaflor, Talagante, Calera de Tango, Isla de Maipo y El Monte); esto corresponde a un total de 876 zonas de acuerdo a lo definido en el modelo estratégico.

2.2. Periodo de análisis

Se analizará el período Punta Mañana (07:30 – 08:30 hrs.), de un día laboral normal. Se entenderá como día laboral normal aquél elegido entre martes, miércoles y jueves, y circunscrito al período comprendido entre los meses de marzo a noviembre del año que corresponda, exceptuando los días feriados, vacaciones estudiantiles, y otras fechas que puedan alterar la normalidad del funcionamiento del sistema de transporte.

Se decide modelar el período punta mañana, ya que éste es el de mayor demanda para el sistema de transporte metropolitano y el de mayores niveles de congestión para la red de transporte, por lo que es el periodo crítico que define indicadores claves para la operación, como la flota total del sistema.

2.3. Corte temporal de análisis

El corte temporal de las simulaciones estratégicas corresponde al año 2025, en que se espera la implementación de los nuevos servicios.

2.4. Modelo utilizado

Para las simulaciones de transporte se utilizó el modelo estratégico de equilibrio simultáneo ESTRAUS (Versión 11.0.1) en su modalidad de equilibrio simultáneo.

3. Metodología

Para la modelación de transporte se utilizó el modelo estratégico de equilibrio simultáneo ESTRAUS (Versión 11.0.1) para la situación base y para la situación con proyecto, que considera el análisis de transporte en redes multimodales, considerando buses, redes independientes (metro, tren) y modos combinados, lo cual hace necesario un análisis de partición modal y asignación en conjunto.

La red de modelación inicial corresponde a una entrega intermedia de la orden de trabajo N°3 "Simulaciones 2022 para la RM en período punta mañana y fuera punta" del estudio "Análisis Estratégico de Proyectos de Transporte Urbano, Etapa VII". En primer lugar, para obtener la situación base 2025, se corrige la implementación del plan operacional del 17 de diciembre de 2022. Sobre esta modelación se añaden las extensiones de Línea 2 y 3 de Metro correspondientes a un escenario 2025, junto con las modificaciones de servicios RED de la primera parte de la licitación de uso concesionado de vías, y modificaciones preliminares de servicios que están planificadas para complementar dichas extensiones de metro, dando mayor cobertura y conectividad en las comunas beneficiadas.

A continuación, se describen las distintas etapas para la modificación de la red, y qué resultados se extraen del modelo para llevar a cabo el análisis.

3.1. Modelación Licitación 1 uso Concesionado de Vías

Los cambios asociados a la primera licitación comprenden un total de 153 recorridos, que corresponden al 40% del total de recorridos del sistema, lo cual implica 35 modificaciones al Programa de Operación durante su implementación. Los recorridos licitados son en mayor parte en el sector Nor-Oriente del área urbana. Los cambios se resumen a continuación:

- 11 nuevos servicios.
- 21 servicios con cambios de oferta relevante y/u horarios de operación.
- 29 modificaciones de trazado menores.
- 18 modificaciones de trazado mayores, incluyendo servicios fusionados.

3.2. Modelación Modificaciones de servicios producto de extensiones de Líneas 2 y 3 de Metro

Producto del cambio de oferta de la red de metro dada las extensiones de la Línea 2 hacia el sur por las comunas de El Bosque y San Bernardo y de la Línea 3 hacia Quilicura, es necesario adaptar la malla de servicios RED de manera de dar mayor cobertura y conectividad a las nuevas estaciones de metro, de manera de distribuir la demanda de

mejor manera. Es por esto que se propone un total de 23 cambios, los cuales se distribuyen de la siguiente manera:

- Extensión Línea 2:
 - 9 servicios nuevos.
 - 5 modificaciones para dar mayor cobertura y acercamiento a Metro.
 - 7 servicios con ajustes de oferta.

- Extensión Línea 3:
 - 1 servicio nuevo.
 - 3 modificaciones para dar mayor cobertura y acercamiento a Metro.
 - 8 servicios con ajustes de oferta.

Posteriormente se aplican los cambios correspondientes a la segunda parte de la licitación, dando lugar a la situación con proyecto 2025. Las modificaciones correspondientes a esta parte son las siguientes:

3.3. Modelación Licitación 2 Uso Concesionado de Uso de Vías

Los cambios asociados a la primera licitación comprenden un total de 115 recorridos, que corresponden al 30% del total de recorridos del sistema. Los recorridos a licitar en la parte 2 son en mayor parte en el sector sur del área urbana. Los cambios que se describen a continuación son preliminares, ya que las modificaciones finales de servicios tienen su propio proceso de análisis y de adecuación final, lo que se incorpora en el marco de la licitación puede variar respecto a lo que se termine implementando finalmente. Los cambios propuestos son los siguientes:

- 7 nuevos servicios.
- 11 servicios con cambios de trazado mayores.

Cabe destacar que, a partir del resultado de los análisis de este estudio, puede ser necesario analizar posteriormente cambios menores de oferta, horarios de operación y modificaciones menores de trazado. Como dichos cambios no son captados por el modelo estratégico utilizado en este proceso, se sugiere validar con análisis tácticos en etapas posteriores.

3.4. Análisis de Resultados

A partir de las modelaciones estratégicas de situación base y proyecto, se extraen los siguientes resultados para analizar la bondad de los cambios incorporados en la Licitación 2.

1. Indicadores globales del sistema de transporte.
2. Horas totales de viaje por modo.
3. Congestión vial.
4. Tasas de ocupación transporte público.
5. Partición Modal.
6. Accesibilidad potencial.
7. Ahorros de tiempo de viaje a nivel comunal.
8. Valorización económica de los ahorros de tiempo de viaje.

4. Definiciones para la situación base y proyecto

A continuación, se describen los proyectos y las modificaciones operacionales para el transporte público incorporadas en la situación base 2025, que fueron incorporadas sobre la red de modelación del corte temporal 2022, para el período punta mañana.

También se describe con mayor detalle la propuesta de modificaciones operacionales de la nueva licitación de vías, que dará origen a la situación con proyecto.

4.1. Situación Base 2025

- **Servicios de buses**

Los servicios de buses considerados en la situación base corresponden al Plan Operacional que se espera estará operando en mayo de 2023, luego de implementada completamente la Licitación 1 del uso concesionado de vías. La información proporcionada por parte de DTPM es preliminar, ya que fue enviada durante el proceso de implementación, el cual finalizará en mayo del 2023.

Además, se adicionan propuestas preliminares de modificaciones de recorridos que se verán afectados por la entrada en operación de las extensiones de las Líneas 2 y 3, las cuales darán mayor conectividad y cobertura hacia las nuevas estaciones de metro. Cabe destacar que las modificaciones finales de servicios dada la implementación de las extensiones de metro tienen su propio proceso de análisis y de adecuación final, por lo que lo incorporado en el marco de la modelación de la situación base puede variar respecto a lo que se termine implementando finalmente.

Cabe destacar que todas las modificaciones que se realizan, tanto en las licitaciones, como las modificaciones debido a las extensiones de metro, mantienen la flota operativa del sistema y por tanto los costos operacionales del mismo. Por lo que cada servicio nuevo o extensión, lleva consigo ajustes de frecuencia y por tanto de flota de otro servicio, con el fin de mantener la flota total del sistema de transporte público constante.

Estos ajustes deben realizarse en una siguiente etapa de planificación táctica, tomando como referencia los resultados de la planificación estratégica modelada en este informe, así como también considerando factores operacionales y contractuales. En particular, los ajustes de frecuencia y optimización de flota detallados deben realizarse considerando información de demanda y oferta procesada a partir de GPS y tarjetas Bip, mediciones de tasas de ocupación y revisión de indicadores operacionales. Por su parte, los contratos de concesión definen las reglas para la elaboración del programa de operación a ejecutar, incluyendo en el nuevo modelo la posibilidad de realizar una programación de oferta más detallada, dada la planificación en periodización a nivel de media hora y un reforzamiento en los indicadores de cumplimiento de regularidad y puntualidad. Los factores anteriores permitirán equilibrar la flota y kilómetros totales del sistema, permitiendo alcanzar los beneficios de los nuevos servicios al tiempo que se equilibran sus costos.

Para la situación base 2025 se optó por actualizar el plan operacional de buses del sistema RED con la licitación 1 y los cambios que apoyan las extensiones de las líneas de metro 2 y 3.

A continuación, se presentan los cambios realizados al plan operacional del sistema RED, tanto para la licitación 1 como para las modificaciones efecto de la implementación de las extensiones de metro:

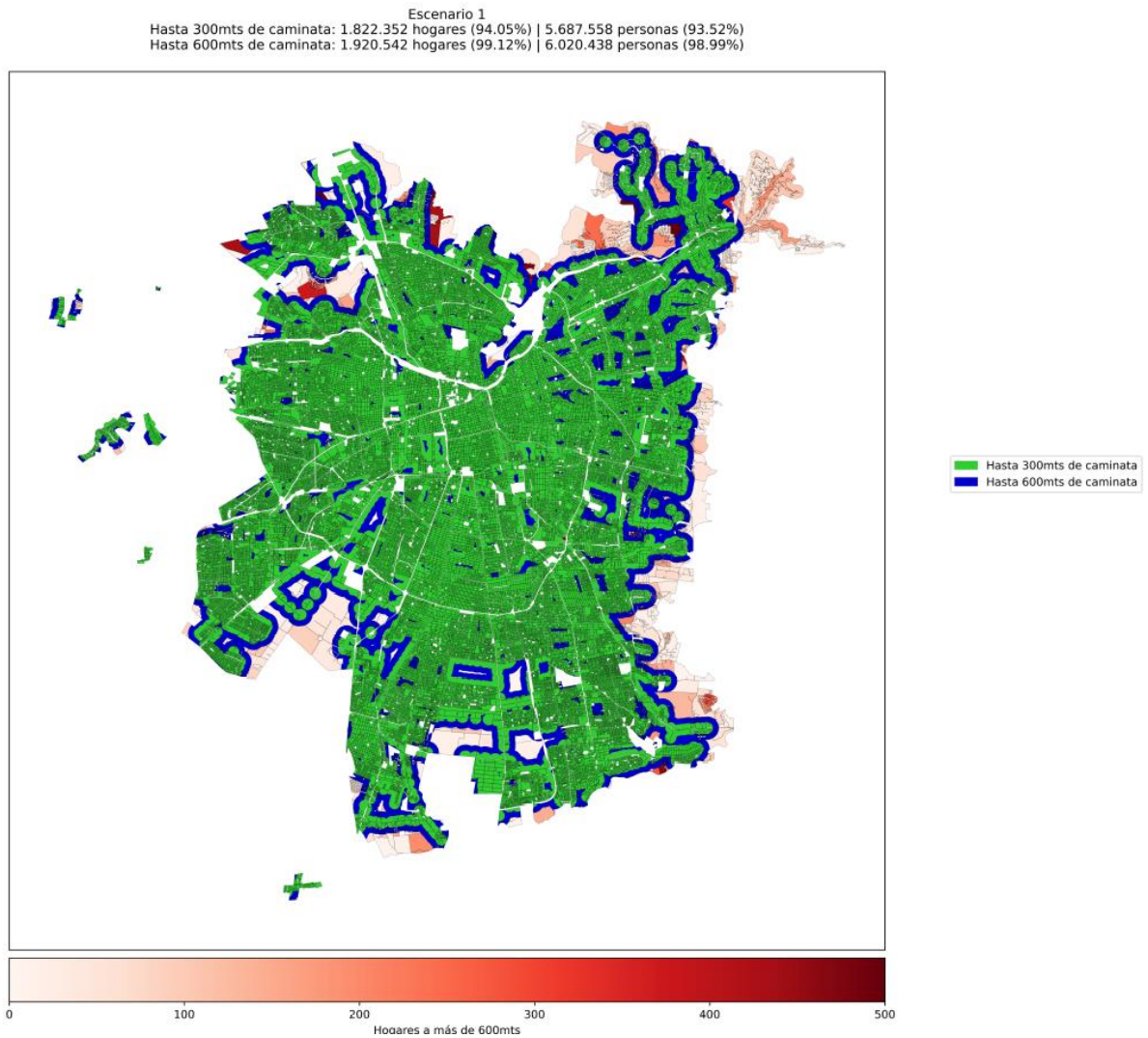
Tabla N° 1: Modificaciones preliminares Licitación 1 Uso Concesionado de Uso de Vías.

Tipo de Modificación	Cantidad	Servicios		
Nuevos Servicios	11	124 B36 C37 445c	C09c F33 722 C27	F29c B33 C28
Cambios de oferta relevantes y/u Horarios de Operación	21	104 114 117 428 430 405c 406c	B02n B12 B30n C01c C16 D08 D11	D17v F03c F10 F13 F13c F26 F30n
Modificaciones de trazado menores	29	102 412 422c 428c B02 B04 B05 B07 B08 B09	B10 B11 B12c B14 B16 B17 B19 B27 C03c C05	C11 F01 F03 F03c F07 F10c F11 F24 F26
Modificaciones de trazado mayores, incluyendo servicios fusionados	18	116 712 712n B15 B20 B23	B24 B26 B29 C08 C09 C12	C13 C18 C19 C22 F12 F19

Fuente: DTPM

A continuación, se presenta un mapa de la cobertura en zonas urbanas, considerando el Plan Operacional que se espera esté implementado a mayo de 2023, con la Licitación 1.

Figura N° 1: Cobertura de Servicios RED, Licitación 1.



Fuente: DTPM

Se observa del análisis de cobertura que un 99,12% de los hogares del Gran Santiago tienen una cobertura de servicios de transporte público a menos de 600 metros.

- **Servicios de Metro**

Los servicios de metro considerados en la situación base modelada corresponden a la red actual a abril de 2023 más las extensiones de la Línea 2 hacia el sur, en las comunas de El Bosque y San Bernardo, y de la Línea 3, en la comuna de Quilicura. Ambas extensiones serán inauguradas durante el segundo semestre de 2023. En la siguiente figura se muestra la red de metro con las extensiones correspondientes.

Figura N° 2: Plano Red de Metro de Santiago con Extensiones Línea 2 y Línea 3.



Fuente: www.metro.cl

En las siguientes tablas se presentan las modificaciones producto de cada extensión de Metro, junto con una breve descripción de la modificación.

Tabla N° 2: Modificaciones preliminares producto de Extensión Líneas 2 de Metro.

Tipo de Modificación	Cantidad	Servicios	
Nuevos Servicios	9	228c B34 G05c G13c G19 G23c G27 G29 G42	→ Corto a estación nueva → Mantención oferta sector sin metro → Corto a estación nueva → Corto a estación nueva → Nueva cobertura hacia metro → Corto a estación nueva → Nueva cobertura hacia metro → Nueva cobertura hacia metro → Nueva cobertura hacia metro
Modificaciones para dar mayor cobertura y acercamiento a Metro	5	E18 G05 G07 G13 G16	Se modifica el trazado de estos 5 servicios para llegar a una de las estaciones nuevas por la extensión.
Servicios con ajustes de oferta	7	301c2 302e 211c 228 301 301c G14	Se ajusta la oferta de estos servicios para dar disponibilidad de flota a servicios nuevos.

Fuente: DTPM

Tabla N° 3: Modificaciones preliminares producto de Extensión Líneas 3 de Metro.

Tipo de Modificación	Cantidad	Servicios	
Nuevos Servicios	3	314c B43 B45	→ Corto a estación nueva → Corto a estación nueva → Corto a estación nueva
Modificaciones de acercamiento a Metro	1	308c	Se acorta servicio actual hasta estación terminal.
Servicios con ajustes de oferta	8	303e 314v B32 303 307 308 314 B18e	Se ajusta la oferta de estos servicios para dar disponibilidad de flota a servicios nuevos.

Fuente: DTPM

Las modificaciones anteriores dan una mejor conectividad de las comunas aledañas a las nuevas líneas de Metro.

4.2. Situación con Proyecto 2025

La situación con proyecto 2025 corresponde a la situación base, más la modificación del plan operacional propuesta por el DTPM de los servicios de buses del sistema RED.

Esta modificación de servicios considera cambios de trazados, frecuencias y capacidades. Además, se incorporan nuevos servicios que podrían resultar atractivos en cuanto a demanda de pasajeros.

La siguiente tabla presenta los cambios en servicios de transporte público realizados sobre la Situación Base 2025, así como también los nuevos servicios incluidos. Estas modificaciones definen la situación con proyecto del corte temporal 2025.

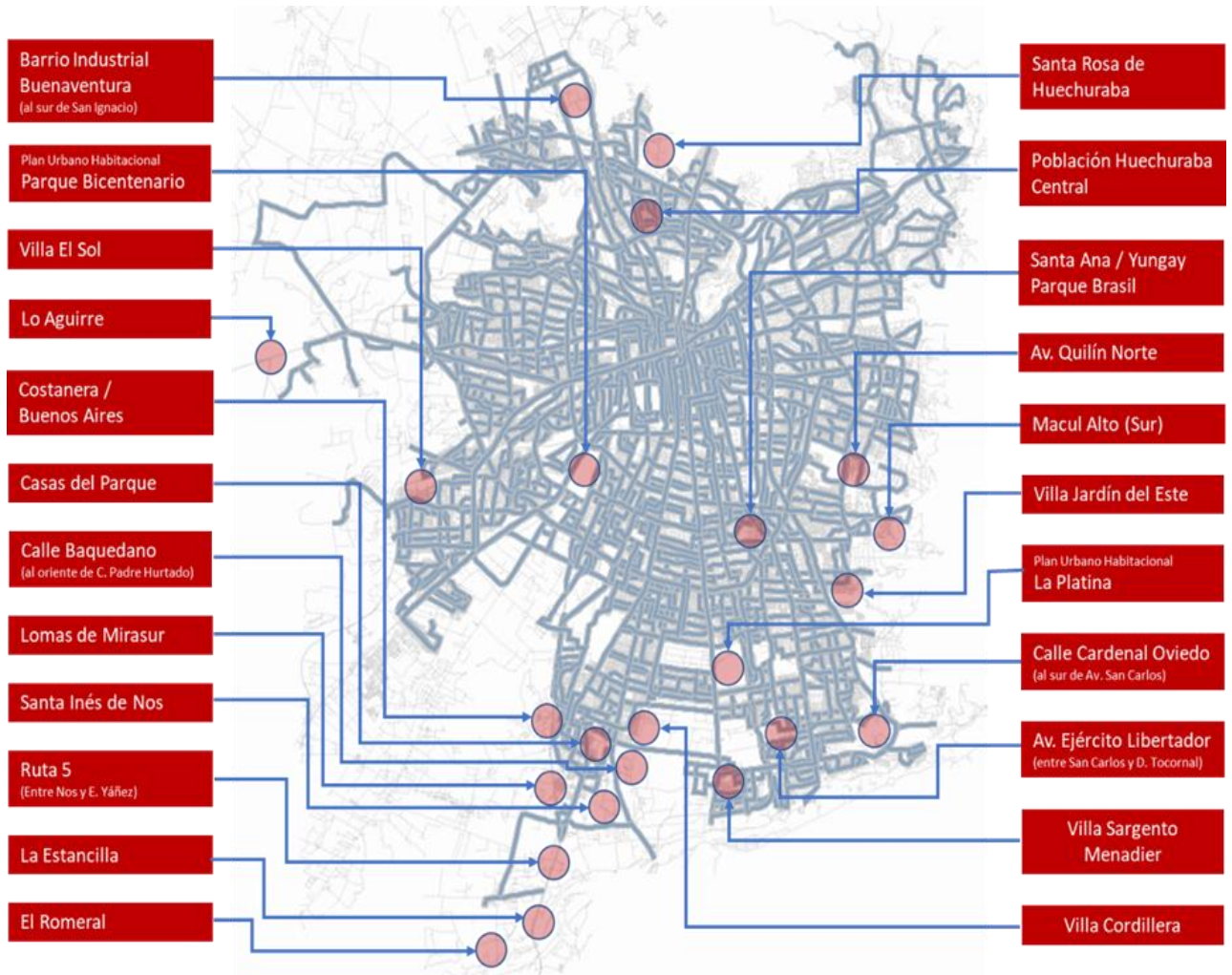
Tabla N° 4: Modificaciones preliminares producto de Licitación 2.

Tipo de Modificación	Cantidad	Servicios	
Nuevos Servicios	7	G32 C25 225c 290e 517c 276 233 286	→ Cobertura nueva a estación de metro o metrotrén. → Versión "corto" recorrido actual. → Versión "corto" recorrido actual. → Servicio Expreso desde el sur al nor-orienté. → Versión "corto" recorrido actual. → Servicio desde el sur al nor-orienté. → Servicio sector sur al sur-orienté. → Servicio desde el sur al nor-orienté.
Modificación de trazado mayor	11	H13 E15c 204 227 229 325 208 501 106 225 214 276	→ Extensión de servicio. → Extensión de servicio. → Extensión de servicio. → Extensión de servicio. → Extensión de servicio. → Modificación para dar mayor oferta. → Extensión de servicio. → Extensión de servicio. → Extensión de servicio. → Modificación para dar mayor cobertura. → Extensión de servicio. → Extensión de servicio.

Fuente: DTPM

Adicionalmente, se presenta un mapa de la red completa, a nivel geográfico, indicando sectores que no cuentan con cobertura y en los que se analizará alternativas con Municipios, lo que depende de la factibilidad operacional y de infraestructura, entre otros aspectos.

Figura N° 3: Cobertura de Servicios RED, en evaluación para Licitación 2



Fuente: DTPM

5. Análisis de Resultados

5.1. Resultados Situación base 2025

De acuerdo a la modelación realizada del año 2025, se obtuvo un total de 1.714.452 viajes totales entre todos los pares origen - destino para todos los modos disponibles entre las 7:30 y 8:30 horas. A continuación, se presentan y analizan los resultados obtenidos de la modelación de la situación base 2025.

- Indicadores globales

La siguiente tabla muestra los resultados desagregados de tiempo de caminata (acceso más transbordo), espera y viaje para los usuarios de transporte público.

Tabla N° 4: Indicadores globales transporte público situación base 2025, punta mañana.

Modo	Tiempo acceso (min)	Tiempo transbordo (min)	Tiempo viaje (min)	Tiempo espera (min)	Velocidad media (km/h)
Bus	4,59	0,56	48,19	10,42	12,76
Metro	3,98	5,53	14,51	2,67	36,42
Metro - Bus	4,96	4,34	35,38	7,4	27,77

Fuente: Elaboración Propia

- Horas totales por modo

En la siguiente tabla se muestran las horas totales de viaje de todo el sistema, según modo de transporte en el periodo de estudio, para el período punta mañana.

Tabla N° 5: Horas totales por modo y etapa del viaje para la situación base 2025, punta mañana.

Modo	Horas viaje	Horas espera	Horas caminata	Horas totales
Auto acompañante	216.228			216.228
Auto chofer	766.366			766.366
Bicicleta	31.973			31.973
Bus	251.405	53.769	26.877	332.051

Modo	Horas viaje	Horas espera	Horas caminata	Horas totales
Caminata	43.101			43.101
Metro - Bus	50.657	10.614	13.321	74.592
Metro	43.732	8.048	28.650	80.430
Metro - Txc	32.091	24.696	10.272	67.059
Taxi	5.092			5.092
Txc	81.501	55.657	17.285	154.443
Total	1.522.146	152.784	96.405	1.771.335

Fuente: Elaboración Propia

- Congestión vial

Dado el importante crecimiento proyectado para viajes en transporte privado, resulta interesante analizar los niveles de congestión que se alcanzan en la red de transporte para el año 2025.

En la Tabla N° 6 se presenta la distribución porcentual de la saturación de los arcos de transporte privado en la red.

Tabla N° 6: Distribución de arcos de la red de acuerdo al porcentaje de saturación en transporte privado en punta mañana.

% Saturación	Situación base 2025
Menor que 30%	57%
Entre 31% y 60%	9%
Entre 61% y 90%	11%
Mayor que 90%	22%

Fuente: Elaboración Propia

Al analizar los flujos vehiculares del año 2025, se observan 22% arcos con saturación mayor al 90%. Este análisis es relevante, ya que **el aumento en los niveles de congestión, repercute negativamente en los niveles de servicio del sistema de transporte público.**

Si bien este análisis solo considera cambios operacionales en los servicios de buses, los niveles de congestión evidencian la necesidad de avanzar en medidas más estructurales, tales como pistas solo bus, vías exclusivas y corredores de buses.

- **Tasas de ocupación transporte público**

En la siguiente tabla se presenta el número y el porcentaje de líneas de acuerdo al rango de máxima ocupación de cada servicio.

Tabla N° 7: Saturación de líneas de transporte público situación base 2025.

Rango de tasa de ocupación	Cantidad de líneas	Proporción
0-0.2	137	21%
0.2-0.4	169	26%
0.4-0.6	113	17%
0.6-0.8	72	11%
0.8-1	68	10%
1 o más	100	15%

Fuente: Elaboración Propia

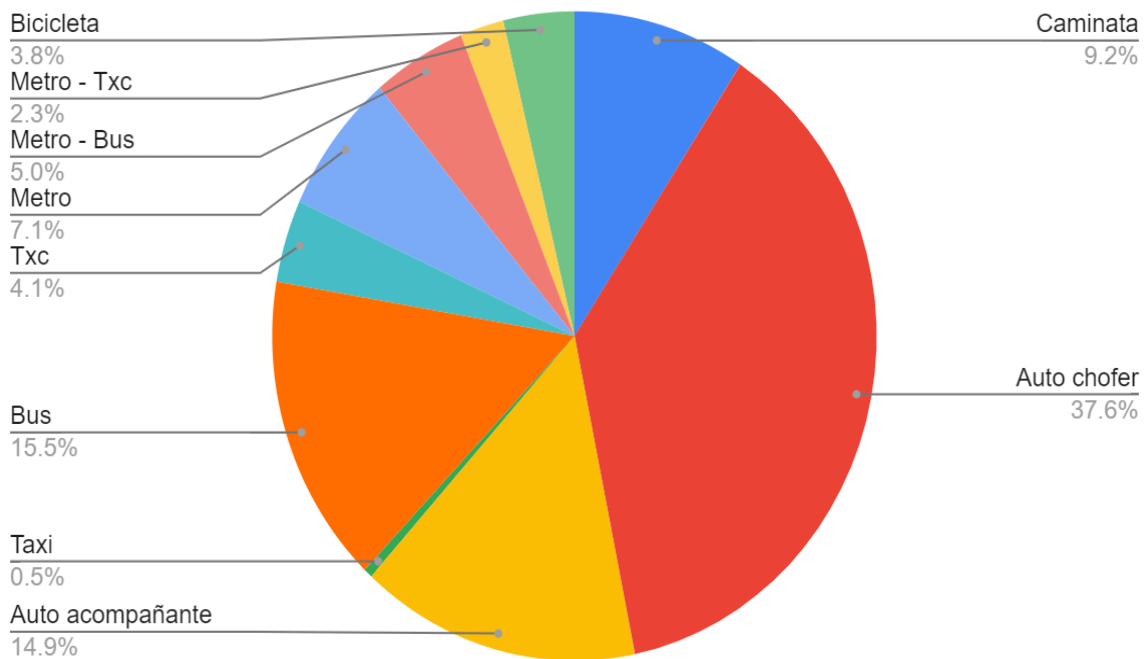
Se observa que hay un grupo de líneas que presenta un alto grado de saturación, si bien esto puede corresponder a un tramo menor dentro de cada servicio, se recomienda en una siguiente etapa realizar un análisis más táctico, que permita dar solución a estos problemas detectados.

- Partición modal

La modelación de la situación base 2025 entrega una partición modal que principalmente prima el transporte privado seguido inmediatamente por el modo bus. A continuación, se presenta el desglose de la partición modal obtenida:

Figura N° 4: Partición modal situación base 2025.

Viajes situación base



Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 8: Partición modal situación base 2025.

Modo	Viajes situación base	Partición
Caminata	158.452	9,2%
Auto chofer	643.971	37,6%
Auto acompañante	256.016	14,9%
Taxi	8.010	0,5%
Bus	265.406	15,5%

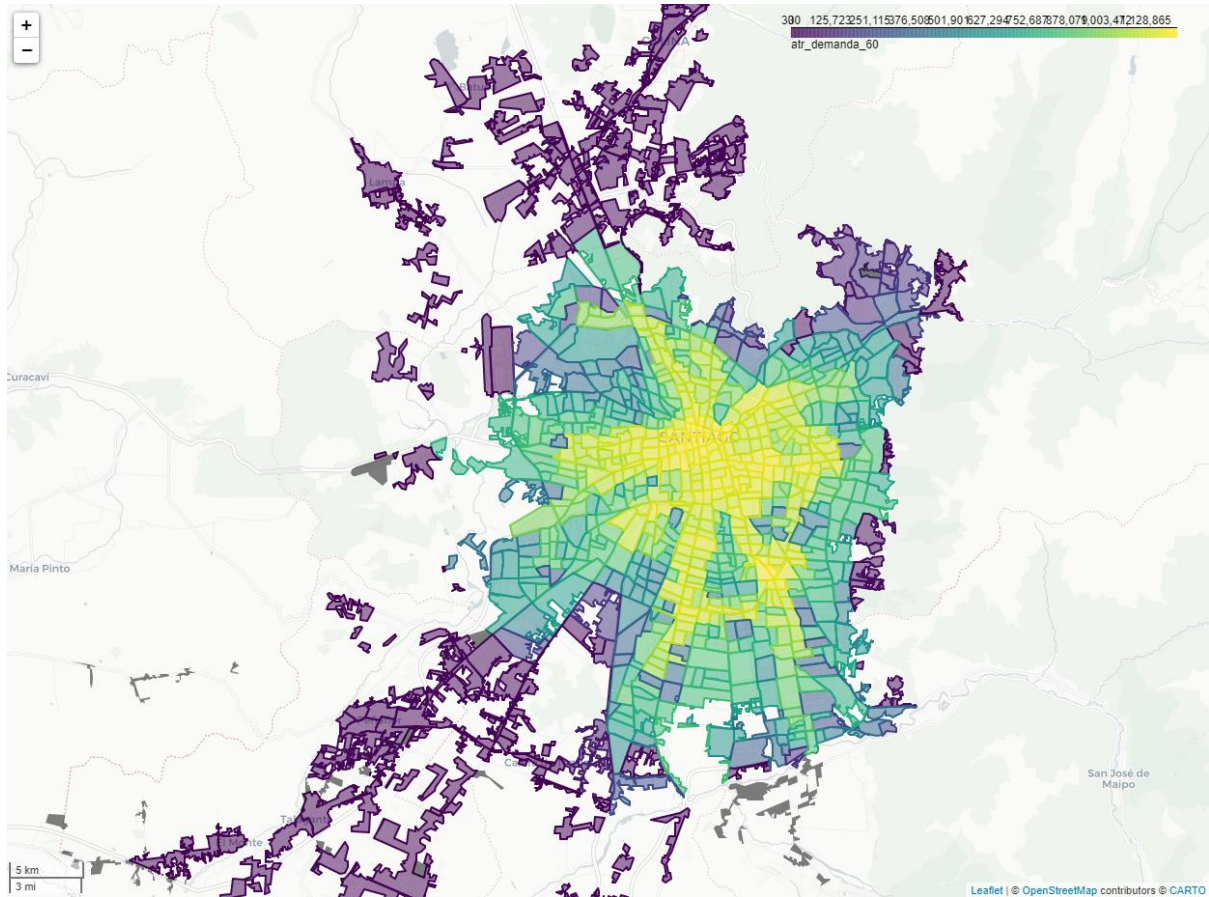
Modo	Viajes situación base	Partición
Txc	70.345	4,1%
Metro	121.147	7,1%
Metro - Bus	85.955	5,0%
Metro - Txc	40.075	2,3%
Bicicleta	65.075	3,8%
TOTAL	1.714.452	100,0%

Fuente: Elaboración Propia

- **Accesibilidad potencial en transporte público al trabajo**

En la siguiente figura se muestra el porcentaje de la accesibilidad de cada zona respecto de aquella con mayor accesibilidad. Este indicador representa el número de oportunidades alcanzables en un área determinada utilizando el transporte público. Las zonas con color amarillo son aquellas que alcanzan un mayor número de oportunidades laborales, mientras que las zonas de color morado son las que tienen menor accesibilidad potencial al trabajo. Se observa claramente que las zonas y ejes con mayores valores de accesibilidad coinciden con la infraestructura de la red de metro y corredores.

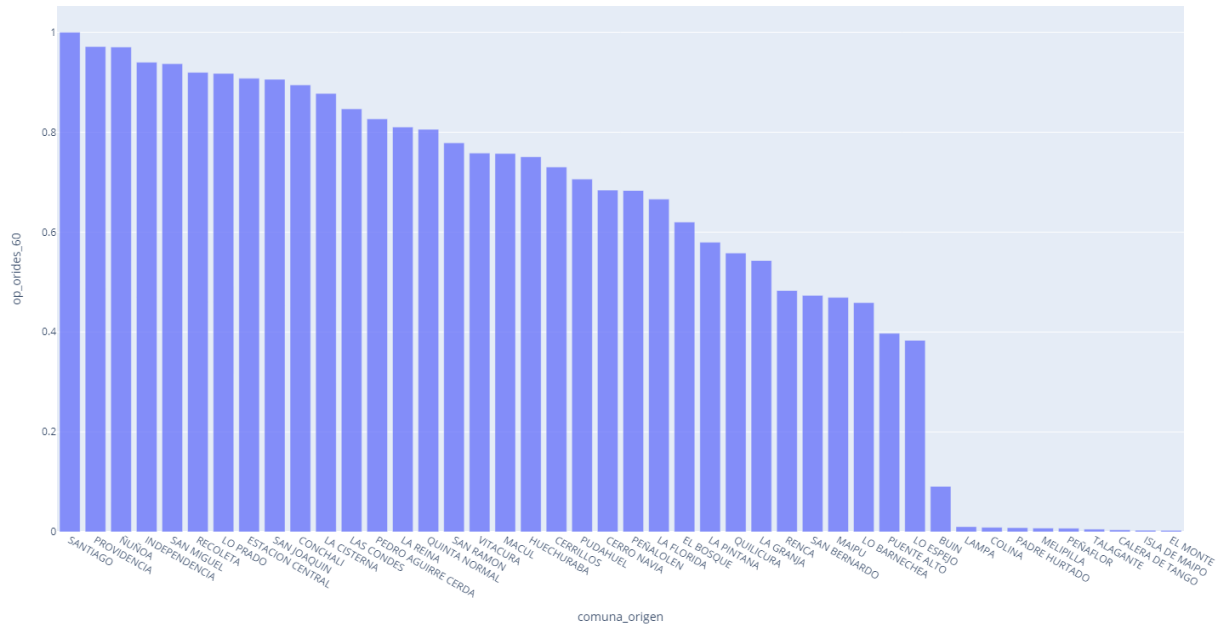
Figura N° 5: Accesibilidad potencial en transporte público al trabajo situación base 2025.



Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente gráfico se presenta la accesibilidad potencial a nivel comunal ordenadas de forma descendente, donde destacan con un mayor nivel de accesibilidad las comunas de Santiago, Ñuñoa, Providencia, Independencia y San Miguel. Por otro lado, las comunas con accesibilidad muy baja corresponden a comunas rurales, que no forman parte del sistema Red, mientras que aquellas urbanas con menos nivel de accesibilidad se encuentran en los límites urbanos de la ciudad (por ejemplo Renca, San Bernardo, Maipú, Lo Barnechea, Puente Alto y Lo Espejo).

Figura N° 5: Accesibilidad potencial en transporte público al trabajo por comuna situación base 2025.



Fuente: Elaboración Propia

5.2. Resultados Situación con Proyecto 2025

- Indicadores globales

La siguiente tabla muestra los resultados desagregados de tiempo de caminata (acceso más transbordo), espera y viaje para los usuarios de transporte público.

Tabla N° 9: Indicadores globales situación con proyecto 2025, punta mañana.

Modo	Tiempo acceso (min)	Tiempo transbordo (min)	Tiempo viaje (min)	Tiempo espera (min)	Velocidad media (km/h)
Bus	4,57	0,57	47,94	10,17	12,83
Metro	3,98	5,53	14,52	2,67	36,42
Metro - Bus	4,97	4,34	35,21	7,25	27,87

Fuente: Elaboración Propia

- **Horas totales por modo**

En la siguiente tabla se presentan las horas totales según etapa del viaje para cada modo en la situación con proyecto 2025.

Tabla N° 10: Horas totales situación con proyecto 2025, punta mañana.

Modo	Horas viaje	Horas espera	Horas caminata	Horas totales
Auto acompañante	215.687			215.687
Auto chofer	764.613			764.613
Bicicleta	31.936			31.936
Bus	250.914	52.647	26.726	330.288
Caminata	42.996			42.996
Metro - Bus	50.427	10.346	13.350	74.123
Metro	43.706	8.045	28.627	80.378
Metro - Txc	31.800	24.575	10.409	66.784
Taxi	5.081			5.081
Txc	81.370	55.747	17.209	154.326
Total	1.518.529	151.360	96.321	1.766.211

Fuente: Elaboración Propia

- **Congestión vial**

Dado que se utilizó el módulo de equilibrio simultáneo es importante analizar nuevamente si existieron cambios en la congestión presentada en la red vial de la situación con proyecto 2025.

En la siguiente tabla se presenta la distribución porcentual de la saturación de los arcos de transporte privado en la red, donde no se aprecian cambios significativos respecto a la situación base 2025.

Tabla N° 11: Distribución de arcos de la red de acuerdo al porcentaje de saturación en transporte privado en punta mañana.

% Saturación	Situación proyecto 2025
Menor que 30%	57%
Entre 31% y 60%	9%
Entre 61% y 90%	11%
Mayor que 90%	22%

Fuente: Elaboración Propia

- **Tasas de ocupación transporte público**

En la siguiente tabla se presenta el porcentaje de líneas para distintos rangos de máxima ocupación en algún punto de estas.

Tabla N° 12: Saturación de líneas de transporte público situación proyecto 2025.

Rango de ocupación	Cantidad de líneas	Proporción
0-0.2	152	23%
0.2-0.4	168	25%
0.4-0.6	118	18%
0.6-0.8	69	10%
0.8-1	65	10%
1 o más	101	15%

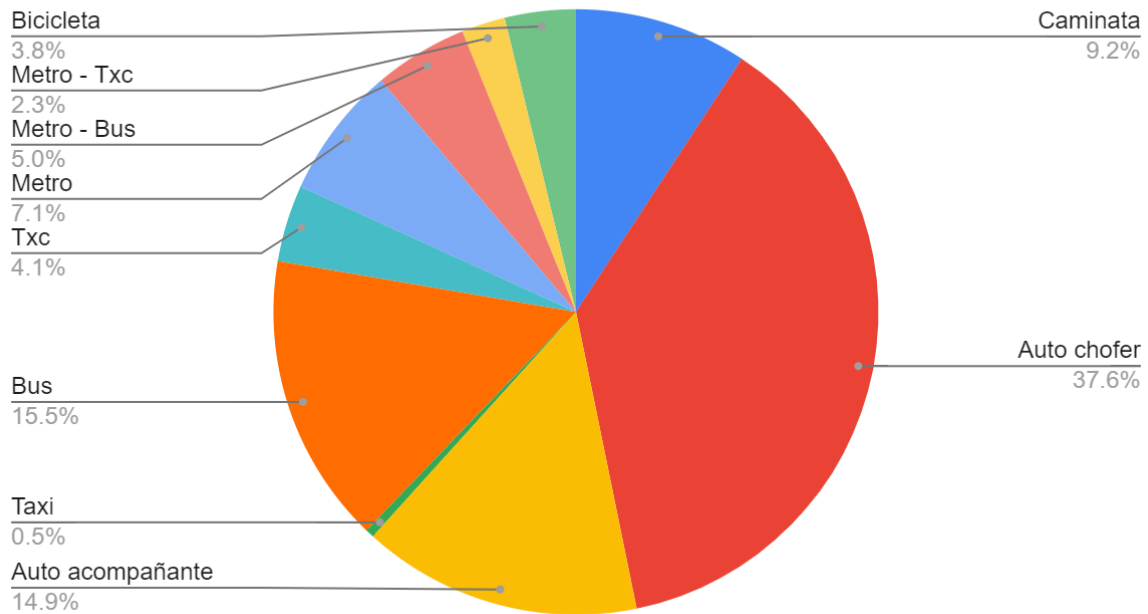
Fuente: Elaboración Propia

- **Partición modal**

La modelación de la situación con proyecto 2025, al igual que la situación base, entrega una partición modal que principalmente prima el transporte privado seguido inmediatamente por el modo bus. A continuación, se presenta el desglose de la partición modal obtenida:

Figura N° 6: Partición modal situación con proyecto 2025.

Viajes situación proyecto



Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 13: Partición modal situación con proyecto 2025.

Modo	Viajes situación proyecto	Partición
Caminata	158.366	9,2%
Auto chofer	643.708	37,6%
Auto acompañante	255.820	14,9%
Taxi	8.001	0,5%
Bus	265.948	15,5%
Txc	70.305	4,1%
Metro	121.036	7,1%
Metro - Bus	85.936	5,0%
Metro - Txc	40.033	2,3%
Bicicleta	65.072	3,8%

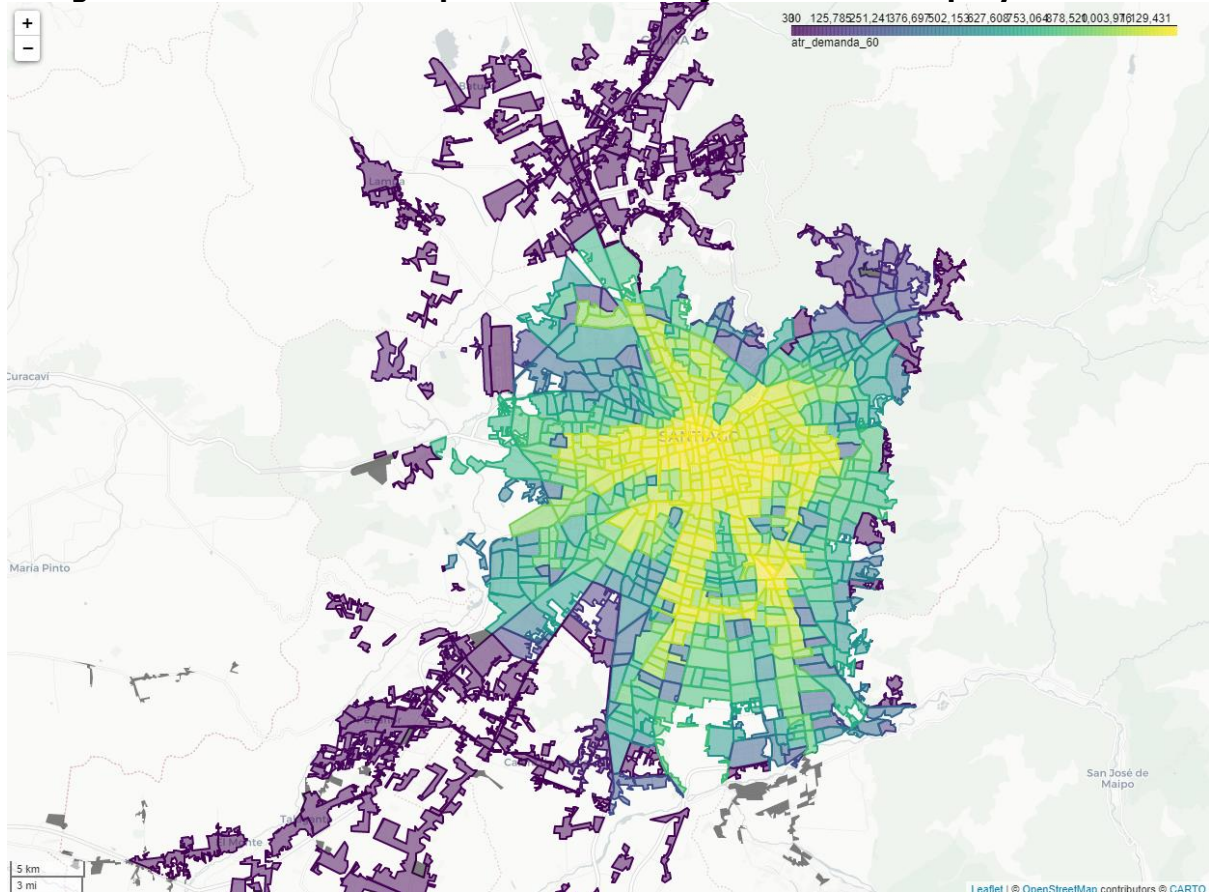
Modo	Viajes situación proyecto	Partición
TOTAL	1.714.225	100,0%

Fuente: Elaboración Propia

- Accesibilidad potencial en transporte público al trabajo

En la siguiente figura se muestra el porcentaje de la accesibilidad de cada zona respecto de aquella con mayor accesibilidad.

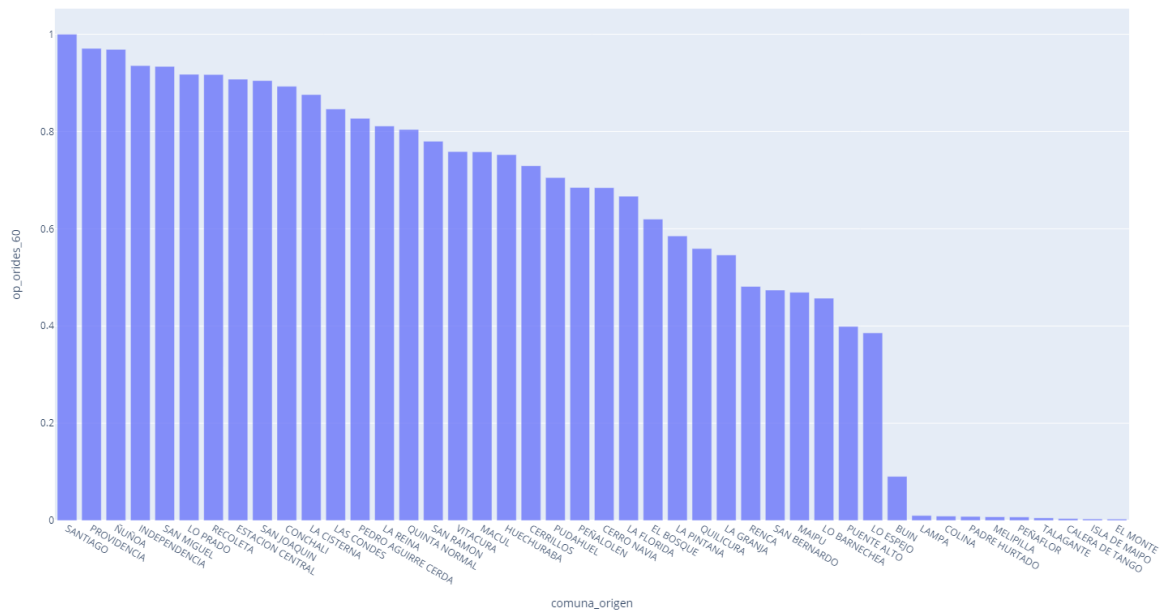
Figura N° 7: Accesibilidad potencial al trabajo situación con proyecto 2025.



Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente gráfico se presenta la accesibilidad potencial a nivel comunal ordenadas de forma descendente, donde destacan con un mayor nivel de accesibilidad las comunas de Santiago, Ñuñoa, Providencia, Independencia y San Miguel al igual que en la situación base 2025.

Figura N° 8: Accesibilidad potencial al trabajo por comuna situación con proyecto 2025.



Fuente: Elaboración Propia

Cabe destacar que a nivel zonal no se aprecian grandes diferencias con respecto a la situación base 2025, pero el mapa comparativo que se presenta en la siguiente sección, se pueden ver las mejoras en la accesibilidad potencial a nivel comunal.

5.3. Análisis Comparativo

De acuerdo a lo obtenido en la modelación base y proyecto, a continuación, se presenta el análisis comparativo para ver el impacto que producen las modificaciones de la Licitación 2 a nivel estratégico.

En las siguientes tablas se presentan las diferencias porcentuales en los indicadores globales y horas totales para el modo bus, donde se aprecia una disminución de los tiempos de acceso, espera y viaje promedio, y un leve aumento en el tiempo de transbordo promedio.

Tabla N° 14: Diferencia indicadores globales, situación con proyecto 2025, punta mañana.

Bus	Tiempo acceso (min)	Tiempo transbordo (min)	Tiempo viaje (min)	Tiempo espera (min)	Velocidad media (km/h)
Base 2025	4,59	0,56	48,19	10,42	12,76
Proyecto 2025	4,57	0,57	47,94	10,17	12,83
Aumento porcentual	-0,44%	1,79%	-0,52%	-2,40%	0,55%

Fuente: Elaboración Propia

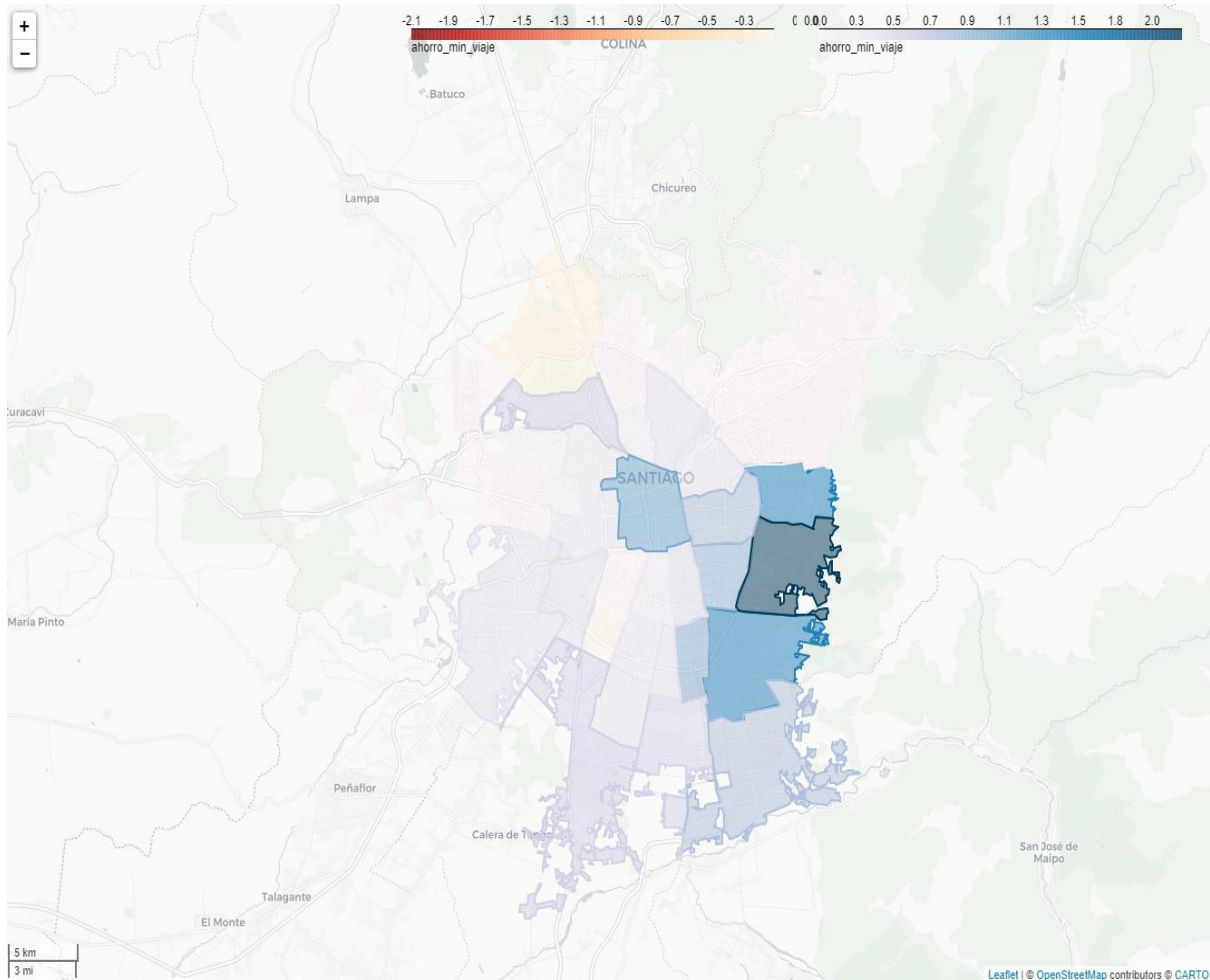
Tabla N° 15: Horas totales situación con proyecto 2025, punta mañana.

Modo	Situación	Horas viaje	Horas espera	Horas caminata	Horas totales
Bus	Base 2025	251.405	53.769	26.877	332.051
	Proyecto 2025	250.914	52.647	26.726	330.288
	Aumento Porcentual	-0,20%	-2,09%	-0,56%	-0,53%
Metro - Bus	Base 2025	50.657	10.614	13.321	74.592
	Proyecto 2025	50.427	10.346	13.350	74.123
	Aumento Porcentual	-0,45%	-2,53%	0,22%	-0,63%

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente figura se presenta la disminución de tiempo promedio de viaje total en bus por comuna entre la situación con proyecto 2025 y la situación base 2025. Se observa que las comunas del sector sur-oriente son las con mayores ahorros de tiempo.

Figura N° 9: Diferencia de tiempo de viaje promedio en bus por comuna.



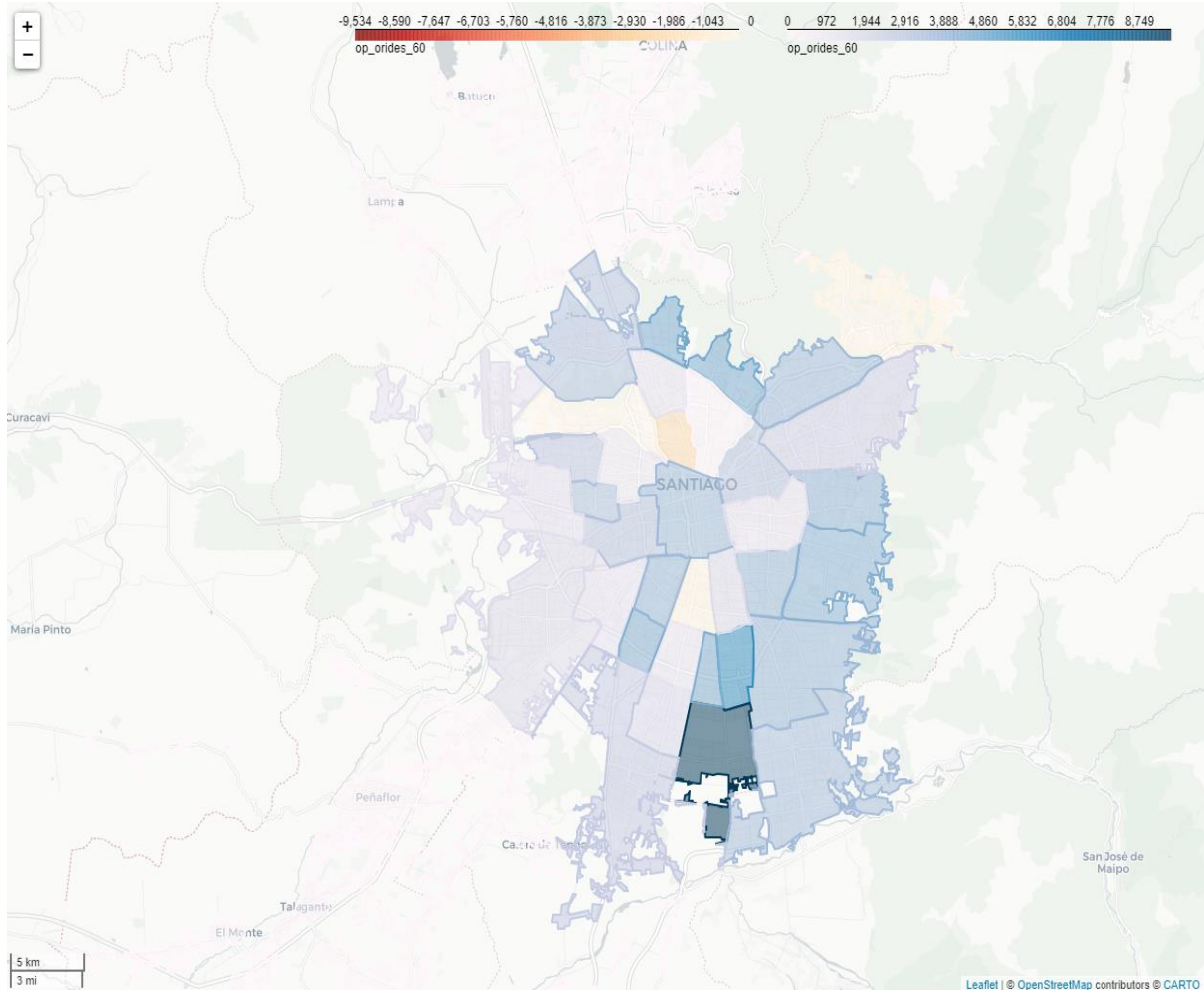
Fuente: Elaboración Propia

Además de los resultados anteriores existen diversos beneficios que pueden ser identificados que no necesariamente provienen de los ahorros de tiempo. Uno de ellos es la accesibilidad potencial al trabajo que representa el número de oportunidades alcanzables en un área determinada utilizando el transporte público.

En la figura a continuación se presenta la comparación de accesibilidad potencial en transporte público al trabajo entre la situación base 2025 y la situación con proyecto 2025.

Se observa que en general todas las comunas mejoran su accesibilidad potencial, salvo algunas que tienen un leve deterioro, y que deberán tratarse a nivel táctico para corregir.

Figura N° 10: Diferencia de accesibilidad potencial al trabajo situación con proyecto 2025.



Fuente: Elaboración Propia

6. Beneficios económicos

Los beneficios económicos de la modificación de servicios pueden provenir principalmente de dos fuentes: ahorros de costos de tiempo, y ahorros de costo de operación. En este caso en particular, esta nueva propuesta de servicios no considera un aumento de la flota de buses en términos absolutos, por lo que no se considera esta variable al momento de realizar análisis y cuantificación de beneficios, y por lo tanto el siguiente análisis sólo se centrará en la cuantificación de beneficios por ahorros de tiempo.

Para medir económicamente cual es el beneficio que obtienen los usuarios del transporte público a partir de la implementación de las modificaciones operacionales propuestas, se utiliza el valor social del tiempo de viaje, acceso y espera, entregados por el Ministerio de Desarrollo Social y Familia para el año 2023, que se presentan a continuación.

Tabla N° 16: Valor Social del Tiempo Urbano. Año 2023

Tipo	Unidad	Valor
Viaje	\$CLP/ Hora-pasajero	2.408
Espera	\$CLP/ Hora-pasajero	5.761
Caminata	\$CLP/ Hora-pasajero	5.761

Fuente: Elaboración Propia en base a datos del Ministerio de Desarrollo Social y Familia

El tiempo de viaje se obtiene del consumo total de horas del sistema, tanto para transporte público como privado, estos ahorros de tiempo se multiplican por el valor social del tiempo de viaje en vehículo, espera y caminata/trasbordo, de acuerdo a lo recomendado por el Ministerio de Desarrollo Social y Familia. Luego, y dado que se modeló sólo el período punta mañana, los consumos de tiempo son ponderados por el factor de expansión respectivo (2.895 horas/año).

La siguiente tabla presenta el costo social por consumo de tiempos (MMUSD/año) que equivale a la suma de los costos sociales por consumo de tiempos en transporte público y privado. Además, la Tabla N° 17 presenta los beneficios sociales por ahorros de tiempo (MMUSD/año).

Tabla N° 17: Costo Social Anual por Consumo de Tiempo

Escenario	Consumo anual de tiempo t. privado (h)	Consumo anual de tiempo t. público (h)	Valor social anual del consumo de tiempo (MMCLP)	Valor social anual del consumo de tiempo (MMUSD)
Situación base 2025	2.859.350.970	2.772.726.780	16.220.384	20.275
Situación proyecto 2025	2.852.675.650	2.760.616.792	16.166.282	20.208
Diferencia absoluta	-6.675.320	-12.109.988	-54.102	-68

Fuente: Elaboración Propia

Se observa que la disminución de horas dedicadas al viaje del sistema de transporte público tiene un valor económico anual de 68MMUS.

7. Conclusiones

De los análisis realizados se desprenden las siguientes conclusiones:

- A nivel estratégico se observa que los resultados de la modelación de las modificaciones propuestas por el Directorio de Transporte Público para la nueva licitación de uso de vías, evidencian una mejora en todos los indicadores analizados, a nivel de tiempos de viaje (consumos de tiempo), accesibilidad y cobertura. Estos antecedentes refuerzan la necesidad de continuar con el proceso de relicitación de vías, teniendo siempre como objetivo cubrir adecuadamente las necesidades de las personas usuarias y velar por la continuidad de los servicios de transporte público. Cabe destacar que los cambios realizados siguen el supuesto de que se mantiene la flota operativa del sistema y por tanto los costos operacionales del mismo.
- Por otro lado, dados los niveles de congestión de la red vial, es importante analizar a nivel táctico las secciones de ruta de los servicios de buses que se encuentran afectados a altos niveles de saturación de vías, ya que mejoras operacionales y/o de infraestructura en dichos tramos pueden lograr mejoras sustanciales, no sólo en los tiempos de viaje de los usuarios, sino que también en la disminución de los costos de operación y en la optimización de la flota de buses.
- Consecuentemente con lo anterior, sería conveniente complementar las mejoras operacionales propuestas en la relicitación de vías, con la implementación de proyectos de infraestructura en transporte público, tales como corredores de buses y estaciones intermodales, junto con medidas operacionales tales como implementación de vías exclusivas y pistas sólo bus, que en conjunto puedan mejorar la experiencia de viaje de sus usuarios e influir positivamente en los indicadores operacionales, con el fin de avanzar en el cumplimiento de las metas ambientales y de movilidad sustentable comprometidas por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.
- A partir de las diferencias observadas en la accesibilidad potencial, se puede ver que la mayoría de las comunas logran acceder a un mayor número de oportunidades laborales debido al aumento de cobertura, ajustes de frecuencias y modificaciones de trazados de la Licitación 2, lo que, si bien no es un beneficio económico en cuanto a la operación del sistema RED, evidentemente corresponde a un beneficio directo para las personas usuarias del transporte público.
- También se observan ahorros de tiempo de viaje para los usuarios del transporte público, concentrados principalmente en las comunas del oriente y sur del Gran Santiago. Estos ahorros de viaje se han valorizado económicamente, utilizando para tales fines los valores sociales de tiempo de viaje, acceso y espera, entregados por el Ministerio de Desarrollo Social y Familia para el año 2023. De este análisis se desprende que el ahorro anual de tiempo en la nueva propuesta de servicios, es del orden de MM\$54.000.

- Los resultados en el análisis realizado se obtienen a partir de información preliminar en cuanto a la implementación de la Licitación 1, las modificaciones de servicios asociados a las extensiones de metro y las propuestas iniciales de modificaciones de servicios de la Licitación 2 que son captables en el modelo. Una vez se completen los procesos mencionados, es probable que los trazados, frecuencias y/u horarios de operación, sufran modificaciones derivadas de la operación del sistema. Sin embargo, estas modificaciones posteriores no impactarán en las conclusiones del presente análisis, dado su carácter netamente estratégico.
- Es importante tener presente las limitaciones de la modelación estratégica para la toma de decisiones a nivel de detalle, respecto a la operación individual de cada servicio de bus. En este sentido, sería conveniente avanzar en un nivel de planificación táctica, previo a la implementación de los cambios, para afinar elementos operacionales tales como la frecuencia y características de los buses, y posteriormente contar con un análisis ex post que permita un proceso de evaluación y mejora continua del sistema.