



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

EFECTOS SOCIALES DE ESQUEMAS TARIFARIOS EN EL GRAN VALPARAÍSO

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

CHRISTIAN ALEJANDRO CAMPOS PELLICER

PROFESOR GUÍA:
ALEJANDRO TIRACHINI HERNÁNDEZ

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
LEONARDO BASSO SOTZ
ALEJANDRA VALENCIA VÁSQUEZ

SANTIAGO DE CHILE
2024

**RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR AL
TÍTULO DE:** Ingeniero Civil
ESTUDIANTE: Christian Alejandro Campos Pellicer
FECHA: 2024
PROFESOR GUÍA: Alejandro Tirachini

EFFECTOS SOCIALES DE ESQUEMAS TARIFARIOS EN EL GRAN VALPARAÍSO

El transporte público está intrínsecamente ligado a la calidad de vida de sus usuarios, y la calidad del servicio ofrecido incide en muchas dimensiones de la vida diaria. Por lo tanto, cualquier modificación en este servicio debe considerar las características únicas y diversas de la población. Esta investigación analiza los efectos que tendría la implementación de una tarifa plana en el Gran Valparaíso. Los objetivos de este estudio son: i) Determinar qué estratos sociales se verían afectados y de qué manera al cambiar de un esquema tarifario basado en la distancia a una tarifa plana. ii) Examinar la recaudación y demanda del sistema de transporte con diferentes valores de tarifa plana propuestos. iii) Establecer un marco de análisis preliminar para orientar decisiones futuras sobre el esquema tarifario del Gran Valparaíso.

Para este estudio, se utilizaron datos de la Encuesta Origen-Destino de Hogares (EODH) para el Gran Valparaíso, realizada entre 2014 y 2015, cuyos resultados fueron publicados por la Secretaría de Planificación de Transporte en 2017. La muestra incluyó aproximadamente 8.600 hogares de todos los estratos socioeconómicos, que proporcionaron información sobre sus viajes, etapas, núcleo familiar, ingresos y otros datos relevantes. Se clasificó a la población en deciles de ingresos per cápita, se calculó el gasto mensual en transporte público por hogares y deciles, y se caracterizaron los viajes por tipo de tarifa, distancia y propósito. Esto permitió estimar los cambios que enfrentarían los deciles en diferentes esquemas tarifarios, tanto entre deciles (equidad vertical) como dentro de los deciles (equidad horizontal), identificando ganadores y perdedores y evaluando el impacto en el sistema de transporte. Los escenarios analizados consideran tanto demanda inelástica como elástica al precio.

Los resultados muestran que, si se impone como condición mantener la recaudación constante, la implementación directa de una tarifa plana de \$470 CLP sería regresiva para el 20% más vulnerable económicamente, ya que este grupo realiza más viajes y recorre distancias más cortas utilizando la tarifa más económica (tarifa local). Aunque a partir de cierto valor de tarifa plana (\$430 CLP), los dos primeros deciles comienzan a experimentar un menor gasto promedio, afectando la recaudación del sistema. Por lo tanto, la consideración de subsidios sería crucial en el debate sobre un esquema tarifario de tarifa plana en el Gran Valparaíso. En conclusión, cualquier cambio en el esquema tarifario del Gran Valparaíso debe ser cuidadosamente estudiado. El efecto de una posible integración tarifaria entre buses y Metro Valparaíso se deja como línea de investigación futura.

Tabla de Contenido

Capítulo 1 : Introducción y objetivos	1
1.1. Introducción y motivación	1
1.2. Objetivos	2
1.2.1. Objetivo general	2
1.2.2. Objetivos específicos	2
Capítulo 2 : Estado del Arte	3
2.1. Equidad social y asuntos distributivos en el transporte público	3
2.2. Efectos distributivos en usuarios según esquemas tarifarios	4
Capítulo 3 : Metodología	8
3.1. Gran Valparaíso	8
3.1.1. Descripción geográfica y demográfica.	8
3.1.2. Antecedentes demográficos por comuna	9
3.1.3. Distribución de población por género.	10
3.1.4. Distribución etaria.	11
3.1.5. Indicadores socioeconómicos	11
3.1.6. Descripción del sistema de transporte urbano (S.T.U).	13
3.2. Origen y procesamiento de datos	17
3.2.1. Encuesta origen destino de hogares (EODH)	17
3.2.2. Clasificación socioeconómica	19
3.2.3. Parámetros de gasto en transporte público	19
3.2.4. Medición del impacto de tarifa plana en la equidad	20
3.2.5. Parámetros extra escenario base	20
3.3. Escenarios de estudio	21
3.3.1. Escenario 1: Demanda y recaudación fija para el sistema	21
3.3.2. Escenario 2 y 3: Esquemas tarifarios de interés	24
3.3.3. Tarifa plana con demanda variable	26

Capítulo 4 : Resultados	30
4.1. Escenario base	30
4.1.1. Tarifa plana, recaudación del sistema y tarifas actuales.	30
4.1.2. Clasificación socioeconómica	32
4.1.3. Cantidad de etapas por decil	33
4.1.4. Usuarios por tipo de tarifa	34
4.1.5. Distancia en transporte público por decil	38
4.2. Escenario 1	39
4.2.1. Parámetros de gasto en transporte público	39
4.2.2. Gasto dentro de deciles	42
4.2.3. Ganadores y perdedores	49
4.3. Escenario 2	52
4.3.1. Parámetros de gasto en transporte público	52
4.3.2. Gasto dentro de deciles	54
4.3.3. Ganadores y perdedores	55
4.4. Escenario 3	56
4.4.1. Parámetros de gasto en transporte público	56
4.4.2. Gasto dentro de deciles	58
4.4.3. Ganadores y perdedores	60
4.5. Recapitulación	61
4.6. Demanda variable	66
4.6.1. Recaudación del sistema	66
4.6.2. Demanda del sistema	67
4.6.3. Demanda en deciles	68
4.6.4. Elasticidades	70
Capítulo 5 : Conclusiones	73
Bibliografía	75
Anexo A	78
A.1. Recorridos de buses y su esquema tarifario. Gran Valparaíso	78

A.2. Código gráfico de densidad.	81
A.3. Elasticidades por decil de ingreso	82

Índice de Tablas

Tabla 2-1. Recopilación esquemas tarifarios.	4
Tabla 2-2 Recopilación estudios esquemas tarifarios.....	7
Tabla 3-1. Gran Valparaíso. Comunas que lo conforman.....	9
Tabla 3-2. Gran Valparaíso, población por comuna	10
Tabla 3-3. Unidades de Negocios Servicios Urbanos	13
Tabla 3-4. Estaciones Metro Valparaíso.....	14
Tabla 3-5. Posible clasificación de viajes.	27
Tabla 3-6. Elasticidades propósito trabajo.	27
Tabla 3-7. Elasticidades propósito otros.....	27
Tabla 3-8. Elasticidades precio de la demanda supuestas por decil, punta de la mañana (periodo 2)	29
Tabla 4-1. Resumen de escenarios y sus supuestos.	30
Tabla 4-2. Recaudación escenario base y escenario 1.	30
Tabla 4-3. Resumen sets de tarifas. Gran Valparaíso.	31
Tabla 4-4. Deciles de ingreso y sus intervalos.	32
Tabla 4-5. Cantidad de etapas promedio por hogar para cada decil.	34
Tabla 4-6. Porcentaje de uso para cada tarifa.	34
Tabla 4-7. Gasto en transporte público por deciles. Escenario base y escenario 1.40	
Tabla 4-8. Porcentaje de ingreso per cápita destinado a transporte público, por deciles. Escenario 1.....	41
Tabla 4-9. Configuraciones de gasto posibles para tarifa plana.	43
Tabla 4-10. Intervalos de variación en gasto para los quintiles. Escenario 1	50
Tabla 4-11. Número de hogares según el cambio en el gasto entre tarifas. Escenario 1.....	50
Tabla 4-12. Distribución hogares de cada decil en los quintiles.	51
Tabla 4-13. Ganadores y perdedores según tipo de tarifa.	52

Tabla 4-14. Gasto en transporte público por deciles. Escenario base y escenario 2.	52
Tabla 4-15. Porcentaje de ingreso per cápita destinado a transporte público, por deciles. Escenario 2.....	53
Tabla 4-16. Intervalos de variación en gasto para los quintiles. Escenario 2.	55
Tabla 4-17. Número de hogares según su cambio en el gasto entre tarifas. Escenario 2.....	55
Tabla 4-18. Distribución hogares de cada decil en los quintiles. Escenario 2.	56
Tabla 4-19. Gasto en transporte público por deciles. Escenario 3.	57
Tabla 4-20. Porcentaje de ingreso per cápita destinado a transporte público, por deciles. Escenario 3.....	58
Tabla 4-21. Intervalos de variación en gasto para los quintiles. Escenario 3.	61
Tabla 4-22. Número de hogares según su cambio en el gasto entre tarifas. Escenario 3.....	61
Tabla 4-23. Distribución hogares de cada decil en los quintiles. Escenario 3.	61
Tabla 4-24. Recaudaciones por escenario y sus diferencias con escenario base....	62
Tabla 4-25. Variación gasto promedio en transporte público para todos los escenarios.	63
Tabla 4-26. Variación gasto per cápita destinado a transporte público. Todos los escenarios.	64
Tabla 4-27. Intervalos para quintiles de ganadores y perdedores. Todos los escenarios.	65
Tabla 4-28. Variación en recaudación del sistema. Demanda Variable. Todos los escenarios.	66
Tabla 4-29. Variación en la demanda del sistema. Todos los escenarios.	68
Tabla 4-30. Variación en la demanda por deciles. Escenario 1.	69
Tabla 4-31. Variación en la demanda por deciles. Escenario 2.	69
Tabla 4-32. Variación en la demanda por deciles. Escenario 3.	70
Tabla 4-33. Elasticidad Demanda-Precio. Todos los deciles.	72
Tabla 5-1. Servicios y tarifas. Unidad de negocio 1.	78
Tabla 5-2. Servicios y tarifas. Unidad de negocio 2.	78

Tabla 5-3. Servicios y tarifas. Unidad de negocio 3.....	79
Tabla 5-4. Servicios y tarifas. Unidad de negocio 4.....	79
Tabla 5-5. Servicios y tarifas. Unidad de negocio 5.....	79
Tabla 5-6. Servicios y tarifas. Unidad de negocio 6.....	80
Tabla 5-7. Servicios y tarifas. Unidad de negocio 7.....	80
Tabla 5-8. Servicios y tarifas. Unidad de negocio 9.....	80
Tabla 5-9. Servicios y tarifas. Unidad de negocio 10.....	80
Tabla 5-10. Elasticidades periodo 1.....	82
Tabla 5-11. Elasticidades periodo 2.....	83
Tabla 5-12. Elasticidades periodo 3.....	84
Tabla 5-13. Elasticidades periodo 1.....	85
Tabla 5-14. Elasticidades periodo 2.....	86
Tabla 5-15. Elasticidades periodo 3.....	87

Índice de Gráficos

Gráfico 3-1. Índice de masculinidad, comunas conurbación y Chile. 2015	10
Gráfico 3-2. Distribución etaria por comunas del Gran Valparaíso. 2015.....	11
Gráfico 3-3. Pobreza por ingresos y pobreza multidimensional. Gran Valparaíso. 2015.....	12
Gráfico 3-4. Porcentaje de Hogares Hacinados. Gran Valparaíso. 2017.....	12
Gráfico 3-5. Partición modal Gran Valparaíso. Todos los Modos.....	16
Gráfico 3-6. Partición modal, transporte público. Gran Valparaíso.....	16
Gráfico 4-1. Valores por tipo de tarifa. gran Valparaíso.....	31
Gráfico 4-2. Porcentaje de uso para cada tipo de tarifa por decil.....	38
Gráfico 4-3. Distancia promedio recorrida en transporte público por decil.....	39
Gráfico 4-4. Gasto en transporte público por deciles. Escenario base y escenario 1.	41
Gráfico 4-5. Gasto en transporte público por deciles. Escenario base y escenario 2.	53
Gráfico 4-6. Gasto en transporte público por deciles. Escenario 3.....	57
Gráfico 4-7. Variación en recaudación para valores de tarifa plana.....	62
Gráfico 4-8. Variación gasto promedio en transporte público. Decil 1.....	63
Gráfico 4-9. Variación en recaudación. Demanda fija y variable.....	67
Gráfico 4-10. Variación en la demanda del sistema. Todos los escenarios.....	68

Índice de Ilustraciones

Ilustración 3-1. Gran Valparaíso. Comunas que lo conforman	9
Ilustración 3-2. Estaciones Metro Valparaíso.	14
Ilustración 3-3. Tarifas Metro Valparaíso.....	15
Ilustración 3-4. Encuestas por ingreso.....	18
Ilustración 4-1. Ubicación de hogares según decil de ingreso per cápita.....	33
Ilustración 4-2. Ubicación de hogares que usan tarifa local.....	35
Ilustración 4-3. Ubicación de hogares que usan tarifa directa.	36
Ilustración 4-4. Ubicación de hogares que usan tarifa cerro plano.....	37
Ilustración 4-5. Densidad de gasto en transporte público. Decil 1.....	43
Ilustración 4-6. Densidad de gasto en transporte público. Decil 2.....	44
Ilustración 4-7. Densidad de gasto en transporte público. Decil 5. Fuente: Elaboración propia.	45
Ilustración 4-8. Densidad de gasto en transporte público. Decil 10. Fuente: Elaboración propia.	46
Ilustración 4-9. Densidad de gasto en transporte público, tarifa declarada. Deciles 1,5,7 y 10.....	47
Ilustración 4-10. Densidad de gasto en transporte público, tarifa plana escenario 1. Deciles 1,5,7 y 10.....	48
Ilustración 4-11. Mapa ubicación de quintiles para hogares ganadores y perdedores.....	50
Ilustración 4-12. Densidad de gasto en transporte público. Decil 1.....	54
Ilustración 4-13. Densidad de gasto en transporte público, tarifa plana escenario 2. Deciles 1, 5, 7 y 10.....	55
Ilustración 4-14. Densidad de gasto en transporte público. Decil 1.....	59
Ilustración 4-15. Densidad de gasto en transporte público. Escenario 3.....	60
Ilustración 4-16. Densidad de gasto en transporte público. Decil 1. Todos los escenarios.	65
Ilustración 4-17. Elasticidades Demanda-Precio. Todos los deciles.....	72

Capítulo 1: Introducción y objetivos

1.1. Introducción y motivación

Entre todas las formas que existen para moverse en una ciudad, el transporte público es el modo que mayor cantidad de personas puede transportar sin afectar la congestión y, con la tecnología adecuada, sin deteriorar la calidad del aire. Es por esto que las zonas urbanas, tanto las grandes como las emergentes de Chile, deben seguir apostando por su desarrollo y correcto funcionamiento para alcanzar los estándares medioambientales del siglo XXI, sin descuidar la calidad del servicio.

Bajo esta premisa, si como sociedad queremos garantizar el cumplimiento del derecho a la movilidad de todos los ciudadanos, los modos masivos de transporte son una de las mejores vías para satisfacer todas las necesidades a lo largo de nuestro territorio. En este contexto de grandes desafíos, se presenta la oportunidad de trabajar en este proyecto de ingeniería, el cual busca ofrecer una primera aproximación de los efectos que tendría la implementación de una tarifa plana y esquemas tarifarios alternativos en el transporte público del Gran Valparaíso, efectos que serán medidos tanto en los usuarios como en la recaudación.

Los efectos que produciría la implementación de una tarifa plana en una ciudad como Santiago ya han sido estudiados (Tiznado, Muñoz, Hurtubia, 2020), así como las metodologías para medir la variación en la demanda ante cambios de precios a través de las elasticidades correspondientes. Por lo tanto, se espera lograr resultados que permitan obtener una perspectiva de lo que sucedería al implementar esta medida en la zona urbana de Valparaíso. La implementación no estará exenta de desafíos técnicos y tecnológicos, ya que el cobro de una tarifa independiente de la distancia podría beneficiarse de un sistema de pago con tarjeta inteligente, complicando aún más un escenario de tarifa por distancia recorrida en términos de pago y recaudación.

Este desafío requiere el manejo de una gran cantidad de datos correspondientes a la Encuesta Origen-Destino de Hogares (EODH) del Gran Valparaíso, realizada entre 2014 y 2015 por la Secretaría de Planificación de Transporte (SECTRA). A partir de estos datos y una metodología de recaudación y costos de usuarios, se espera obtener los resultados que permitan evaluar los efectos y la viabilidad de esta medida.

A título personal, trabajar en este proyecto me resulta profundamente motivante, no solo por la importancia de aportar a una toma de decisiones a gran escala, sino también por contribuir al desarrollo del transporte público en regiones y formar parte de un proceso más amplio de transformación del transporte público en Chile.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

El objetivo general de este trabajo de título, es lograr cuantificar el efecto, tanto en la recaudación, como en los usuarios, que tendría la implementación de esquemas tarifarios alternativos, incluyendo una tarifa plana (que no dependa de la distancia del viaje), en el transporte público del Gran Valparaíso.

1.2.2. Objetivos específicos

Lograr caracterizar los estratos de la población que perciben ahorros o desahorros monetarios luego de la implementación de una tarifa plana, junto con el análisis de distintos parámetros de gasto en transporte público.

Estimar los efectos en la recaudación y demanda del sistema en los distintos esquemas tarifarios analizados.

Capítulo 2: Estado del Arte

2.1. Equidad social y asuntos distributivos en el transporte público

La equidad se analiza en la distribución de costos y beneficios resultantes de la implementación de políticas públicas. Tradicionalmente, esta distribución se ha considerado en función del ingreso de los hogares (Giuliano, 1994), pero existen otras dimensiones de la equidad que también deben ser estudiadas.

Según Taylor (2004), en el ámbito de transporte se deben perseguir tres tipos de equidad:

- 1) Equidad del mercado, donde el gasto realizado es proporcional a las ganancias o impuestos pagados por individuos, grupos o lugares.
- 2) Equidad en la oportunidad, donde el gasto de recursos se distribuye igualmente entre individuos, grupos o lugares.
- 3) Equidad en los resultados, donde el gasto incurrido produce niveles similares de movilidad o servicio entre todas las personas, grupos o lugares.

Para diferenciar los alcances de estos análisis, algunos autores utilizan los conceptos de equidad vertical, que busca la distribución de costos y beneficios según la necesidad del servicio o la capacidad de pago de los usuarios (Bandegani & Akbarzadeh, 2016), y equidad horizontal, que implica un trato igual entre usuarios o miembros del grupo analizado.

En el ámbito del transporte público, la literatura ha buscado cuantificar la efectividad de los subsidios implementados mediante diversas políticas públicas. Por ejemplo, un análisis comparativo entre la ciudad de Santiago y Londres (Basso & Silva, 2014) evidenció la efectividad de políticas como vías exclusivas para autobuses, tarifas por congestión y subsidios al transporte público. Los investigadores midieron la efectividad de estos casos utilizando una metodología de bienestar social basada en el excedente del consumidor. La variación del excedente fue positiva en todas las políticas analizadas para el 40% de la población de menores ingresos de la ciudad de Santiago. De menor a mayor variación para este grupo socioeconómico, se encuentran la tarificación por congestión, seguida por la pista exclusiva de buses, y finalmente, el subsidio del 55% de los costos de operación del transporte público, que mostró la mayor variación positiva para los estratos de bajos ingresos.

Asimismo, un grupo de investigadores exploró si los subsidios al transporte público en Estocolmo serían progresivos para la ciudad (Börjesson et al., 2020). Calculando el subsidio por viaje a partir de los costos totales del sistema, los ingresos percibidos y el subsidio actual entregado, encontraron que los subsidios eran levemente progresivos en la ciudad, beneficiando a estudiantes, jubilados y usuarios de la periferia.

También se estudió la progresividad de los subsidios al transporte público en Barcelona (Matas et al., 2020), utilizando datos de una encuesta de movilidad. Los esquemas tarifarios estudiados no tuvieron un gran impacto en la distribución equitativa de los impuestos, ya que el subsidio mostró estar fuertemente ligado a la cantidad de viajes en transporte público, la cual es mayor en los estratos de menores ingresos. Además, se encontró una gran sensibilidad de los usuarios a la calidad

del sistema, siendo los tiempos de acceso y espera en el transporte público los atributos de mayor peso encontrados a partir de la estimación realizada.

Otro método para medir los efectos distributivos de las políticas de transporte público se aplicó en París (Bureau & Glachant, 2011), utilizando datos de una encuesta global de transporte. Este estudio evaluó cómo la reducción de la tarifa y el aumento de la velocidad del transporte público afectarían a la población, concluyendo que todos los grupos de ingresos se beneficiarían de una reducción en la tarifa. Además, destacó la importancia de la ubicación espacial de la vivienda al percibir las diferencias en cada tarifa, ya que el beneficio de vivir dentro de la ciudad de París no difería mayormente, para las políticas públicas analizadas, entre hogares pobres y ricos, pero sí entre hogares pobres que vivían dentro o fuera de París.

Estos resultados muestran que no hay soluciones universales para definir la progresividad de una política tarifaria de transporte público, ya que cada caso presenta características únicas que deben ser consideradas.

2.2. Efectos distributivos en usuarios según esquemas tarifarios

Un sistema tarifario para el transporte público, es definido por un método que trata de vincular la forma, el momento y el lugar de pago de un nivel de tarifa específico, una estructura tarifaria o un esquema de estas (Batarce & Mulley, 2016). Una recopilación de distintos esquemas tarifarios se presenta en la tabla 2-1.

Tabla 2-1. Recopilación esquemas tarifarios.

Esquema Tarifario	Descripción	Ejemplo
Plano	Igual tarifa para todos los usuarios.	Sistema de metro en Lima, Perú.
Basado en el viaje	La tarifa promedio depende del número de viajes. Usualmente conocida como pases de viaje	SUBTE, en Buenos Aires, Argentina
Basado en la distancia	La tarifa depende de la distancia exacta viajada o en distancias aproximadas a través zonas tarifarias	Metro de Londres, sistema de Metro en Tokio, Japón y Valparaíso, Chile (distancia)
Basado en el periodo	La tarifa depende de (1) hora del día, cobrando diferente en hora punta y no punta o (2) duración del viaje	Servicio de Metro/Tren en Sídney, Australia.
Basado en el modo	La tarifa depende del modo de transporte, que ofrecen distintos servicios	Transmilenio y SITP (servicios de bus), Bogotá, Colombia
Basado en el usuario	La tarifa depende del grupo de usuarios. Por ejemplo, personas mayores, estudiantes o población de bajo ingreso	Red (bus y sistema de metro) en Santiago, Chile.

Fuente: Tiznado-Aitken et al, (2020)

Como se muestra en la recopilación (Tiznado-Aitken et al., 2020), existen varios esquemas tarifarios, que además pueden ser combinados entre sí, como es el caso del Metro de Santiago, donde se combina el esquema basado en el usuario con los periodos del día (Metro de Santiago, n.d.).

La tarea de determinar un esquema tarifario ha sido un tema importante dentro de la literatura de transporte, por lo que a continuación, se revisarán los efectos distributivos que han sido explorados por las investigaciones.

En Montreal, Canadá, se observó una mayor venta de pases semanales en barrios de ingresos bajos-medios y con mayores niveles de desempleo (Verbich & El-Geneidy, 2017). Este hecho se atribuyó a la inestabilidad económica de los estratos más bajos, que les dificulta adquirir un pase mensual debido a su precio más alto y a la distancia del centro de la ciudad, donde se encuentran los servicios cubiertos por este pase.

En California, Estados Unidos, un estudio examinó los efectos de cinco esquemas tarifarios en los usuarios de un proveedor de servicios de transporte público (Nuworsoo et al., 2009). Los investigadores concluyeron que aumentar los costos de trasbordo tendría un efecto regresivo, y la eliminación de los pases de viaje ilimitados afectaría negativamente a los jóvenes y los adultos mayores. Además, estimaron que agregar un pase semanal al escenario actual resultaría en una disminución del 4% en la recaudación.

En un estudio llevado a cabo en Utah, Estados Unidos (Farber et al., 2014), se examinó un esquema tarifario plano que permitía hasta dos viajes sin importar la distancia recorrida. En colaboración con la Utah Transit Authority (UTA), se investigó cómo afectaría a diferentes estratos socioeconómicos el cambio de este esquema tarifario plano a uno basado en la distancia. La investigación, basada en datos de la encuesta de viajes por familia de Utah (UHTS) de 2012, clasificó a los hogares en cuatro tramos de ingresos anuales. Se concluyó que el cambio a una tarifa basada en la distancia beneficiaría a los hogares de menores ingresos y a los adultos mayores, sugiriendo que dicho cambio sería progresivo en la estructura utilizada en el estudio.

Otro estudio realizado en California (Brown, 2018) analizó datos de la encuesta de viajes por familia de California (CHTS) de 2012 para evaluar los efectos distributivos de varios esquemas tarifarios. Los seis esquemas analizados incluyeron tarifas planas y basadas en la distancia, así como esquemas basados en el periodo y el modo de transporte utilizado. La clasificación socioeconómica se realizó utilizando una calculadora implementada por el Instituto Tecnológico de Massachusetts, que indica el monto mínimo según composición familiar para vivir en California (living wage). Las conclusiones mostraron que los usuarios con ingresos bajo el monto mínimo para vivir, viajan distancias más cortas y tienden a gastar menos en tarifas por milla en esquemas que combinan tarifas por distancia con periodos punta/fuera de punta.

Estos estudios señalan una tendencia hacia una mayor equidad con esquemas tarifarios por tramo o alguna combinación de estos. Sin embargo, en el caso de Santiago de Chile, un análisis realizado con datos de las tarjetas inteligentes de pago para el transporte público (tarjeta BIP) sugiere un resultado contrario (Tiznado-Aitken et al., 2020). La metodología de cálculo para la tarifa se basó en mantener fija la recaudación del sistema para un intervalo horario específico y así generar una tasa tarifaria en pesos por unidad de distancia. Los investigadores concluyeron que un esquema tarifario basado en la distancia sería regresivo en Santiago, principalmente debido a la distribución de los hogares de mayores ingresos cerca de los centros de actividad, lo que subsidia indirectamente

a los viajes más largos realizados por los hogares de menores ingresos ubicados en la periferia de la ciudad.

Otro estudio exploró el impacto de los esquemas tarifarios en Isfahán, Irán (Bandegani & Akbarzadeh, 2016). Este estudio utilizó encuestas a usuarios de autobuses para cuantificar el efecto de un esquema tarifario basado en la distancia en la equidad horizontal. Los resultados mostraron que dicho esquema reduciría la desigualdad, con una disminución en el índice de Gini para el beneficio por viaje de 0,38 a 0,17, indicando una mayor equidad para este parámetro bajo un contexto de tarifa por tramo.

Bajo esta misma metodología de equidad horizontal y vertical, un estudio analizó tres esquemas tarifarios para la ciudad de Estocolmo (Rubensson et al., 2020). Estos esquemas consistían en una tarifa plana, un esquema basado en el viaje entre zonas y otro en base a los kilómetros recorridos. Los investigadores utilizaron información sobre los habitantes de cada zona de la ciudad proporcionada por el ente oficial de estadísticas suecas, junto con un modelo de cuatro etapas nacional para pronosticar los patrones de viaje hasta la fecha del estudio. La medición de equidad se llevó a cabo en tres casos: el primero calculaba la tarifa promedio según el lugar de residencia del pasajero, el segundo era una medida distribucional de los gastos en tarifa per cápita, y el tercero era una medida distribucional de los gastos en tarifa en los diferentes grupos de ingreso. Mientras que las dos primeras se centraban en la equidad horizontal, la última representaba una medida de la equidad vertical. En este marco de estudio, se pudo concluir que las personas con mayores ingresos realizaban viajes más cortos, lo que llevaba a una mayor equidad vertical con una tarifa independiente de la distancia. Además, se observó que la tarifa promedio según la residencia era similar a la que se debía pagar para ir al centro de actividades, lo que resaltaba la importancia de diversificar los centros de actividades para mejorar la equidad en el acceso al transporte público.

Como resumen de los trabajos expuestos sobre los efectos de esquemas tarifarios se presenta la tabla 2-2 con una recopilación de los elementos que se consideraron más relevantes de destacar.

Tabla 2-2 Recopilación estudios esquemas tarifarios

Estudio	Ciudad	Modo de Transporte	Efecto Tarifa plana	Contribución
Tiznado-Aitken et al., 2020	Santiago, Chile	Bus, Metro y Metro Tren	Progresiva	Primer trabajo de este estilo en Latinoamérica, analiza un sistema de transporte público integrado.
Nuworsoo et al., 2009	California. EE.UU	Bus	Depende	Analiza varios esquemas tarifarios, con transbordos entre modos y pases semanales.
Farber et al., 2014	Utah, EE.UU	Bus, Tren Ligero y Tren	Mayormente Regresiva	Caracteriza a la población con los requerimientos del lugar analizado y entrega los resultados para todos los claustrs.
Brown, 2018	California. EE.UU	Metro	Regresiva	Examina seis esquemas tarifarios para la ciudad en cuestión y presenta la variación de esto con respecto al caso actual para bajos y altos ingresos.
Bandegani & Akbarzadeh, 2016	Isfahán, Irán	Bus	Regresiva	Único trabajo proveniente de medio oriente, utiliza el índice de Gini para la evaluación de equidad horizontal de una tarifa plana.
Rubensson et al., 2020	Estocolmo, Suecia	Bus, Metro, Tren Ligero y Tren	Depende	Analiza esquemas tarifarios por distancia recorrida y por zona recorrida. Además, entrega información espacial, económica y georeferenciada de la población.

Capítulo 3: Metodología

3.1. Gran Valparaíso

En los siguientes párrafos se delinearé el área de estudio para esta investigación. Se dividirá en dos secciones principales que son fundamentales para lograr los resultados esperados: la primera consistirá en una descripción geográfica y demográfica detallada del Gran Valparaíso, mientras que la segunda se centrará en el sistema de transporte urbano (S.T.U.).

Estas descripciones tienen como objetivo proporcionar al lector un contexto espacial y social completo del área en la que se contempla la implementación de una tarifa plana. Se espera que esta contextualización ayude a comprender los posibles efectos socioeconómicos inmediatos que esta medida tendría en los usuarios del transporte público.

Posteriormente, se explicará la metodología utilizada para obtener los resultados necesarios para el análisis de este estudio.

3.1.1. Descripción geográfica y demográfica.

Gran Valparaíso es una conurbación ubicada en la Región de Valparaíso, la cual está formada por las comunas de Valparaíso, Viña del Mar, Concón, Quilpué y Villa Alemana. Las tres primeras comunas corresponden a la Provincia de Valparaíso y las dos últimas a la Provincia de Marga Marga.

De acuerdo con las proyecciones derivadas de los datos preliminares del Censo de Población y Vivienda del año 2012, publicados por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), la población que conforma el área de estudio (Gran Valparaíso) en el año 2015, momento en que se llevó a cabo la Encuesta Origen Destino de Hogares (EODH), se estimó en 974.215 habitantes. Esta cifra representa el 53,36% del total de la región y el 5,41% del total nacional.

La superficie de la conurbación es de 1.233 km², lo cual representa el 6,9% de la superficie total de la quinta región. En la ilustración 3-1 se muestran resaltadas las comunas que conforman el Gran Valparaíso. (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile).

Ilustración 3-1. Gran Valparaíso. Comunas que lo conforman



Fuente: Actualización S.T.U., Gran Valparaíso. SECTRA, 2017.

3.1.2. Antecedentes demográficos por comuna

La comuna de mayor extensión territorial dentro del área de estudio es Quilpué, con 537 km², representando el 43,55% de la conurbación. Por otro lado, Concón ocupa el último lugar en términos de superficie, con 76 km², lo que equivale al 6,16% del área total de la región de estudio. Los datos obtenidos de la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, n.d.) para todas las comunas se muestra a continuación en la tabla 3-1.

Tabla 3-1. Gran Valparaíso. Comunas que lo conforman

Comuna	Superficie [km ²]	Porcentaje en la Conurbación
Concón	76	6,16%
Quilpué	537	43,55%
Valparaíso	401,6	32,57%
Villa Alemana	97	7,87%
Viña del Mar	121,6	9,86%

Fuente: Biblioteca del Congreso nacional de Chile

Para el año 2015, según las proyecciones del Instituto Nacional de Estadísticas, el Gran Valparaíso albergaba a 974.215 habitantes. De acuerdo con estos datos, Viña del Mar es la comuna más poblada, representando el 33,21% del total, mientras que Concón es la comuna menos poblada, con un 5,01% de los habitantes de la conurbación. El detalle de todas las comunas pertenecientes, obtenidas del Instituto Nacional de Estadísticas (Instituto Nacional de Estadísticas (INE), n.d.) se reporta en la tabla 3-2.

Tabla 3-2. Gran Valparaíso, población por comuna

Comuna	Población 2015	Porcentaje en la Conurbación
Concón	48.778	5,01%
Quilpué	168.070	17,25%
Valparaíso	295.489	30,33%
Villa Alemana	138.348	14,20%
Viña del Mar	323.530	33,21%

Fuente: Proyecciones de población total, años 2002-2035. INE.

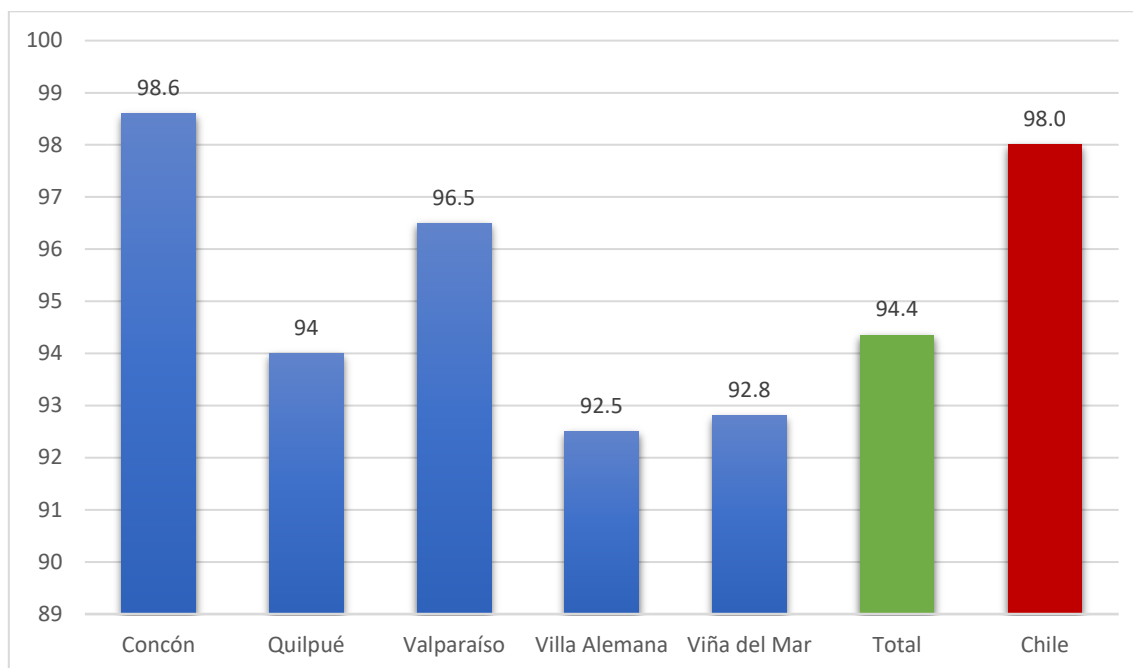
3.1.3. Distribución de población por género.

La distribución por género se presentará a través del índice de masculinidad, el cual expresa la proporción de hombres respecto a mujeres en términos porcentuales, es decir, la cantidad de hombres por cada 100 mujeres. Los datos fueron obtenidos de la Biblioteca del Congreso Nacional (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2017).

Este indicador se calculó utilizando las proyecciones de población del Instituto Nacional de Estadísticas 2002-2020 para el año 2015. Los resultados muestran que el índice de masculinidad es de 98,6 para la comuna de Concón, siendo el más alto dentro de la conurbación, mientras que el valor más bajo corresponde a la comuna de Viña del Mar, con un índice de 92,5.

En conjunto, todas las comunas muestran un índice de masculinidad de 94,4, lo que está 4,6 puntos por debajo del valor para la población agregada de Chile en ese momento. El detalle por comuna se muestra en el gráfico 3-1

Gráfico 3-1. Índice de masculinidad, comunas conurbación y Chile. 2015



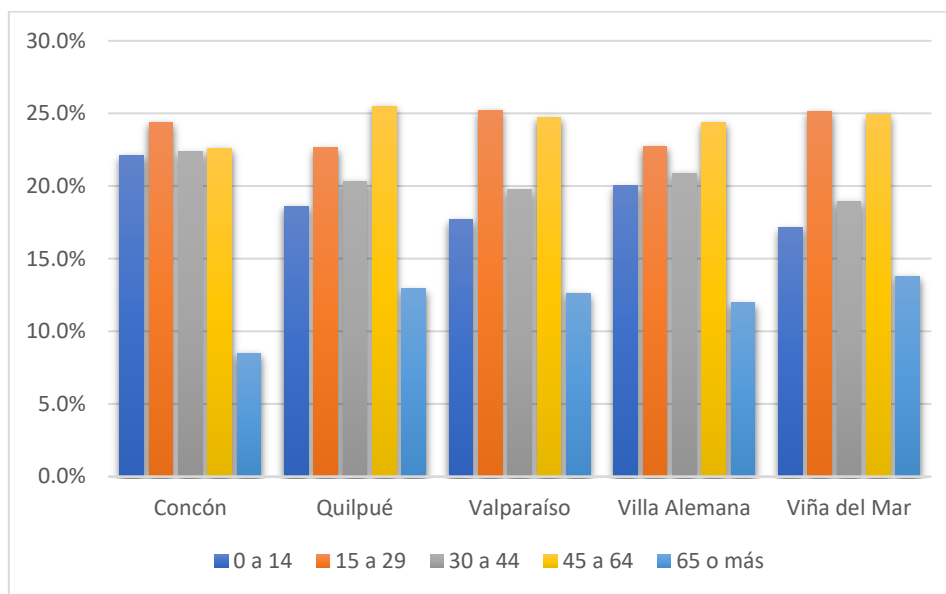
Fuente: Proyecciones de población total, años 2002-2035. INE.

3.1.4. Distribución etaria.

El gráfico 3-2 presenta la distribución porcentual de la población según grupos etarios en las comunas que conforman el área de análisis. Este gráfico se ha generado utilizando la proyección de población del Instituto Nacional de Estadísticas 2002-2020 para el año 2015.

El gráfico muestra variaciones significativas en la distribución demográfica entre las diferentes comunas. Los grupos de edad de 15 a 29 años y de 45 a 65 años son los más predominantes en todas las áreas analizadas.

Gráfico 3-2. Distribución etaria por comunas del Gran Valparaíso. 2015



Fuente: Proyecciones de población total, años 2002-2020. INE.

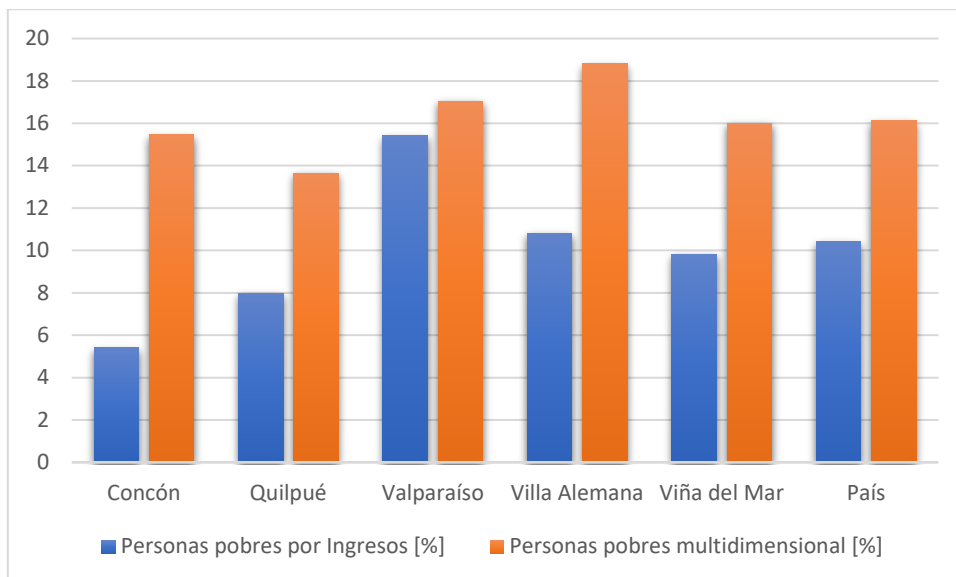
3.1.5. Indicadores socioeconómicos

Los indicadores de pobreza por ingreso y pobreza multidimensional, obtenidos del Banco Central de Chile a partir de la Encuesta CASEN 2015, tienen como objetivo medir diferentes aspectos de la pobreza. La pobreza por ingreso se refiere al conjunto de hogares cuyos ingresos mensuales totales no superan el umbral de la línea de pobreza, lo que indica que no cuentan con recursos suficientes para satisfacer sus necesidades básicas de alimentación y otros bienes esenciales (Ministerio de Desarrollo Social y Familia, 2023). Por otro lado, la pobreza multidimensional identifica diversas carencias a nivel de hogares y personas en áreas como la salud, la educación y el nivel de vida (United Nations Development Programme (UNDP), n.d.).

Al observar los datos para las comunas del área de estudio, representados en el gráfico 3-3 se aprecia que la comuna de Concón presenta niveles de pobreza por ingreso inferiores al promedio nacional, pero similar nivel de pobreza multidimensional. Quilpué muestra valores por debajo del promedio nacional en ambas dimensiones analizadas. Viña del Mar presenta valores similares a la media nacional, mientras que Valparaíso es la comuna con mayores niveles de pobreza por ingreso,

y Villa Alemana es la que tiene un mayor porcentaje de personas enfrentando una pobreza multidimensional.

Gráfico 3-3. Pobreza por ingresos y pobreza multidimensional. Gran Valparaíso. 2015.

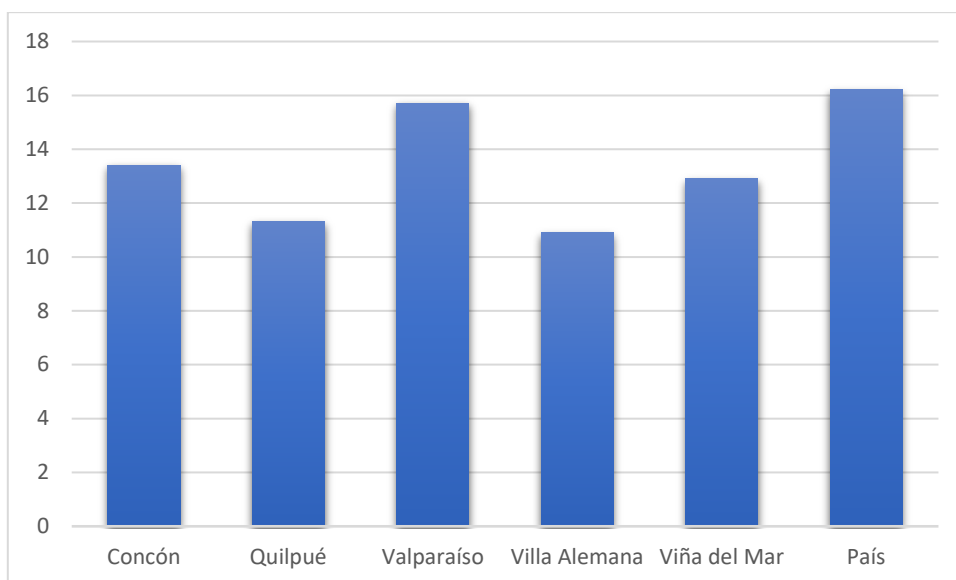


Fuente: Informe CASEN 2015.

Otro indicador derivado de la Encuesta CASEN 2015 es el índice de hacinamiento, el cual se calcula dividiendo el número de personas que residen en una vivienda entre el número de dormitorios disponibles (Ministerio de Desarrollo Social y Familia, n.d.).

En el caso del Gran Valparaíso, según se muestra en el gráfico 3-4, todas las comunas presentan índices de hacinamiento por debajo del promedio nacional, siendo Villa Alemana la que tiene el menor valor de este índice. Por otro lado, la comuna de Valparaíso muestra un índice de hacinamiento más cercano al promedio nacional.

Gráfico 3-4. Porcentaje de Hogares Hacinados. Gran Valparaíso. 2017.



Fuente: Informe CASEN 2017.

3.1.6. Descripción del sistema de transporte urbano (S.T.U)

3.1.6.1. Modos ofrecidos para transporte público

En esta sección se caracterizarán los diferentes modos de transporte público que se utilizaron para el posterior análisis. Por esta razón, se han excluido los modos correspondientes al Trolebús y Taxi Colectivo, centrándose únicamente en los servicios de buses y tren urbano (Metro Valparaíso) dentro del ámbito de análisis.

Servicios de Buses

Los servicios de autobuses que estaban operativos en el Gran Valparaíso al momento de llevarse a cabo la encuesta funcionaban bajo un sistema de licitación. La operación se realizaba mediante una agrupación de 9 unidades de negocios o empresas (Secretaría de Transportes (SECTRA), 2017). En la tabla 3-3 se presenta el detalle de estas unidades, incluyendo la cantidad de servicios o circuitos por unidad y la flota de autobuses de cada una. La flota total estaba compuesta por 2.084 autobuses.

Tabla 3-3. Unidades de Negocios Servicios Urbanos

Unidad de Negocio	Folio SE-REMITT	Nombre	# Circuitos	Flota (veh)
1	401001	Empresa de Transportes Fenur S.A. (Circuitos 100)	23	416
2	401002	Empresa de Transportes Viña Bus (Circuitos 200)	15	402
3	401003	Sociedad de Transportes Sol y M (Circuitos 300)	8	224
4	401004	Empresa de Transportes Viña Bus (Circuitos 400)	10	228
5	401005	Buses del Gran Valparaíso S. A. (Circuitos 500)	20	256
6	401006	Buses del Gran Valparaíso S. A. (Circuitos 600)	12	344
7	401007	Transporte de Pasajeros Top Tur S. A. (Circuitos 700)	7	133
9	400097	Buses del Gran Valparaíso S. A. (Circuitos 900)	2	46
10	400098	Codetran S. A. (Circuitos 000)	2	35

Fuente: SECTRA (2017).

Cada servicio posee a lo más 3 tipos de tarifa según la distancia recorrida, estas pueden ser ordenadas de menor a mayor distancia: Local, Cerro Plan y Directa. La descripción de cada tarifa y su intención dentro del contexto del Gran Valparaíso será descrita en la sección de resultados. El detalle de los valores para cada servicio de bus se adjunta en el anexo.

Tren Urbano

El Metro de Valparaíso, constituye el sistema de ferrocarril metropolitano urbano que atraviesa una extensa porción del Gran Valparaíso, conectando las comunas de Valparaíso, Viña del Mar, Quilpué, Villa Alemana y Limache. Su administración recae en Metro Regional de Valparaíso S.A., una entidad que opera como filial de EFE (Empresa de los Ferrocarriles del Estado).

Este sistema de transporte se caracteriza por ofrecer una combinación de modos, permitiendo la transición entre el metro y autobuses en la estación Limache. Esta conexión por autobús se extiende

hacia localidades como Quillota, Limache Viejo, La Calera y Olmué, aunque estas últimas están fuera del área de estudio.

Al momento de la toma de datos, la infraestructura del metro abarcaba una red de 43 kilómetros de vía ferroviaria electrificada, con un total de 20 estaciones. Estas estaciones se distribuyen en diversos puntos, algunas operan en superficie y otras en túneles subterráneos. En la tabla 3-4 se detallan las 20 estaciones que conforman el sistema.

Tabla 3-4. Estaciones Metro Valparaíso.

1 Terminal	Estación Puerto
2	Estación Bellavista
3	Estación Francia
4	Estación Barón
5	Estación Portales
6	Estación Recreo
7 subterránea	Estación Miramar
8 subterránea	Estación Viña del Mar
9 subterránea	Estación Hospital
10 subterránea	Estación Chorrillos
11	Estación El Salto
12	Estación Quilpué
13	Estación El Sol
14	Estación El Belloto
15	Estación Las Américas
16	Estación La Concepción
17	Estación Villa Alemana
18	Estación Sargento Aldea
19	Estación Peñablanca
20 Terminal Intermodal	Estación Limache

Fuente: SECTRA (2017)

En la ilustración 3-2 se encuentra la red Metro Valparaíso de forma esquemática indicando las conexiones externas luego del terminal en Limache.

Luego, en la ilustración 3-3 se presentan las tarifas de adulto que al momento del estudio tenía el Metro Valparaíso, separada según periodo y tramo.

Ilustración 3-2. Estaciones Metro Valparaíso.



Fuente: SECTRA (2017)

Ilustración 3-3. Tarifas Metro Valparaíso.

		Hora Baja									Hora Media									Hora Alta								
		lunes a viernes 06:00 a 06:30 Sábados, domingos y festivos, durante todo el día. 10:00 a 17:00 20:30 a 23:30									lunes a viernes 06:30 a 07:00 09:00 a 10:00 17:00 a 17:30 19:30 a 20:30									lunes a viernes 07:00 a 09:00 17:30 a 19:30								
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Usuario General	T1	281	387	570	617	733	1248	742	1347	1110	296	409	602	652	774	1318	784	1422	1171	311	430	634	686	815	1387	825	1497	1233
	T2	387	281	553	551	733	1248	733	1347	1110	409	296	584	582	774	1318	774	1422	1171	430	311	614	612	815	1387	815	1497	1233
	T3	570	553	281	281	550	687	566	764	914	602	584	296	296	581	725	597	807	964	634	614	311	311	611	764	629	849	1016
	T4	617	551	281	281	553	687	553	764	899	652	582	296	296	584	725	584	807	950	686	612	311	311	614	764	614	849	1000
	T5	733	733	550	553	1497	782	540	999	566	774	774	581	584	1497	782	540	999	566	815	815	611	614	1497	782	540	999	566
	T6	1248	1248	687	687	782	1497	1102	1561	1128	1318	1318	725	725	782	1497	1102	1561	1128	1387	1387	764	764	782	1497	1102	1561	1128
	T7	742	733	566	553	540	1102	1497	1319	886	784	774	597	584	540	1102	1497	1319	886	825	815	629	614	540	1102	1497	1319	886
	T8	1347	1347	764	764	999	1561	1319	1497	1345	1422	1422	807	807	999	1561	1319	1497	1345	1497	1497	849	849	999	1561	1319	1497	1345
	T9	1110	1110	914	899	566	1128	886	1345	1497	1171	1171	964	950	566	1128	886	1345	1497	1233	1233	1016	1000	566	1128	886	1345	1497

Fuente: SECTRA (2017)

3.1.6.2. Partición modal

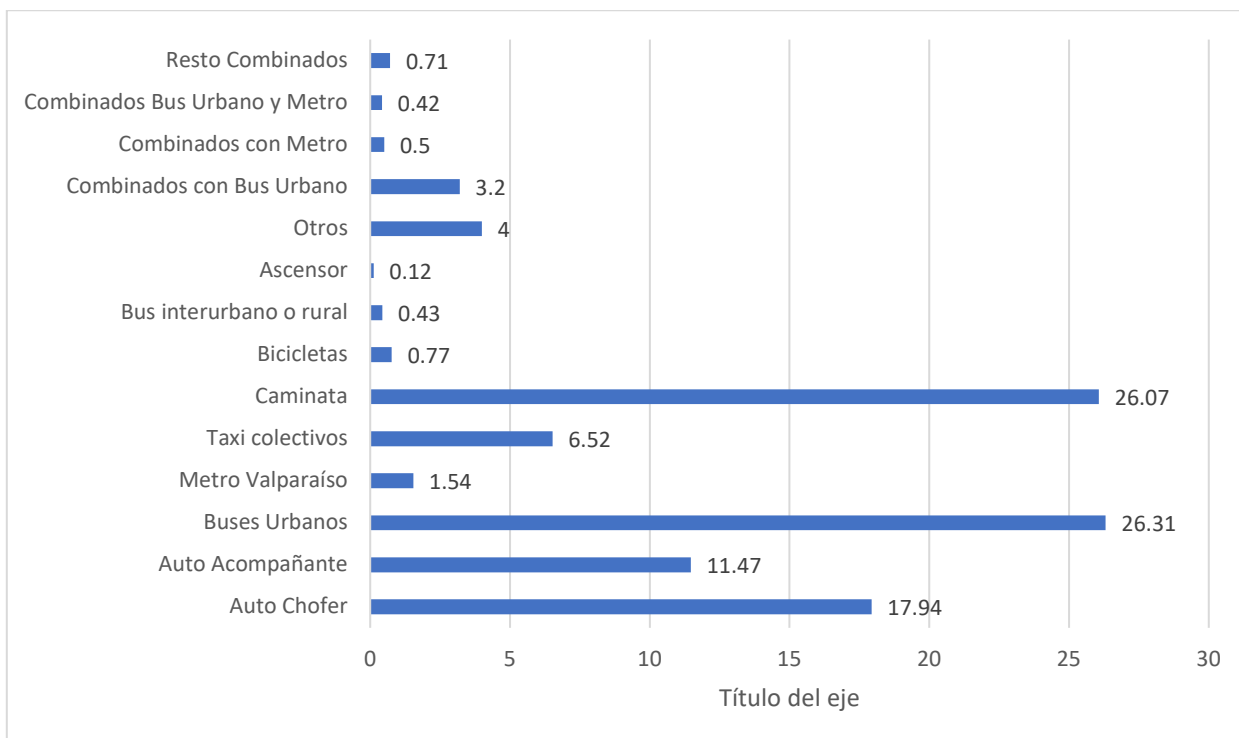
Como parte del análisis del Sistema de Transporte Urbano (S.T.U.), se estimó la partición modal para cada uno de los modos disponibles en el Gran Valparaíso, utilizando los datos recopilados del estudio de actualización del diagnóstico del S.T.U. del Gran Valparaíso (Secretaría de Transportes (SECTRA), 2017).

En el gráfico 3-5 se presenta la distribución porcentual de todos los modos disponibles en el Gran Valparaíso, donde los buses urbanos son el modo más utilizado con un 26,31%, seguido con un valor de 26,07% de participación la caminata, y en tercer lugar el automóvil como conductor con un 17,94% de uso.

En el gráfico 3-6, se muestra la partición modal dentro de los modos de transportes estudiados. Se observa que el bus representa el 80,83% de las etapas para los viajes declarados por los encuestados, seguido por las combinaciones de transbordo de bus-bus, que representan un 10,59%. Esto indica que, en el Gran Valparaíso, el bus es el modo de transporte principal con una amplia ventaja, mientras que el Metro Valparaíso representa solo el 5,77% de la distribución modal de las etapas declarados. La partición correspondiente al uso de la combinación entre tres modos es del orden de 0,15%.

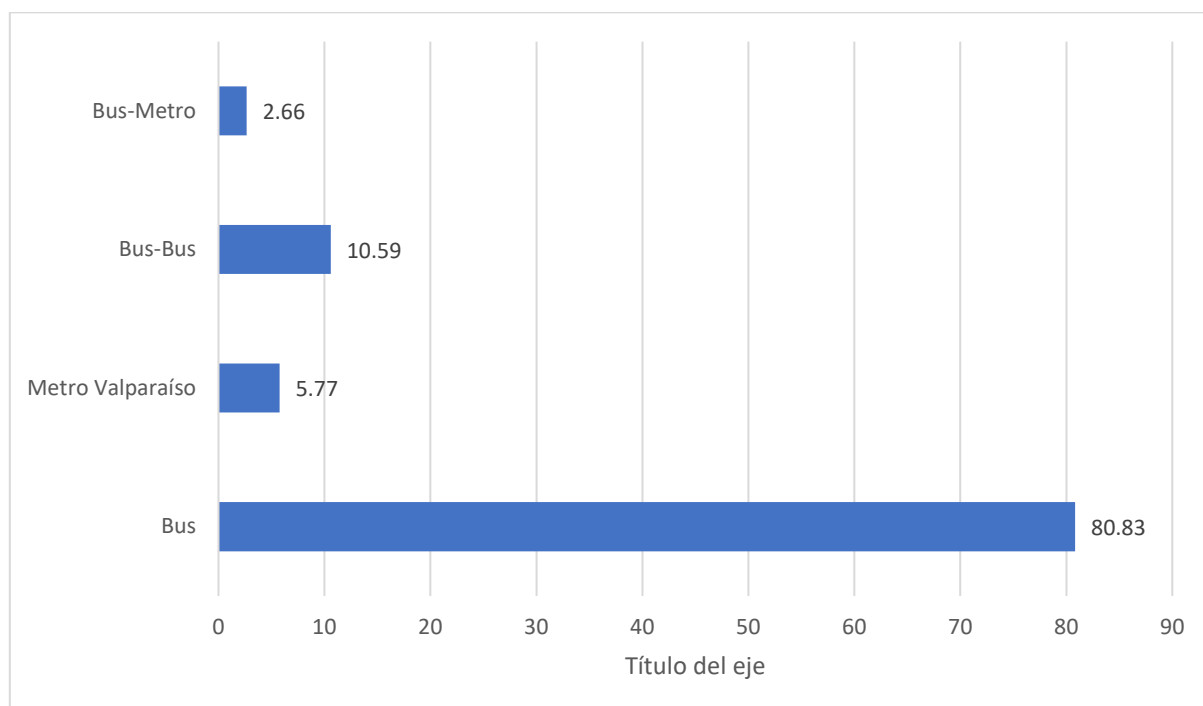
Para dejar clara la utilización de los conceptos, etapa se refiere al uso individual ya sea de bus o Metro Valparaíso. El viaje es el conjunto de etapas necesarias para llegar desde el origen al destino, por lo que un viaje puede estar compuesto de una o más etapas.

Gráfico 3-5. Partición modal Gran Valparaíso. Todos los Modos



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SECTRA 2017.

Gráfico 3-6. Partición modal, transporte público. Gran Valparaíso.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SECTRA 2017.

3.2. Origen y procesamiento de datos

En esta sección se presentará la fuente principal de datos utilizada en este trabajo, así como su metodología de creación y medición. Posteriormente, se explicará el proceso de tratamiento al que fueron sometidos estos datos para obtener los parámetros y clasificaciones necesarios para generar los resultados requeridos en el desarrollo del trabajo.

3.2.1. Encuesta origen destino de hogares (EODH)

La Encuesta Origen Destino de Hogares (EODH) tiene como objetivo recopilar información sobre los desplazamientos realizados por los miembros de una muestra de hogares representativos del universo existente en la conurbación objetivo del estudio, el Gran Valparaíso (Secretaría de Transportes (SECTRA), 2017). Estos datos proporcionarán la base para la elaboración de casos de análisis y los resultados derivados de ellos.

La información recopilada a través de la EODH permitirá caracterizar los viajes urbanos de una muestra aleatoria y representativa de hogares correctamente identificados socioeconómicamente (Secretaría de Transportes (SECTRA), 2017).

3.2.1.1. Universo y selección para la EODH

Para definir el universo de hogares, en (Secretaría de Transportes (SECTRA), 2017) se empleó la información más representativa disponible en ese momento, la cual fue proporcionada por el Servicio de Impuestos Internos (SII). Esta información permitió una estimación actualizada del número de viviendas por manzana. Los datos proporcionados corresponden a los avalúos del SII, los cuales ofrecieron un recuento por manzana de aquellas construcciones destinadas al uso habitacional por la misma entidad. Esta distinción resultó esencial para la selección adecuada de los puntos de encuesta, ya que, dada la naturaleza de esta, distinguir las construcciones habitacionales de aquellas con otros usos permitió una selección correcta de los sitios para el desarrollo del estudio.

La selección de la muestra se estableció de acuerdo con las Bases Técnicas de Licitación y conforme a la “Actualización Metodología Análisis de Transporte en Ciudades de Gran Tamaño y Tamaño Medio” (Secretaría de Transportes (SECTRA), n.d.). La muestra de hogares se obtuvo utilizando un muestreo aleatorio bi-etápico, teniendo en cuenta el tamaño de la muestra para la ciudad del Gran Valparaíso (Secretaría de Transportes (SECTRA), 2017).

El criterio de selección de los hogares a encuestar se diseñó de manera que abarcara adecuadamente las distintas zonas que conforman el área de estudio de la ciudad. Por lo tanto, la metodología de selección consistió en definir una muestra autoponderada, donde el número de hogares a encuestar en cada zona fuera proporcional a la cantidad de hogares existentes en dicha zona (Secretaría de Transportes (SECTRA), 2017).

El número total de encuestas a distribuir fue de 8.600, de las cuales 7.004 fueron encuestas para días laborales y 1.602 destinadas para fin de semana. Este total se determinó en función del número de encuestas requeridas por zona, donde se multiplicó el número de hogares por zona por el factor

2,689%, el cual resultó del cociente entre el número total de encuestas (8.600) y el número total de hogares definidos para el área de estudio (319.810) (Secretaría de Transportes (SECTRA), 2017).

Con las cantidades definidas, las zonas del área de estudio se subdividieron en manzanas y se asignó de manera aleatoria la cantidad de encuestas a realizar para cada una de estas. Dentro de la selección espacial de los hogares a encuestar, se incluyeron dos casos particulares con el fin de garantizar que la muestra fuera lo más representativa posible. El primer caso fue el de las segundas residencias ubicadas en zonas turísticas de Viña del Mar y Concón, y el segundo caso fue el de los campamentos de los cuales se tenía información en ese momento.

La selección de la muestra, como se indicó en los párrafos anteriores, se llevó a cabo mediante la selección aleatoria de hogares dentro de las manzanas que conformaban las zonas en el área de estudio.

Para asegurar que la muestra fuera válida, era necesario que todos los niveles de ingreso estuvieran debidamente representados. Por lo tanto, se dividió a la población en trece rangos de ingresos, los cuales se agruparon en tres estratos socioeconómicos: bajo, medio y alto. A partir de estos estratos, se definió el tamaño muestral total para que la muestra fuera representativa de la población y pudiera ser validada bajo este parámetro. Esto se detalla en la ilustración 3-4, donde se especifican las encuestas realizadas para cada rango, el estrato donde fueron imputadas y el número de vehículos declarados en cada hogar.

Ilustración 3-4. Encuestas por ingreso.

ingresoRango	ingresoMin	ingresoMax	Ingreso reportado			Ingreso imputado			Número de vehículos en el Hogar						
			NºHog	NºHog Estrato	%	NºHog	NºHog Estrato	%	0	1	2	3	4	5	
0			0			0			0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	970	970	16%	19		0	519	367	71	10	3	0	0
2	0	80.000	48			94			44	4	0	0	0	0	0
3	80.001	130.000	200			225			177	21	2	0	0	0	0
4	130.001	200.000	360			387			310	46	3	1	0	0	0
5	200.001	250.000	346	954	16%	409	1.115	19%	270	73	3	0	0	0	0
6	250.001	300.000	448			526			340	101	7	0	0	0	0
7	300.001	400.000	747			839			515	201	31	0	0	0	0
8	400.001	550.000	744			1.027			442	273	26	3	0	0	0
9	550.001	700.000	611	2.550	43%	717	3.109	52%	294	282	32	3	0	0	0
10	700.001	850.000	408			467			178	187	42	1	0	0	0
11	850.001	1.000.000	447			539			154	235	53	3	0	2	0
12	1.000.001	1.500.000	464			542			86	250	112	14	2	0	0
13	1.500.001	5.000.000	190	1.509	25%	192	1.740	29%	6	74	83	22	4	1	0
	Total encuesta realizadas		5.983		85%	5.983		85%	3.335	2.114	465	57	9	3	0
	Encuestas requeridas		7.000						56%	35%	9%				

Fuente: Actualización S.T.U., Gran Valparaíso. SECTRA, 2017.

La realización de la encuesta tuvo lugar durante el periodo comprendido entre agosto y la segunda semana de diciembre del año 2014. A pesar del buen avance logrado durante este periodo, fue necesario un segundo periodo, desde marzo hasta junio de 2015, para completar la muestra y recolectar la información necesaria.

La encuesta incluía preguntas sobre cada viaje realizado por los miembros de cada hogar, así como las etapas que lo conformaban y los modos de transporte utilizados, con detalles adicionales sobre estos.

3.2.2. Clasificación socioeconómica

La clasificación socioeconómica para el estudio se basó en los anexos proporcionados por el estudio encargado de la realización de la Encuesta Origen Destino de Hogares (SECTRA, 2017).

La metodología utilizada para agrupar socioeconómicamente al universo encuestado corresponde a la empleada en la encuesta CASEN, la cual evalúa la situación de los hogares y la población en aspectos demográficos, educativos, de salud, vivienda, trabajo e ingresos, además de analizar el impacto de las políticas sociales al registrar periódicamente las variables mencionadas (Observatorio Social, n.d.).

Esta metodología implica clasificar los hogares según deciles de ingreso per cápita. Para ello, se toma el universo de hogares encuestados, quienes declaran su ingreso mensual, y se calcula un cociente simple entre este valor y la cantidad de personas que viven en dicho hogar, obteniendo así un valor único para cada hogar encuestado. Posteriormente, se ordenan estos valores de manera creciente y se agrupan en grupos correspondientes a un décimo del total de la muestra. Por ejemplo, si se encuestaron 100 hogares, cada decil de ingreso per cápita tendría 10 hogares.

Los datos específicos utilizados provienen del archivo "hogares.csv", donde se presentan todos los hogares encuestados identificados por un número de identificación (ID) en la primera columna. Esta identificación permite diferenciar entre los hogares. En la columna N°11 se registra la cantidad de personas que viven en cada hogar, mientras que en la columna N°18 se indica el ingreso declarado por el hogar. Con estos parámetros y la metodología descrita anteriormente, se calcularon los ingresos per cápita para cada uno de los hogares encuestados.

Para la clasificación por deciles, se utilizaron los datos de los 8.776 hogares encuestados. Según el estudio de actualización del S.T.U. del Gran Valparaíso (Secretaría de Transportes (SECTRA), 2017), se identificaron un total de 322.276 hogares. Por lo tanto, la muestra utilizada en este trabajo representa aproximadamente el 2,72% del total de hogares identificados en la zona del Gran Valparaíso.

3.2.3. Parámetros de gasto en transporte público

El siguiente paso del análisis consiste en determinar el gasto declarado por cada hogar en transporte público. Para ello, se han definido distintos criterios que establecen un marco de estudio para analizar el impacto que tendría la implementación de una tarifa plana.

Según la información proporcionada en los anexos del estudio de la Encuesta Origen Destino de Hogares, se ofrecen siete posibles respuestas para la tarifa que paga cada miembro del hogar, las cuales son: escolar, adulto, adulto mayor, pase liberado, gratis, niño, no sabe, no contesta. Para este estudio, solo se considerará la tarifa adulta, excluyendo las demás de la actualización a una tarifa plana.

Los viajes declarados se clasifican en tres posibles respuestas: Día laboral (lunes a viernes), sábados y domingos.

El gasto en transporte público por hogar se analizará en un periodo mensual. Para esto, se calculará a partir de los criterios de tarifa pagada y día del viaje un gasto por día para cada integrante del hogar. Luego, cada esta del viaje declarado se multiplicará según el tipo de día. Para los viajes realizados en días laborales, se asumirá que se realizan todos los días laborales del mes (22 días). Para los viajes declarados en fines de semana (sábado/domingo), se asumirá que se realizan todos los días mes del día del fin de semana declarado (4 días).

Con cada etapa del viaje de los miembros del hogar identificados por tarifa pagada y día de realización, se calculará el gasto por viaje de cada miembro del hogar. Luego, se sumará ese valor para cada miembro y se obtendrá el gasto mensual por hogar.

3.2.4. Medición del impacto de tarifa plana en la equidad

Con los pasos presentados anteriormente, se ha establecido una base en materia socioeconómica utilizando la muestra encuestada, que incluye:

- Decil de ingreso per cápita para cada hogar
- Gasto mensual en transporte público por hogar

Esta base servirá como punto de comparación una vez que se implemente una tarifa plana. Dado que el cambio afectará el pago de cada usuario del transporte público en el Gran Valparaíso, el decil de ingreso per cápita para cada hogar se mantendrá constante en el análisis, excluyendo así el efecto ingreso.

La variable que se ajustará según el caso de estudio será el gasto mensual en transporte público por hogar. Dependiendo de la tarifa plana, los tipos de tarifa y los días de viaje registrados en cada hogar, se observará una variación en el gasto. Esta variación se sumará para cada decil de ingreso, y con base en esta información se analizará el impacto de cambiar de una tarifa por tramos a una tarifa plana en el Gran Valparaíso.

Estos parámetros socioeconómicos de la situación base serán complementados con los elementos del sistema que serán descritos en la sección que sigue inmediatamente.

3.2.5. Parámetros extra escenario base

Con la información entregada por la EODH, se decidió presentar tres parámetros que ayudarán en el análisis de determinar la progresividad o regresividad de una tarifa plana.

3.2.5.1. Cantidad de etapas por decil

Se procedió a contar las etapas de cada hogar encuestado con base en los viajes declarados y sus respectivas etapas, obteniendo así el número total de etapas por hogar. Dado que cada hogar está asignado a un decil específico, se sumaron todas las etapas correspondientes a cada uno de los deciles, lo que nos proporcionó una agregación de la cantidad de etapas realizadas según el nivel socioeconómico del ingreso.

3.2.5.2. Tipo de tarifa pagada

Como se mencionó en la sección 3.1.6.1 en el Gran Valparaíso existen tres tipos de tarifa para los viajes en bus, las cuales dependen de la distancia viajada. Para generar un marco de análisis se estimaron el tipo de tarifa que pagó, según el recorrido de bus, cada uno de los encuestados.

Para lograrlo, comparamos la tarifa declarada por el usuario con las tarifas establecidas en las tablas del anexo 1, asignando la caracterización de local, directa o cerro plan según el valor correspondiente. Es importante destacar que en algunos servicios de autobús existe la práctica ilegal de negociar directamente con los conductores una tarifa inferior a la oficial. Por lo tanto, si la tarifa declarada por el usuario no coincidía exactamente con ninguna de las tarifas establecidas, se le asignaba la que tuviera el valor más alto. Por ejemplo, si un servicio tenía una tarifa local de \$300(CLP), una directa de \$650(CLP), y el usuario declaró pagar \$400(CLP), se supuso que utilizó una tarifa directa.

3.2.5.3. Distancia recorrida

La relación entre los tipos de tarifas y la distancia recorrida en el autobús sugiere que la longitud del trayecto puede influir significativamente en la progresividad o regresividad de una tarifa plana. Para cuantificar esta relación, se calcula la distancia promedio recorrida por hogar diariamente. Este cálculo implica la suma de las distancias declaradas en todas las etapas por cada hogar. Luego, estas distancias se agregan según el decil de ingresos al que pertenece cada hogar y se dividen por el número total de hogares en ese decil.

Un resumen de este procedimiento se presenta en las siguientes fórmulas. Los datos entregan la distancia en metros.

$$Distancia\ promedio\ decil\ i\ \left[\frac{km}{día-hogar} \right] = \frac{\sum_1^j Distancias\ de\ etapas}{N^\circ\ hogares * 1000} \quad (I)$$

$$j = N^\circ\ de\ hogares\ por\ decil ; i = \{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10\}$$

3.3. Escenarios de estudio

Con nuestro escenario socioeconómico base de estudio establecido y de acuerdo con los objetivos planteados para este trabajo, se han identificado dos categorías de escenarios que servirán como estudios para la implementación de una tarifa plana, los cuales serán con demanda fija y demanda variable respectivamente. Los casos, sus supuestos y las metodologías respectivas serán desarrollados en los siguientes párrafos.

3.3.1. Escenario 1: Demanda y recaudación fija para el sistema

Los supuestos utilizados para establecer la tarifa plana en este escenario son los siguientes:

- Demanda fija: Se considera que la cantidad de etapas y viajes no varía al cambiar la tarifa, lo que implica que la elasticidad precio de la demanda en este caso tiene un valor de cero.

- Recaudación mensual del sistema fija: Se supone que los ingresos por el pago de viajes en el transporte público se deben mantener constantes.
- Tarifa integrada con Metro Valparaíso: Se establece que el pago del primer pasaje, ya sea en bus o en Metro Valparaíso, permite el uso de hasta dos modos adicionales en un tiempo determinado sin incurrir en un nuevo cobro.

3.3.1.1. Recaudación del sistema

La recaudación del sistema se determinó utilizando los datos del archivo 'etapa.csv', obtenidos del estudio de actualización del S.T.U. del Gran Valparaíso (Secretaría de Transportes (SECTRA), 2017).

La metodología de cálculo para la recaudación implicó tomar la tarifa declarada por los encuestados y utilizar los factores de expansión proporcionados según el tipo de día en que se realizó la encuesta. Estos factores de expansión se dividen en tres categorías:

- Factor laboral
- Factor sábado
- Factor domingo

Los factores de expansión fueron calculados utilizando el cociente simple entre el número total de hogares en la zona encuestada y el número de hogares encuestados en esa zona. Por lo tanto, estos factores varían entre los hogares según la agregación de las zonas y el día en que se realizó la encuesta.

Para cada zona agregada, se calculó un factor inicial de expansión (F_i) para las etapas según el tipo de día (Secretaría de Transportes (SECTRA), 2017) utilizando la siguiente fórmula:

$$F_i = \frac{N^{\circ} \text{ Hogares Totales}}{N^{\circ} \text{ Hogares Encuestados}} ; i = \{\text{Laboral, Sábado, Domingo}\} \quad \text{(II)}$$

Este factor se basa en el supuesto de que cada etapa del viaje declarado se realiza de manera proporcional a la cantidad de hogares en la zona agregada.

Posteriormente, la tarifa de cada etapa declarada fue amplificada por su respectivo factor. Luego, la muestra amplificada se expandió según el tipo de día en que se declararon las etapas, utilizando el supuesto de veintidós días laborales y ocho días de fin de semana. Dado que la encuesta distingue entre sábados y domingos, se utilizó un factor de expansión de cuatro para cada uno de estos días.

Este procedimiento resultó en la recaudación mensual del sistema, que se calculó utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Recaudación Sistema} = \sum_{j=1}^n D_i \cdot F_i \cdot V_j ; i = \{\text{Laboral, Sábado, Domingo}\} \quad \text{(III)}$$

D_i : Valor de expansión mensual. $i = \{\text{Día Laboral} = 22; \text{Sábado} = \text{Domingo} = 4\}$

F_i : Factor inicial de expansión.

V_j : Viaje número j declarado en EODH. n : número total de viajes

3.3.1.2. Cálculo tarifa plana

Con la recaudación mensual del sistema calculada, se procedió a determinar el valor de la tarifa plana equivalente, que mantendría la recaudación del sistema fija. La única restricción para este valor es que debe ser un múltiplo de diez. En caso de que la tarifa calculada quede entre dos decenas, se aproximará al múltiplo de diez de mayor valor para garantizar que la recaudación se mantenga al menos igual que en el escenario base.

La metodología utilizada para el cálculo de la tarifa plana consistió en generar una plantilla Excel que contiene los siguientes parámetros del escenario base:

- Tarifa declarada para las etapas del viaje
- Factor inicial de expansión
- Valor de expansión mensual
- Tarifa Expandida: Multiplicación de las tres columnas anteriores.
- Recaudación del sistema: Suma de las tarifas expandidas.

Este procedimiento se replicó para calcular la tarifa plana. Se utilizó un proceso iterativo, probando distintos valores de tarifa plana teniendo en cuenta la integración tarifaria, hasta encontrar un valor que sea un múltiplo de diez y que iguale o supere la recaudación inicial del sistema.

3.3.1.3. Impacto tarifa plana: Escenario base- escenario 1

Una vez determinada la tarifa plana, se procedió a calcular un nuevo escenario de gasto en transporte público para todos los hogares, y, en consecuencia, para cada decil de ingreso. Para este fin, se aplicó la misma metodología explicada en el punto 3.2.3 para calcular el gasto mensual por decil en el nuevo contexto de tarifa plana.

Este nuevo escenario permite cuantificar el impacto que tendría la implementación de una tarifa plana en la población. Con el objetivo de presentar resultados que proporcionen la mayor cantidad de información posible sobre los efectos de esta implementación, se describirán los las metodologías utilizadas para su obtención en los siguientes párrafos.

- **Resultados de Gasto por Decil.**

Se presenta una comparación entre el gasto promedio en transporte público por decil para tanto la tarifa declarada como la tarifa plana, junto con comentarios sobre las diferencias observadas y el coeficiente de variación (CV) de los datos.

Posteriormente, se presentan gráficos de densidad que ilustran el comportamiento del gasto en transporte público dentro de cada decil. Estos gráficos ofrecen una perspectiva del comportamiento de los distintos estratos socioeconómicos tanto individualmente como en comparación entre deciles, antes y después de la implementación de la tarifa plana. Los gráficos se generaron utilizando la función DENSITY en el programa estadístico R. El código utilizado se adjunta en el anexo A2.

- **Ganadores y Perdedores**

La segmentación de los hogares en ganadores (aquellos que gastan menos después de la implementación de la tarifa plana) y perdedores (aquellos que gastan más) se llevó a cabo mediante la creación de quintiles de variación en el gasto en transporte público, misma metodología usada en Tiznado-Aitken et al., (2020). En este proceso, todas las variaciones en el gasto fueron ordenadas de menor a mayor, y luego se dividieron en cinco grupos (quintiles), cada uno representando el 20% del total de la muestra ordenada. Los resultados fueron agrupados para toda la muestra y por deciles.

Esta organización de la información servirá como base para presentar los siguientes resultados, análisis y comparaciones pertinentes.

Utilizando la herramienta georreferenciadora ArcGIS 10.6.1, se crearon varios mapas que visualizan espacialmente la distribución de los hogares. Estos mapas facilitarán el análisis y la caracterización de los impactos potenciales de la implementación de una tarifa plana. Los mapas incluyen:

- 1) Ubicación de los hogares por decil.
- 2) Tipo de tarifa por etapa (directo, local, cerro plano).
- 3) Quintiles de ganadores y perdedores después de la implementación de la tarifa plana.

Estos mapas serán complementados con gráficos pertinentes, como porcentajes del tipo de tarifa por decil, y comparaciones entre diferentes escenarios que surjan de la información presentada.

3.3.2. Escenario 2 y 3: Esquemas tarifarios de interés

En los siguientes escenarios, detallaremos la metodología empleada para determinar la tarifa plana, adaptada a las particularidades de cada caso estudiado, así como la estimación de la diferencia resultante en la recaudación del sistema.

Los resultados para medir el impacto se actualizarán de manera individual para cada caso, considerando la naturaleza específica de cada uno. Algunos de los resultados mencionados anteriormente pueden no ser relevantes para explicar los fenómenos asociados a estos casos particulares. Por lo tanto, nos centraremos en incluir aquellos necesarios para evaluar el impacto de manera precisa, de acuerdo con la configuración de cada escenario.

Los supuestos bases utilizados para todos los casos son:

- **Demanda Fija**

- **Tarifa Integrada con Metro Valparaíso**

3.3.2.1. Tarifa plana con menor gasto promedio en los dos primeros deciles

En este caso, la tarifa plana se calculará considerando que el gasto promedio de los hogares de los dos primeros deciles debe ser igual o menor que en el escenario base con la tarifa declarada.

Cálculo Tarifa Plana

Para determinar la tarifa plana, se llevó a cabo un proceso iterativo basado en la tarifa plana del escenario 1.

Inicialmente, se identificaron los hogares pertenecientes a los dos primeros deciles. Luego, se calculó la resta entre el gasto total de la tarifa declarada y el gasto total de esta nueva tarifa plana, comenzando desde la tarifa del escenario 1 disminuyendo este valor en \$10(CLP). El proceso continuó ajustando la tarifa plana hasta que el cociente alcanzara un valor mayor o igual a cero. En ese punto, se detuvo el proceso y se estableció la tarifa plana para este caso.

Impacto de Tarifa Plana: Escenario Base – Escenario 2

- Recaudación del Sistema.

La caracterización de los resultados se enfocará en la recaudación del sistema y su variación tanto en términos monetarios como porcentuales. El objetivo es determinar cuánto aumentaría el costo de operación al implementar una tarifa plana que mantenga el gasto promedio del decil 1 y 2 por debajo del valor del escenario base.

- Resultados de Gasto por Decil.

Se proporciona el gasto promedio en transporte público por decil para el escenario base, y el escenario actual. Además, se incluirá un gráfico de densidad del gasto en transporte público para el primer decil.

- Ganadores y Perdedores

En este escenario, se limitará la presentación a gráficos y tablas relacionados con los quintiles de ganadores/perdedores. Esto permitirá visualizar los intervalos en los que se sitúan las ganancias/pérdidas de cada decil al variar el valor de la tarifa plana.

3.3.2.2. Tarifa plana con variación controlada

En estos casos, se buscará cuantificar los efectos de dos escenarios con valores diferentes para la tarifa plana, siguiendo los supuestos previamente explicados. Los resultados detallados más adelante serán presentados para ambas tarifas.

- Cálculo Tarifa Plana

La metodología consistirá en definir un valor para una tarifa plana, que producirán una variación en la recaudación del sistema.

Para calcular la tarifa, se decidió usar el promedio simple de los dos primeros escenarios. Esto se calcula mediante la siguiente operación.

$$TP_3 = \frac{TP_1 + TP_2}{2} \quad (\text{IV})$$

TP_1 : Tarifa plana escenario 1

TP₂: Tarifa plana con igual o menor gasto para el decil 1

TP₃: Tarifa plana pérdida de recaudación (actual)

Este valor, al ser menor que la tarifa plana del escenario 1 que mantenía la recaudación, resultará en una disminución en la recaudación total del sistema.

- Resultados de Gasto por Decil.

Los parámetros de gastos por decil se presentarán de manera comparativa entre deciles y entre los escenarios base y el actual. Además, se mostrarán los gráficos de densidad de gasto en transporte público de manera comparativa entre los deciles 1, 5, 7 y 10.

Esto permitirá una comprensión más clara de cómo varían los gastos entre los diferentes estratos socioeconómicos y cómo se ven afectados por los diferentes escenarios de tarifa plana.

- Ganadores y Perdedores

En esta unidad, se presentarán los gráficos y tablas relacionados con los quintiles de ganadores/perdedores para cada tarifa. Para complementar estos resultados, se incluirán mapas georreferenciados que visualizarán los quintiles de ganadores/perdedores.

3.3.3. Tarifa plana con demanda variable

En esta sección, nos enfocaremos en el escenario de la tarifa plana con demanda variable. Para este análisis, disponemos de tres valores distintos para la tarifa plana en el Gran Valparaíso. Cada resultado presentado a continuación se calculará para cada uno de estos valores de tarifa.

3.3.3.1. Cálculo de la demanda

Este escenario, considerará el impacto que tendría en la demanda un cambio en el valor de la tarifa, lo que se traducirá en un aumento o disminución en la cantidad de las etapas de cada viaje para cada valor de la tarifa.

Para realizar estos cálculos, utilizaremos los factores de expansión mencionados anteriormente. Estos factores representan la cantidad de viajes sujetos a la variación de la tarifa. A los factores de expansión se les aplicará la elasticidad costo/ingreso obtenida a partir de la Encuesta Origen Destino de Hogares (EODH) (Secretaría de Transportes (SECTRA), n.d.). Esta elasticidad, al mantener constante el factor ingreso, se puede aplicar directamente sobre la variación del costo en cada modo de transporte público.

Las elasticidades están calculadas según el modo utilizado, el periodo del viaje y el propósito del mismo. Cada una de estas características fue declarada por los participantes de la EODH, por lo que la asignación de cada elasticidad se realiza a cada viaje de manera individual. Los posibles valores para cada uno de estos parámetros se explican desde la tabla 3-5 hasta 3-7.

Tabla 3-5. Posible clasificación de viajes.

Modo	Periodo		Propósito
Bus	1	6:30 - 7:30am.	Trabajo
Metro Valparaíso	2	7:30 - 8:30am.	Otros
Bus-Metro Valparaíso	3	Resto del día	

Fuente: Actualización S.T.U., Gran Valparaíso. SECTRA, 2017.

Tabla 3-6. Elasticidades propósito trabajo.

Propósito Trabajo		
Modo	Periodo	Elasticidad Costo/ing
Bus	1	-0.12
Metro Valparaíso	1	-0.142
Bus- Metro Valparaíso	1	-0.151
Bus	2	-0.091
Metro Valparaíso	2	-0.121
Bus- Metro Valparaíso	2	-0.179
Bus	3	-0.245
Metro Valparaíso	3	-0.338
Bus- Metro Valparaíso	3	-0.319

Fuente: Actualización S.T.U., Gran Valparaíso. SECTRA, 2017.

Tabla 3-7. Elasticidades propósito otros.

Propósito Otros		
Modo	Periodo	Elasticidad Costo/ing
Bus	1	-0.591
Metro Valparaíso	1	-0.93
Bus- Metro Valparaíso	1	-0.852
Bus	2	-0.502
Metro Valparaíso	2	-0.498
Bus- Metro Valparaíso	2	-0.852
Bus	3	-0.478
Metro Valparaíso	3	-0.577
Bus- Metro Valparaíso	3	-0.711

Fuente: Actualización S.T.U., Gran Valparaíso. SECTRA, 2017.

Con las elasticidades asignadas a cada tipo de viaje declarado y teniendo en cuenta la variación en el precio, la elasticidad y la cantidad de las etapas iniciales, es posible determinar cuántas etapas de ese tipo se obtendrían al final. La ecuación utilizada se presenta a continuación:

$$E_{aijk} = \frac{\Delta Q_V / Q_V}{\Delta P / P} = \frac{(Q_{ETP} - Q_{ETD}) / Q_{ETD}}{(P_{TP} - P_{TD}) / P_{TD}} \quad (\text{V})$$

E_{aijk} : Elasticidad costo/ingreso de la demanda para el modo i en el periodo j con propósito k

Q_{ETP} : Cantidad de etapas para la tarifa plana (incógnita)

Q_{ETD} : Cantidad de etapas para la tarifa declarada (factor de expansión)

P_{TP} : Precio tarifa plana (va tomando los cuatro valores calculados)

P_{TD} : Precio tarifa declarada

Despejando Q_{ETP} , obtenemos.

$$Q_{ETP} = E_{di} \cdot \frac{(P_{TP}-P_{TD})}{P_{TD}} \cdot Q_{ETD} + Q_{ETD} \quad (\text{VI})$$

Esto corresponde al nuevo factor de expansión para cada etapa de los viajes luego de la implementación de la tarifa plana. La suma de todos los factores de expansión, amplificadas por su tipo de día nos da la cantidad total de etapas mensuales (demanda).

Para calcular la recaudación del sistema, se utilizó la metodología explicada en la sección 3.3.1.1. Ambos resultados serán comparados entre el conjunto de tres tarifas planas para el Gran Valparaíso.

3.3.3.2. Cambio en la demanda por deciles

Los cambios en el sistema (demanda y recaudación), ya fueron presentados en la sección anterior, por lo que el siguiente resultado es como se vieron afectados los deciles de ingreso con la integración del cambio de demanda al análisis.

Los resultados presentados muestran la variación en el uso del sistema de transporte público por decil, es decir, cómo varía la cantidad de etapas de manera absoluta y porcentual para cada una de las tarifas estudiadas.

Para esto, la variación en la demanda de cada tipo de etapa se asignará al decil del hogar que se toma como referencia. El nuevo factor de expansión, luego de la aplicación de las elasticidades, se sumará a la cantidad total de etapas del decil. Este valor se comparará con la suma de los factores de expansión iniciales, es decir, el escenario base.

Con estos valores se realizará una comparación por decil y entre deciles, para los cambios absolutos y porcentuales de las etapas según el escenario base y las tres tarifas estimadas.

3.3.3.3. Elasticidades

A partir de los resultados obtenidos en el escenario con demanda variable, se procedió a calcular dos elasticidades. Estas son:

- a) Elasticidad precio de la demanda del sistema.
- b) Elasticidad precio de la demanda para cada decil.

Todas las elasticidades, fueron calculadas considerando los tres escenarios de esquemas tarifarios presentados, lo que dio un total de tres valores para cada una. Estos tres valores provienen de:

$$E_{1-2} = \frac{\Delta X_{3-2}/X_2}{\Delta TP_{3-2}/TP_2} ; E_{1-3} = \frac{\Delta X_{1-3}/X_3}{\Delta TP_{1-3}/TP_3} ; E_{2-3} = \frac{\Delta X_{4-1}/X_1}{\Delta TP_{4-1}/TP_1} \quad (\text{VII})-(\text{VII})-(\text{IX})$$

E_{i-j} : Elasticidad resultante de los escenarios i y j .

X_i : Parámetro X correspondiente al escenario i .

$X = \{Demanda Sistema, Recaudación, Demanda por Decil\}$

ΔX_{i-j} : Diferencia entre el parámetro X_i y X_j .

TP_i : Tarifa plana escenario i . $TP_i = \{470, 430, 450\}$

ΔTP_{i-j} : Diferencia entre la tarifa plana del escenario i y j .

Con estos tres valores para cada elasticidad, se calculó el valor promedio, el cual será presentando más adelante en los resultados.

El cálculo de la elasticidad precio de la demanda del sistema (a) en contexto de tarifa plana fue calculada a partir de la variación en la demanda producida al aplicar las elasticidades enunciadas en las tablas 3-6 y 3-7.

Las elasticidades mostradas en las tablas 3-6 y 3-7 corresponden a una especificación costo/ingreso. Para esta investigación, se necesitan elasticidades precio de la demanda por decil de ingreso.

Como supuesto de trabajo, se va a suponer que esas elasticidades de las tablas anteriormente mencionadas son representativas de las elasticidades precio de la demanda de un hogar promedio, y con este supuesto se puede calcular las elasticidades precio de la demanda por decil. Como ejemplo, en la tabla 3-8, se muestra las elasticidades supuestas por decil para los modos bus y Metro Valparaíso, en el período Punta de la Mañana (período 2). Estas elasticidades fueron las utilizadas para calcular los cambios en la demanda dentro de cada decil de ingreso.

Es necesario destacar que este proceso fue realizado para cada una de las elasticidades presentadas en las tablas 3-6 y 3-7. Resultados que se pueden encontrar en el anexo A3.

Tabla 3-8. Elasticidades precio de la demanda supuestas por decil, punta de la mañana (período 2)

Decil	Bus, motivo Trabajo	Bus, motivo Otros	Metro Valparaíso, motivo Trabajo	Metro Valparaíso, motivo Otros
1	-0,235	-1,295	-0,312	-1,285
2	-0,149	-0,822	-0,198	-0,816
3	-0,117	-0,644	-0,155	-0,639
4	-0,097	-0,537	-0,129	-0,533
5	-0,082	-0,453	-0,109	-0,450
6	-0,070	-0,385	-0,093	-0,382
7	-0,059	-0,325	-0,078	-0,323
8	-0,049	-0,269	-0,065	-0,267
9	-0,036	-0,200	-0,048	-0,199
10	-0,017	-0,093	-0,022	-0,092

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 4: Resultados

Los resultados mostrados a continuación fueron obtenidos a partir de tres tarifas planas que integran los buses y el Metro Valparaíso. Un resumen de los escenarios, supuestos y el valor de la tarifa correspondiente se muestran en la tabla 4-1.

Tabla 4-1. Resumen de escenarios y sus supuestos.

	Supuesto para tarifa	Valor tarifa plana
Escenario 1	La tarifa plana es tal que mantiene constante la recaudación mensual expandida del sistema.	\$470 (CLP)
Escenario 2	La tarifa plana asegura que el gasto promedio de los dos primeros deciles es menor o igual que en el escenario base (tarifa declarada).	\$430 (CLP)
Escenario 3	La tarifa plana es el promedio simple de los dos escenarios anteriores.	\$450 (CLP)

4.1. Escenario base

4.1.1. Tarifa plana, recaudación del sistema y tarifas actuales.

Tras aplicar la metodología detallada, se muestran en la tabla 4-2 los resultados obtenidos, que incluyen la tarifa plana calculada, la recaudación base, la recaudación para este escenario y su variación.

Tabla 4-2. Recaudación escenario base y escenario 1.

Recaudación	Escenario Base	Escenario 1 (\$470)
Absoluta [\$ /mes]	\$7,392,237,421	\$7,403,641,094
Variación [\$]	-	\$11,403,673
Variación [%]	-	0.15%

Fuente: Elaboración propia.

Debido a los requerimientos metodológicos, la variación porcentual de la tarifa entre los escenarios es del 0,15%, el valor más cercano posible que se pudo obtener manteniendo un múltiplo de diez.

Con esta tarifa plana de \$470 CLP, se llevarán a cabo todos los análisis correspondientes al escenario 1. Es importante destacar que este valor se sitúa por encima de las tarifas locales, las cuales abarcan viajes de menor distancia, normalmente dentro de la misma comuna o localidad donde se inicia el viaje. Además, este valor se encuentra por debajo de las tarifas directas, que cubren viajes de mayor distancia entre localidades y comunas del Gran Valparaíso.

En relación con las tarifas Cerro Plan, la tarifa plana del escenario 1 es mayor que un gran porcentaje de las tarifas ofrecidas. Cabe mencionar que esta tarifa no está disponible en todos los recorridos, ya que, como su nombre lo indica, busca trasladar a la población que vive en la zona de los cerros del Gran Valparaíso hacia las diferentes localidades de esta área.

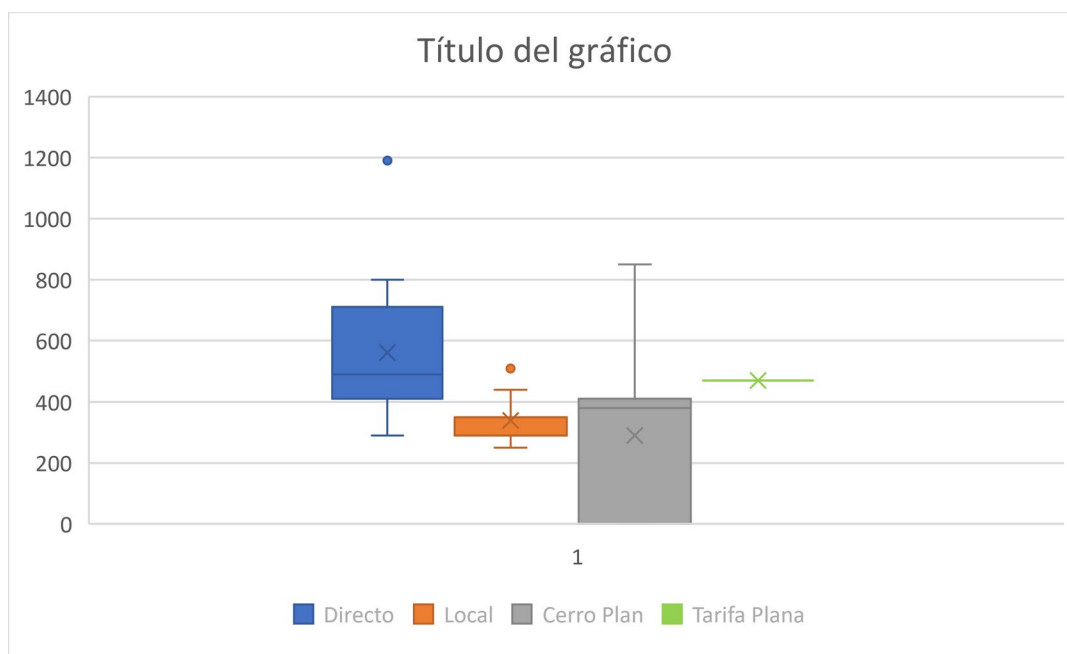
Estos valores para las distintas tarifas proporcionan las primeras indicaciones sobre los posibles efectos en los diferentes tipos de viajes. Un resumen de los distintos conjuntos de tarifas ofrecidas se muestra en la tabla 4-3. También se adjunta el gráfico 4-1, que muestra la relación de la tarifa plana del primer escenario con respecto a los rangos en los que se mueven las tarifas ofrecidas al momento de la realización de la EODH.

Tabla 4-3. Resumen sets de tarifas. Gran Valparaíso.

Directo	Local	Cerro Plan
\$710	\$380	0
\$290	\$290	0
\$350	\$350	0
\$490	\$350	\$410
\$710	\$350	\$410
\$1190	\$510	\$850
\$410	\$350	0
\$800	\$440	\$640
\$630	\$350	\$490
\$410	\$290	0
\$490	\$290	\$410
\$560	\$290	\$410
\$490	\$290	\$350
\$420	\$300	0
\$470	\$250	\$380

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 4-1. Valores por tipo de tarifa. gran Valparaíso.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.2. Clasificación socioeconómica

El análisis distributivo se basará en los deciles de ingreso per cápita de los hogares encuestados, cuyos intervalos y promedios se detallan en la tabla 4-4.

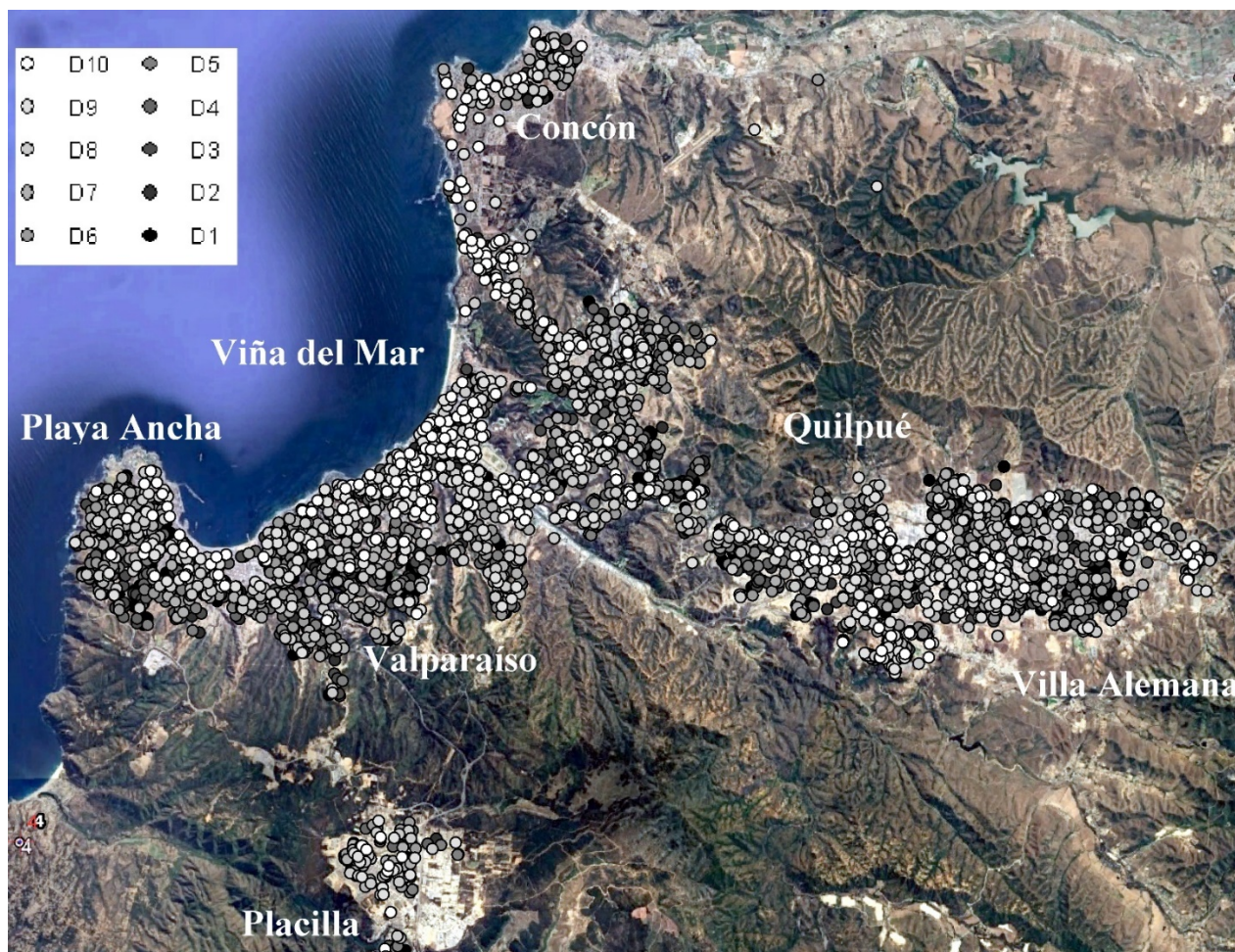
Tabla 4-4. Deciles de ingreso y sus intervalos.

Decil	Desde [\$]	Hasta [\$]	Ingreso Promedio [\$]
1	\$0	\$84.597	\$62.756
2	\$84.597	\$113.104	\$98.841
3	\$113.104	\$138.486	\$126.131
4	\$138.486	\$165.205	\$151.417
5	\$165.205	\$195.227	\$179.365
6	\$195.227	\$228.266	\$210.949
7	\$228.266	\$271.874	\$249.734
8	\$271.874	\$340.092	\$302.439
9	\$340.092	\$494.645	\$405.453
10	\$494.645	\$4.250.772	\$875.593

Fuente: Elaboración propia.

Para contextualizar adecuadamente el análisis, se considera la ubicación espacial de los hogares encuestados según su decil de ingreso per cápita, para esto se incluye en la ilustración 4-1 la distribución geográfica de los hogares según su decil de ingreso.

Ilustración 4-1. Ubicación de hogares según decil de ingreso per cápita.



Fuente: Elaboración propia.

El mapa revela que el decil 10 exhibe una tendencia a concentrarse en áreas específicas, mostrando menos dispersión en comparación con los otros deciles. Sin embargo, existe una proximidad significativa entre estos hogares y aquellos pertenecientes a los deciles 1 y 2. Este patrón sugiere la existencia de una diversidad socioeconómica dentro del entorno urbano de estudio. En contraste, la ciudad de Santiago, única en Chile con un estudio similar, se caracteriza por una alta segregación, donde los hogares de ingresos medio-bajos se encuentran notablemente distantes de los centros de actividad (Tiznado-Aitken et al., 2020).

Esta homogeneidad a nivel macro territorial proporciona un antecedente crucial que será analizado para determinar si la implementación de una tarifa plana sería progresiva o regresiva.

4.1.3. Cantidad de etapas por decil

El análisis de la cantidad de etapas de viaje realizadas por los usuarios del transporte público emerge como un componente crucial para establecer un marco de evaluación que permita discernir la progresividad de la adopción de una tarifa plana. La información sobre la cantidad promedio de

etapas realizadas por cada hogar correspondiente a los distintos deciles se detalla en la tabla 4-5. Cabe recordar que, etapa se refiere al uso individual ya sea de bus o Metro Valparaíso. El viaje es el conjunto de etapas necesarias para llegar desde el origen al destino, por lo que un viaje puede estar compuesto de una o más etapas.

Tabla 4-5. Cantidad de etapas promedio por hogar para cada decil.

Decil	Etapas de Viaje Promedio [etapas-hogar/día]
1	11,8
2	9,1
3	10,3
4	9,6
5	8,7
6	8,4
7	7,8
8	6,3
9	6,6
10	5,9

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla se observa que los hogares del decil 1 son los que realizan más etapas de viaje al día, situándolos como los principales usuarios del transporte público. Le sigue el decil 3, con 1.5 etapas de viaje menos por hogar. A partir del decil 4, que presenta una cantidad de etapas de viaje similar a la del decil 2, las etapas de viaje disminuyen conforme aumenta el ingreso de los deciles. Esto demuestra que los deciles de menores ingresos realizan más viajes en transporte público, en algunos casos hasta el doble, que los deciles de mayores ingresos.

4.1.4. Usuarios por tipo de tarifa

Como se detalló en la metodología, el Gran Valparaíso ofrece tres tipos de tarifas que varían según la distancia recorrida y el servicio. A partir de las tarifas declaradas por los encuestados, se estimó la distribución de los pagos en el transporte público, observándose que la tarifa directa, la más costosa, representa el 51% de los usuarios, seguida por la tarifa local con un 30%, y finalmente, la tarifa cerro plano con un 19%.

Esta distribución sugiere una preponderancia de viajes de mayor distancia en comparación con los de menor trayectoria en términos generales.

Tabla 4-6. Porcentaje de uso para cada tarifa.

Recorrido	Directo	Local	Cerro Plan
Porcentaje de uso	51%	30%	19%

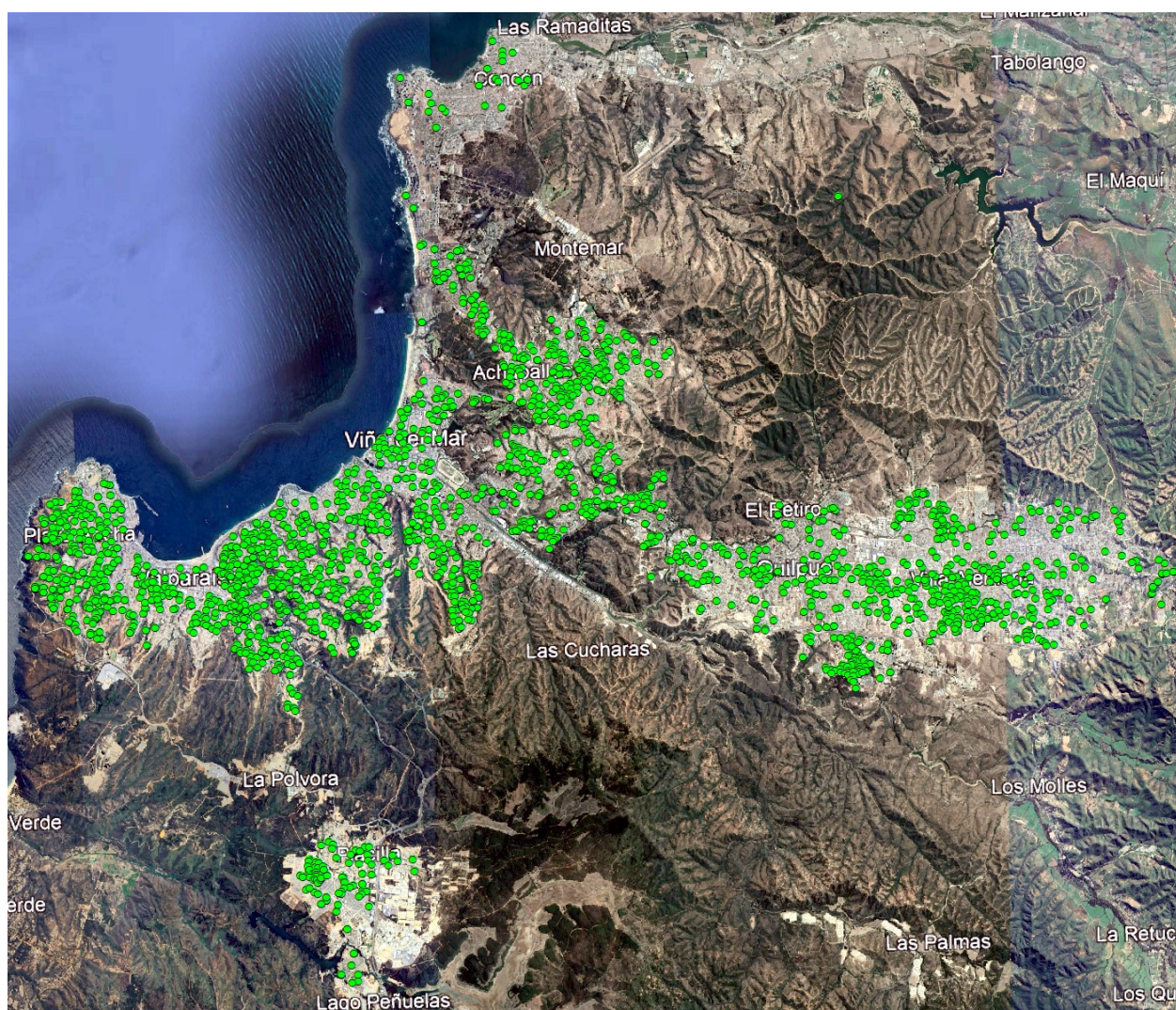
Fuente: Elaboración propia.

En las ilustraciones 4-2, 4-3 y 4-4 se ve la ubicación de los hogares donde se utiliza cada tipo de tarifa.

La tarifa directa se destaca por su alta frecuencia de uso en la población encuestada, con una distribución uniforme a lo largo de la conurbación estudiada. Se observa una mayor concentración en las zonas costeras de Valparaíso y Viña del Mar, así como en los cerros de estas comunas. Por otro lado, Quilpué y Villa Alemana muestran una concentración significativa de viajes con tarifas locales, aunque en menor medida que las del tipo directo, lugares donde más se ve esta última tarifa.

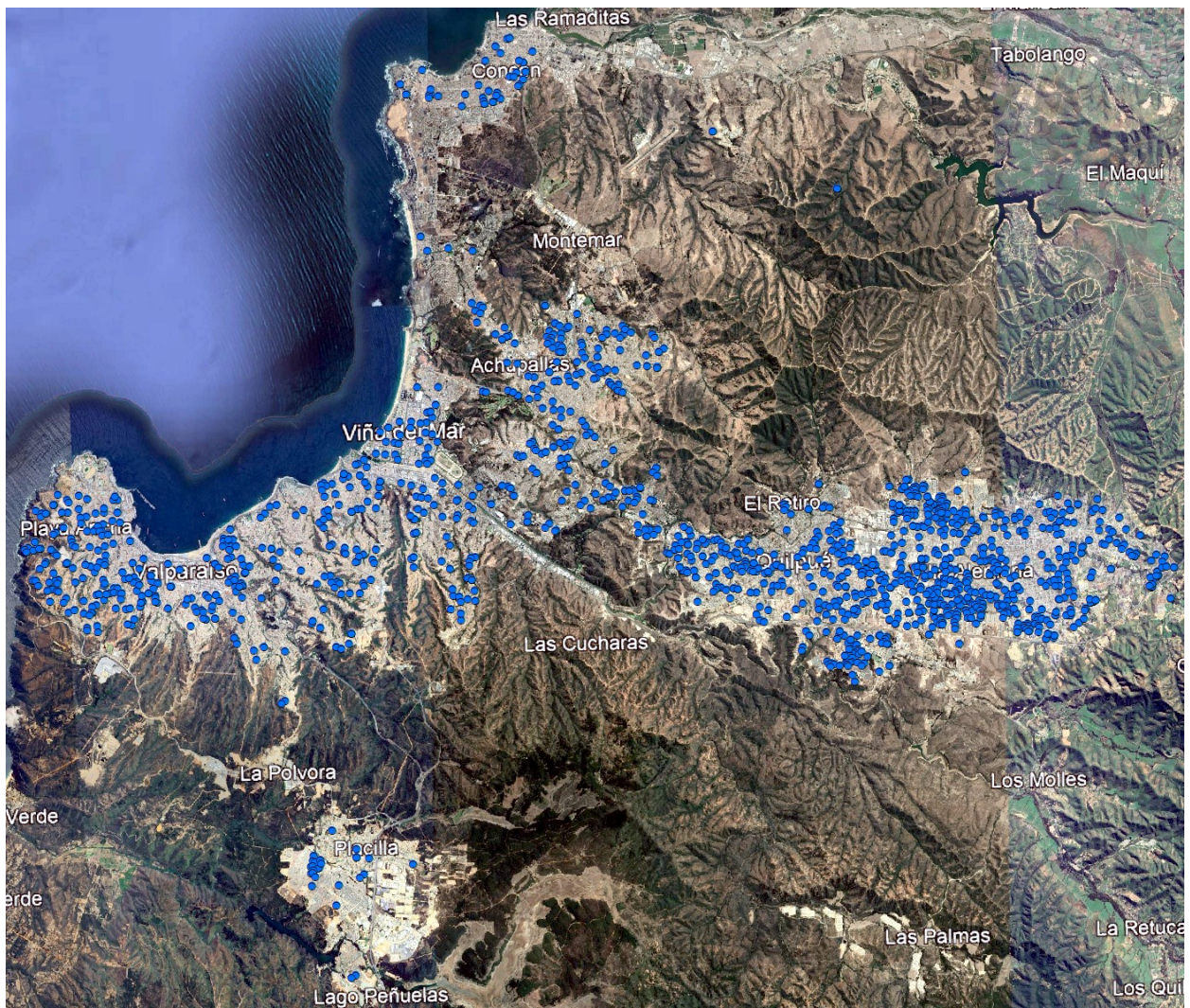
En contraste, Concón presenta un comportamiento distinto al resto, con un uso reducido de las tarifas locales y directas en comparación con la tarifa cerro plan. Esta comuna, junto con los cerros de Valparaíso y Viña del Mar, destacan como las áreas de mayor concentración de este tipo de tarifa, que, dentro de las tres, es la menos utilizada.

Ilustración 4-2. Ubicación de hogares que usan tarifa local.



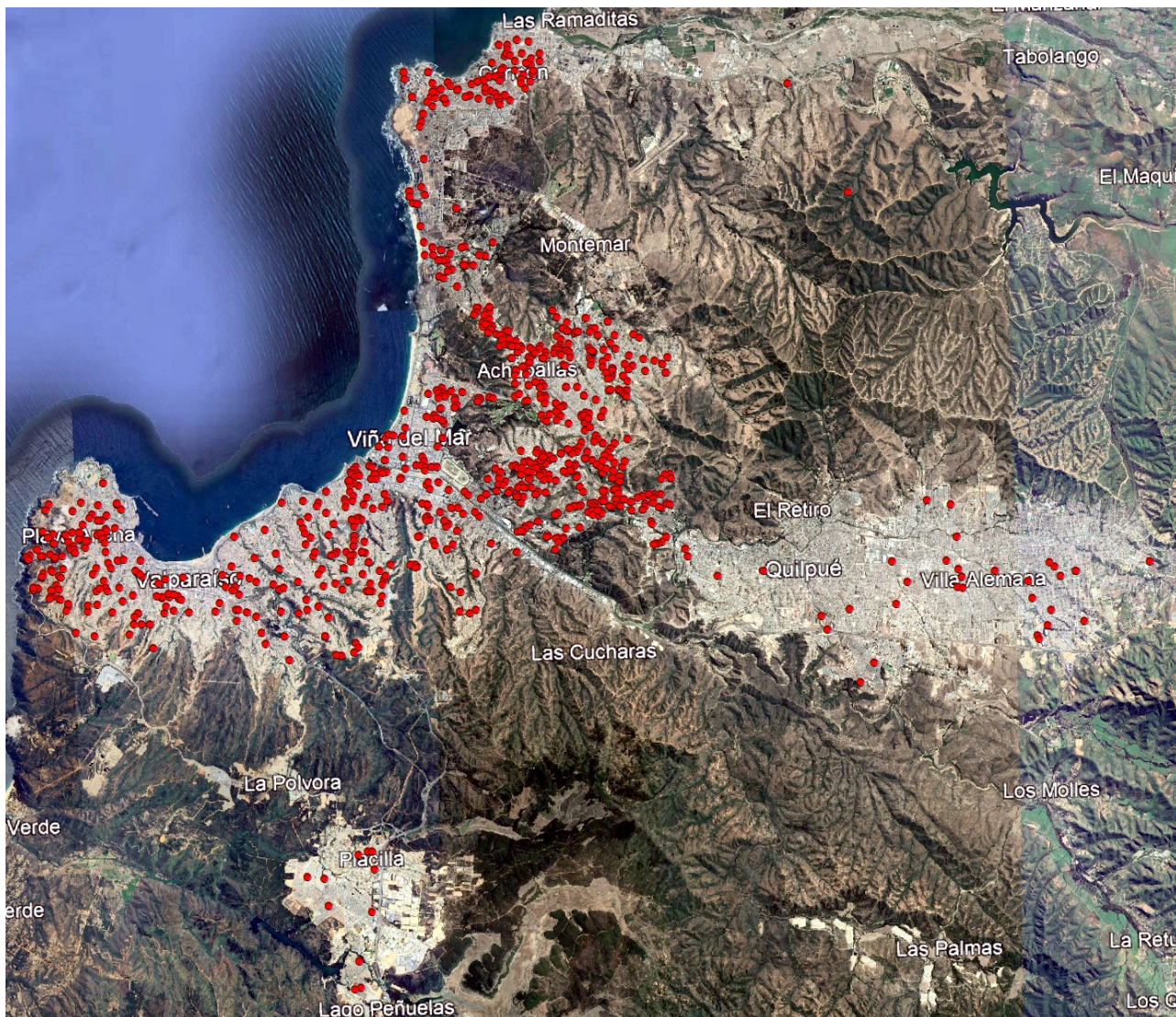
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 4-3. Ubicación de hogares que usan tarifa directa.



Fuente: Elaboración propia.

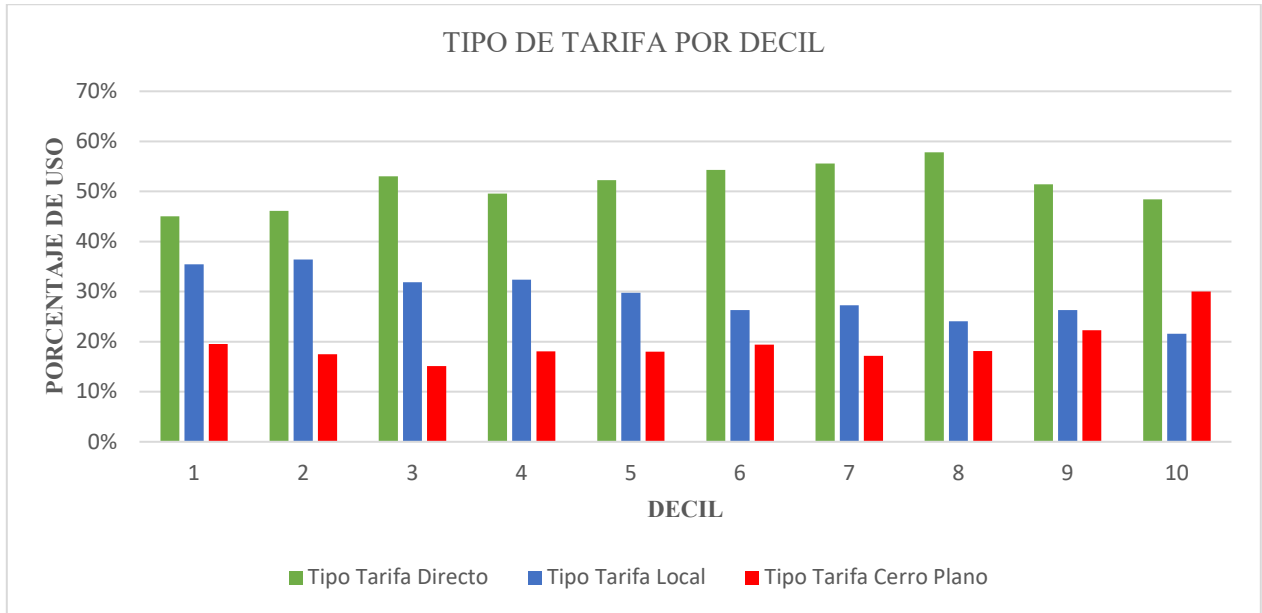
Ilustración 4-4. Ubicación de hogares que usan tarifa cerro plano.



Fuente: Elaboración propia.

Para tener una mirada sobre el comportamiento de los usuarios dentro de cada decil, se adjunta un gráfico con los porcentajes de uso para cada tipo de tarifa.

Gráfico 4-2. Porcentaje de uso para cada tipo de tarifa por decil.



Fuente: Elaboración propia.

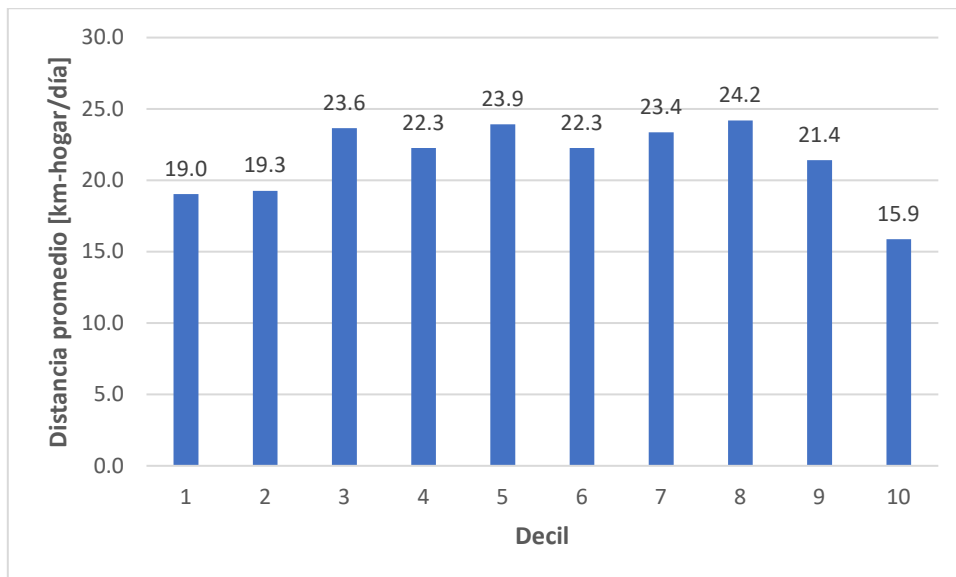
El gráfico presenta valores disímiles en el uso de la tarifa directa, la cual es predominante en todos los deciles, oscilando entre el 45% y el 58%. Donde, los deciles 1 y 2, que corresponden a los ingresos más bajos, muestran la menor proporción de usuarios que declaran pagar esta tarifa, la cual es la más costosa, como se mostró en la tabla 4-3.

Por otro lado, se observa un mayor uso de la tarifa local en los deciles de ingresos más bajos, disminuyendo a medida que se avanza en los deciles superiores. Es importante destacar que esta tarifa es la de menor valor monetario. La distribución de los tipos de tarifas utilizadas por los diferentes deciles será un factor crucial a considerar al evaluar los posibles impactos de la implementación de una tarifa plana.

4.1.5. Distancia en transporte público por decil

Conforme a la metodología descrita en la sección 3.2.5.3, se procedió al cálculo de la distancia promedio recorrida por los hogares de cada decil, cuyos resultados se presentan en el gráfico 4-3.

Gráfico 4-3. Distancia promedio recorrida en transporte público por decil.



Fuente: Elaboración propia.

Con excepción del decil 10, se observa que el decil 1 registra la menor distancia recorrida en promedio, seguido por el decil 2. A partir del decil 3, se evidencia un incremento en la distancia, alcanzando un aumento del orden del 20% en relación a los dos primeros, tendencia que se mantiene constante hasta llegar al decil 8.

4.2. Escenario 1

La tarifa plana de este escenario se obtuvo manteniendo la recaudación mensual constante, la cual fue calculada a partir de los factores de expansión mencionados en la metodología. El valor de la tarifa plana para este escenario es de \$470 (CLP).

4.2.1. Parámetros de gasto en transporte público

La tabla 4-7 presenta el gasto total por decil en un período mensual en transporte público, incluyendo el gasto promedio para el escenario base correspondiente a la tarifa declarada (TD), así como el escenario actual bajo estudio que será analizado con la tarifa plana (TP). Además, se muestra la diferencia porcentual entre el gasto promedio y el coeficiente de variación (CV).

Tabla 4-7. Gasto en transporte público por deciles. Escenario base y escenario 1.

Decil	Gasto promedio TD	Gasto promedio TP	Variación en gasto	CV TD	CV TP
1	\$29.166	\$30.280	4%	16%	13%
2	\$25.007	\$26.589	6%	14%	13%
3	\$28.420	\$27.818	-2%	18%	16%
4	\$25.752	\$26.038	1%	16%	14%
5	\$27.702	\$27.585	0%	14%	13%
6	\$26.178	\$26.152	0%	15%	13%
7	\$22.996	\$22.528	-2%	17%	15%
8	\$23.231	\$22.143	-5%	14%	13%
9	\$17.621	\$17.224	-2%	18%	15%
10	\$10.945	\$11.048	1%	22%	20%

Fuente: Elaboración propia.

La implementación de la tarifa plana en este escenario resulta en variaciones disímiles para los distintos deciles de ingreso.

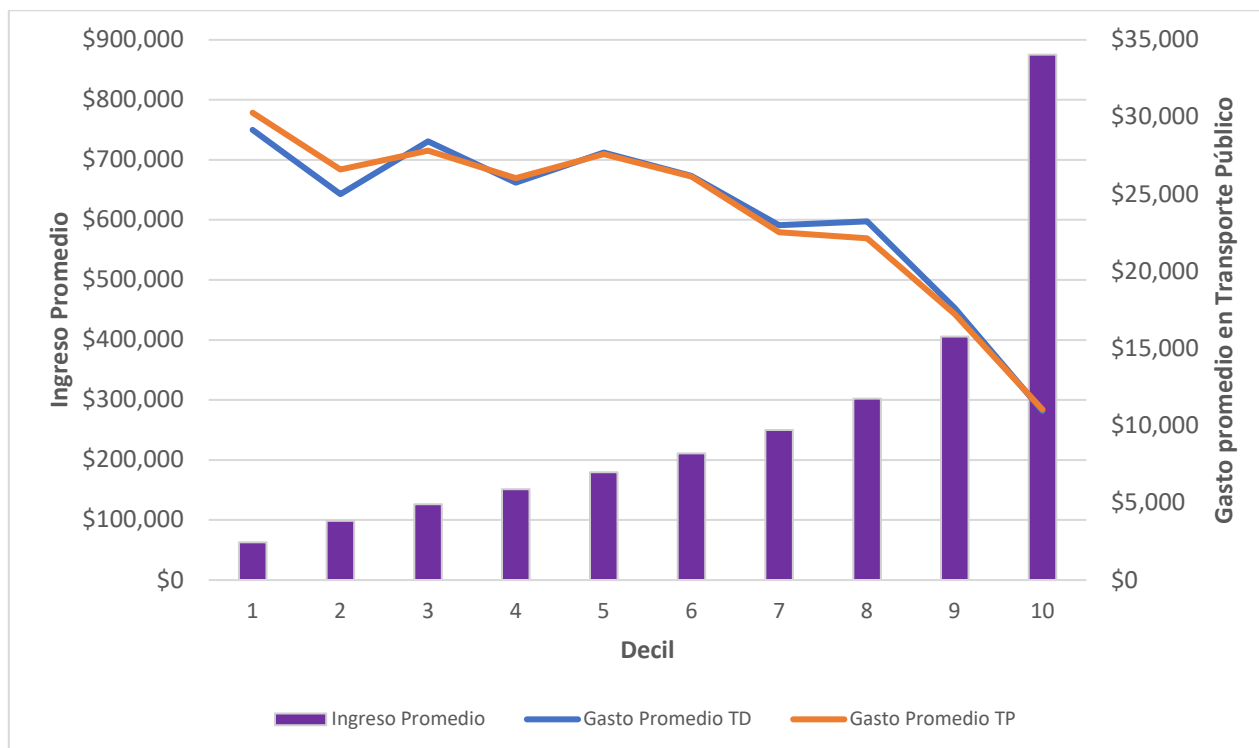
La diferencia en el gasto entre deciles no presenta una gran variabilidad entre los deciles 1 y 6, siendo el decil 1 el que más gasto promedio por hogar percibe en ambos escenarios, el declarado y para la tarifa plana. Entre deciles, se observa una diferencia del orden del 275% en el gasto promedio entre el decil de menor ingreso y el decil 10.

Los coeficientes de variación se sitúan entre el 14 y 22% para la tarifa declarada, y entre un 13 y 20% para la tarifa plana, lo que indica una variabilidad media en los gastos en transporte público en relación con su promedio para todos los deciles, con un leve aumento en los deciles de mayores ingresos. La variabilidad baja levemente al pasar del escenario declarado al de una tarifa plana.

En cuanto a la variación del gasto promedio, los deciles más perjudicados fueron los dos primeros, que experimentaron un aumento del 4% para el decil 1 y del 6% para el decil 2. El aumento para los demás deciles oscila entre el -5% y el 1%, con los deciles 3, 7 y 9 presentando una disminución del 2% en el gasto. Mientras que el decil 8 es el que experimenta la mayor variación favorable en este escenario de tarifa plana, con un 5% menos de gasto promedio por hogar en transporte público.

Estos resultados se presentan de manera conjunta en el gráfico 4-4, donde se puede observar la diferencia en el gasto posterior a la implementación según el ingreso promedio por decil, mostrando la marcada disparidad de ingresos entre deciles y cómo el gasto en transporte público disminuye en el 20% más rico de la población.

Gráfico 4-4. Gasto en transporte público por deciles. Escenario base y escenario 1.



Fuente: Elaboración propia.

Un parámetro fundamental para comprender los efectos distributivos que conllevaría la implementación de una tarifa plana, es cómo cambiaría el gasto en los hogares en relación con sus ingresos. En este estudio, trabajamos a partir del ingreso per cápita por hogar, es decir, la cantidad de dinero disponible en promedio para cada miembro de la familia mensualmente. El análisis del porcentaje de ingreso se presenta de esta manera, donde el valor corresponde a la proporción del ingreso per cápita destinada, en promedio, al transporte público. La tabla 4-8 muestra estos valores para cada decil. Se presenta el resultado tanto para la tarifa declarada como para este escenario.

Tabla 4-8. Porcentaje de ingreso per cápita destinado a transporte público, por deciles. Escenario 1

Decil	Ingreso Promedio	% Ingreso TD	% Ingreso TP
1	62756	46%	48%
2	98833	25%	27%
3	126124	23%	22%
4	151417	17%	17%
5	179365	15%	15%
6	210949	12%	12%
7	249734	9%	9%
8	302439	8%	7%
9	405453	4%	4%
10	875593	1%	1%

Fuente: Elaboración propia.

El decil 1 experimenta un aumento de dos puntos porcentuales en la proporción de ingreso per cápita que debe dedicar al transporte público al implementar una tarifa plana. Bajo la tarifa declarada, los hogares de este decil ya destinan un 46% de su ingreso, superando en un 21% al segundo decil más alto. Si bien la implementación de una tarifa plana aumenta en la misma cantidad para el decil 2 el porcentaje destinado al transporte en el primer decil da cuenta de un alto estrés financiero de este. Los deciles restantes, no presentan variaciones significativas, donde los deciles 3 y 8 disminuyen su porcentaje de ingreso destinado a transporte público en un punto porcentual.

Es importante considerar que, en los deciles con mayores ingresos, la variación en el gasto absoluto debería ser mayor que en los de menores ingresos para que se refleje en la proporción per cápita. Sin embargo, como se mostró en la tabla 4-7, la mayoría de los deciles de mayores ingresos experimentaron disminución en el gasto en transporte público, lo que se refleja en la invariabilidad de los resultados para este segmento en la tabla 4-8.

Hasta el momento, los resultados revelan una desigualdad en todos los parámetros estudiados: ingresos per cápita, gastos promedio en transporte público y porcentajes de ingreso per cápita destinados a este fin. Esto indica que la implementación de una tarifa plana sería regresiva en términos distributivos, afectando principalmente a los dos primeros deciles.

4.2.2. Gasto dentro de deciles

En los resultados presentados anteriormente, se expusieron los parámetros de gastos agregados para los deciles de ingreso, lo que reveló cómo la implementación directa de una tarifa plana perjudicaría principalmente a los deciles de menores ingresos, aumentando considerablemente el gasto total y por hogar en estos grupos.

En esta sección, se mostrará el gasto en transporte público para ambas tarifas dentro de los deciles que se consideren pertinentes para generar un análisis detallado. El objetivo es desagregar los resultados para comprender no solo el comportamiento de los deciles como un bloque, sino también su variación interna.

Antes de analizar los gráficos de densidad, es importante contextualizar los valores presentados. Para ello, se calcularon cuatro configuraciones de posibles escenarios que podrían enfrentar los hogares en un esquema de tarifa plana. La descripción de estas configuraciones se presenta a continuación, y los valores correspondientes se encuentran en la tabla 4-9, donde la primera fila representa los viajes, de una etapa cada uno, durante la semana y la segunda fila los viajes durante el fin de semana.

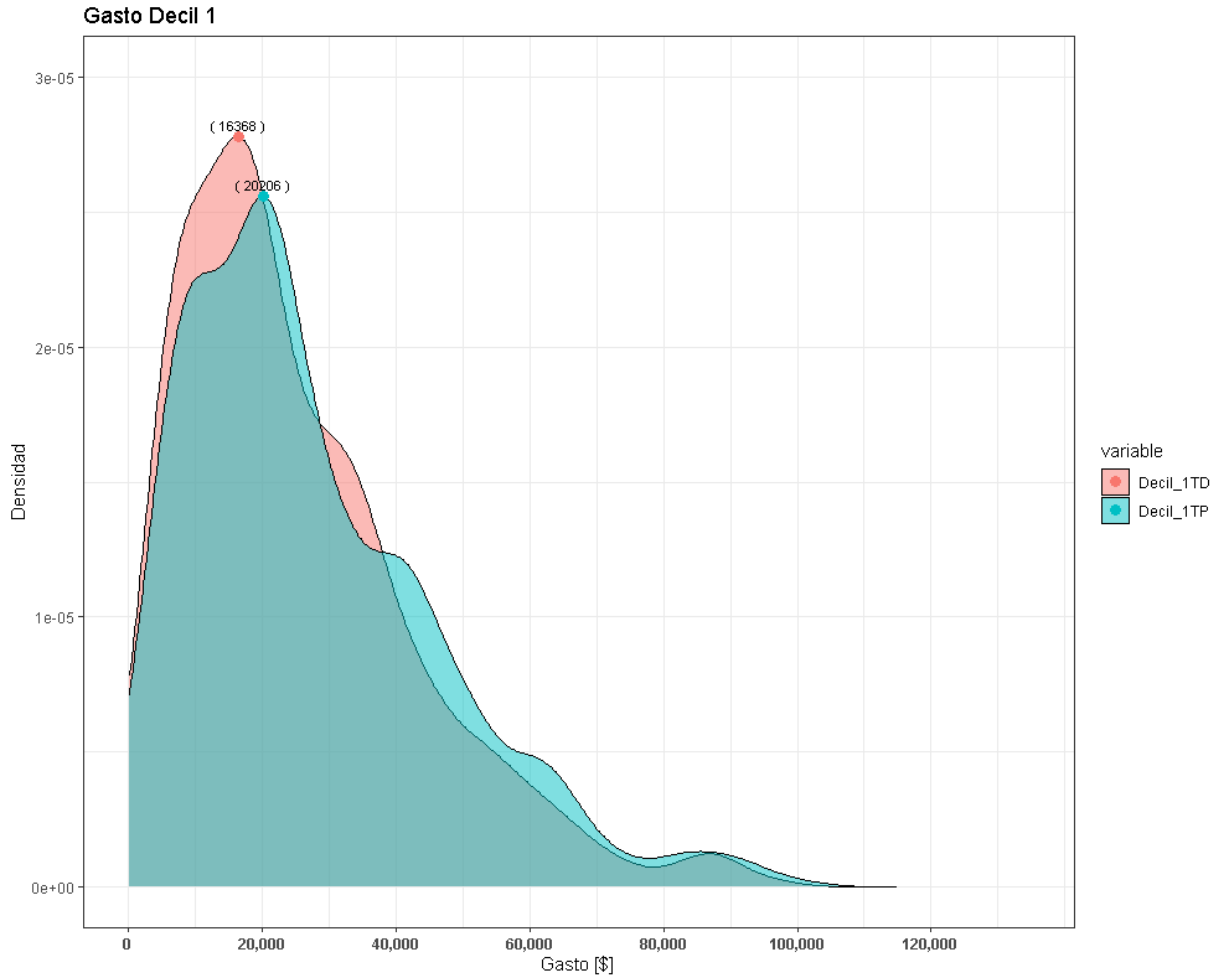
- Configuración 1: Dos viajes con tarifa adulta. (1 adulto).
- Configuración 2: Dos viajes con tarifa adulta y dos viajes con tarifa escolar. (1 adulto, 1 niño).
- Configuración 3: Dos viajes con tarifa adulta y cuatro viajes con tarifa escolar. (1 adulto, 2 niños).
- Configuración 4: Cuatro viajes con tarifa adulta. (2 adultos).

Tabla 4-9. Configuraciones de gasto posibles para tarifa plana.

	Conf. 1	Conf. 2	Conf. 3	Conf. 4
Gasto Mensual	\$20.680	\$27.280	\$33.880	\$41.360
	\$7.520	\$9.920	\$24.640	\$30.080

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 4-5. Densidad de gasto en transporte público. Decil 1.



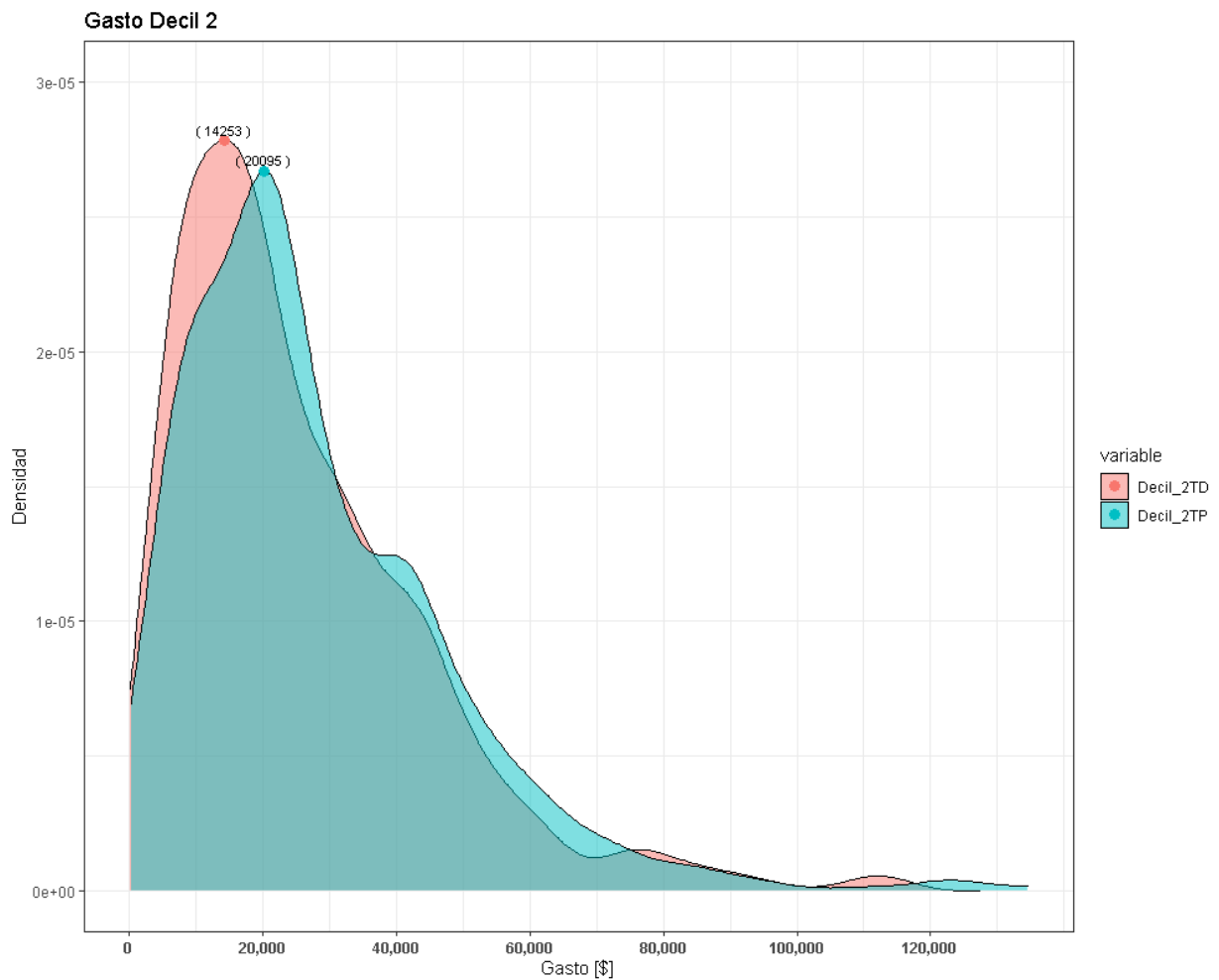
Fuente: Elaboración propia.

La ilustración 4-5 muestra un gráfico de densidad del gasto en transporte público para el decil 1. En rosa se representa la distribución del gasto según la tarifa declarada por los usuarios, mientras que en verde se muestra la distribución que tendría al pasar a una tarifa plana.

En el esquema actual, se observa una mayor concentración del gasto realizado por los hogares alrededor del pico, con un valor que corresponde a \$16.389(CLP), indicando que este y valores cercanos son los más frecuentes en el decil. A medida que aumenta el gasto, se presentan dos cambios en las pendientes de variación en la concentración para valores alrededor de \$30.000(CLP) y \$87.000(CLP), aunque en menor medida. Para el escenario base, después de los \$40.000(CLP), la cantidad de hogares disminuye significativamente, con leves aumentos en los valores mencionados anteriormente.

En cuanto a la tarifa plana, la concentración alrededor del valor pico no es tan densa como en el escenario base. El valor pico corresponde a \$20.206(CLP), muy cercano a la configuración 1, y se observa un traslado hacia gastos de mayor valor en los niveles de concentración, lo que evidencia el aumento percibido por los hogares usuarios de este decil tras la implementación de la tarifa plana. Además, el pico del escenario base cercano a los \$30.000(CLP) se traslada a alrededor de los \$40.000, siguiendo la configuración 4 y disminuyendo su densidad. Se observa otra concentración, de menor magnitud que las anteriores, alrededor de los \$60.000(CLP), y la subida cerca de los \$87.000 del escenario base se mantiene, pero con una mayor concentración en los valores cercanos.

Ilustración 4-6. Densidad de gasto en transporte público. Decil 2.



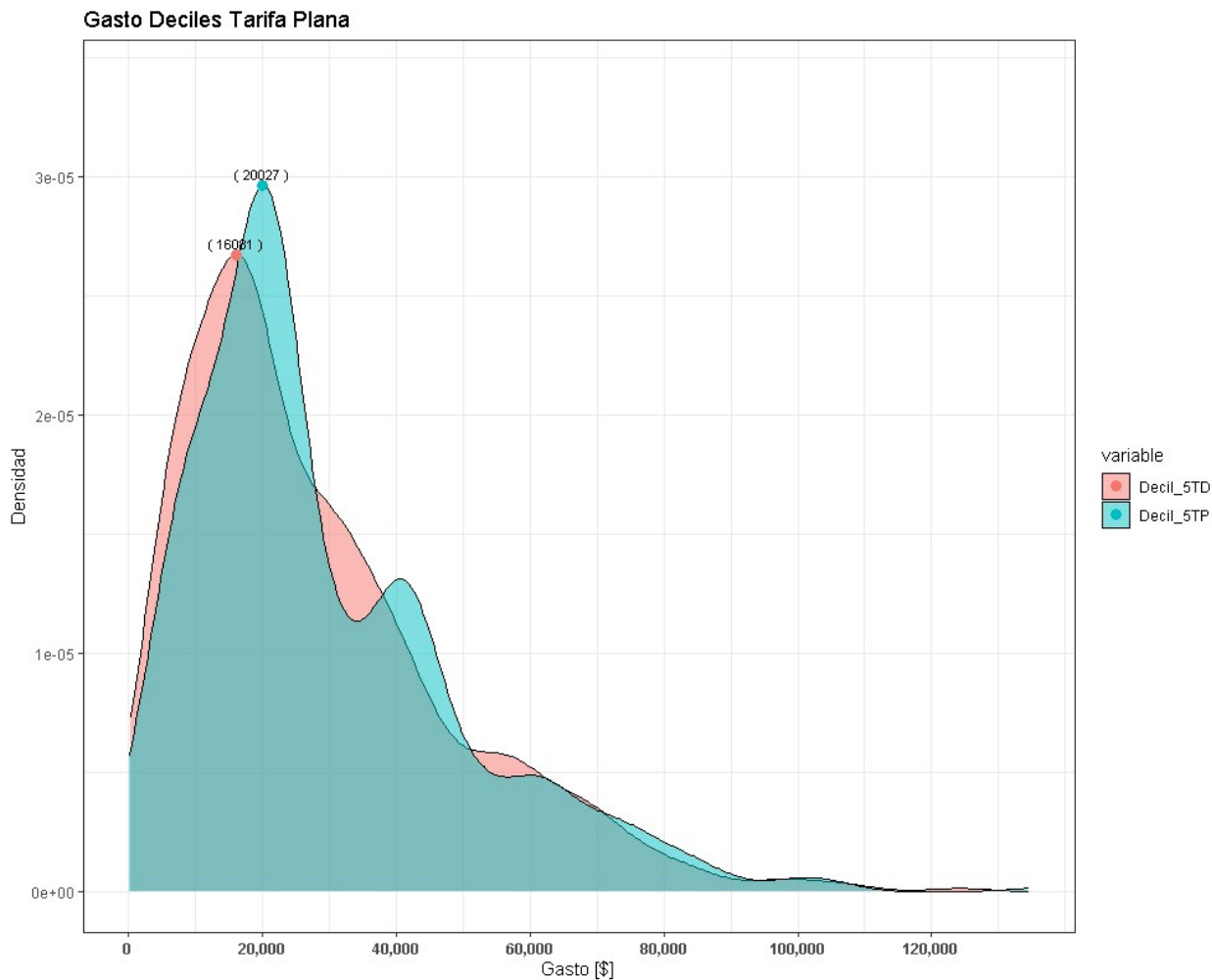
Fuente: Elaboración propia.

El impacto en el decil 2 se refleja en un aumento en el valor del pico, \$20.095, y una ligera disminución en la densidad de los valores cercanos, junto con una concentración más marcada en torno a los \$40.000, similar al valor de la configuración 4. La cantidad de hogares que gastan más de este monto disminuye hasta desaparecer en valores superiores a \$80.000.

En comparación con el decil 1, el gasto en transporte público para ambos esquemas tarifarios en este decil presenta una menor dispersión. Esto hace que el comportamiento dentro del decil sea

más homogéneo, y por ende, el cambio en la densidad de gasto solo se ve reflejado en un desplazamiento hacia la derecha (mayor gasto), con una exacerbación del pico alrededor del gasto indicado por la configuración 4.

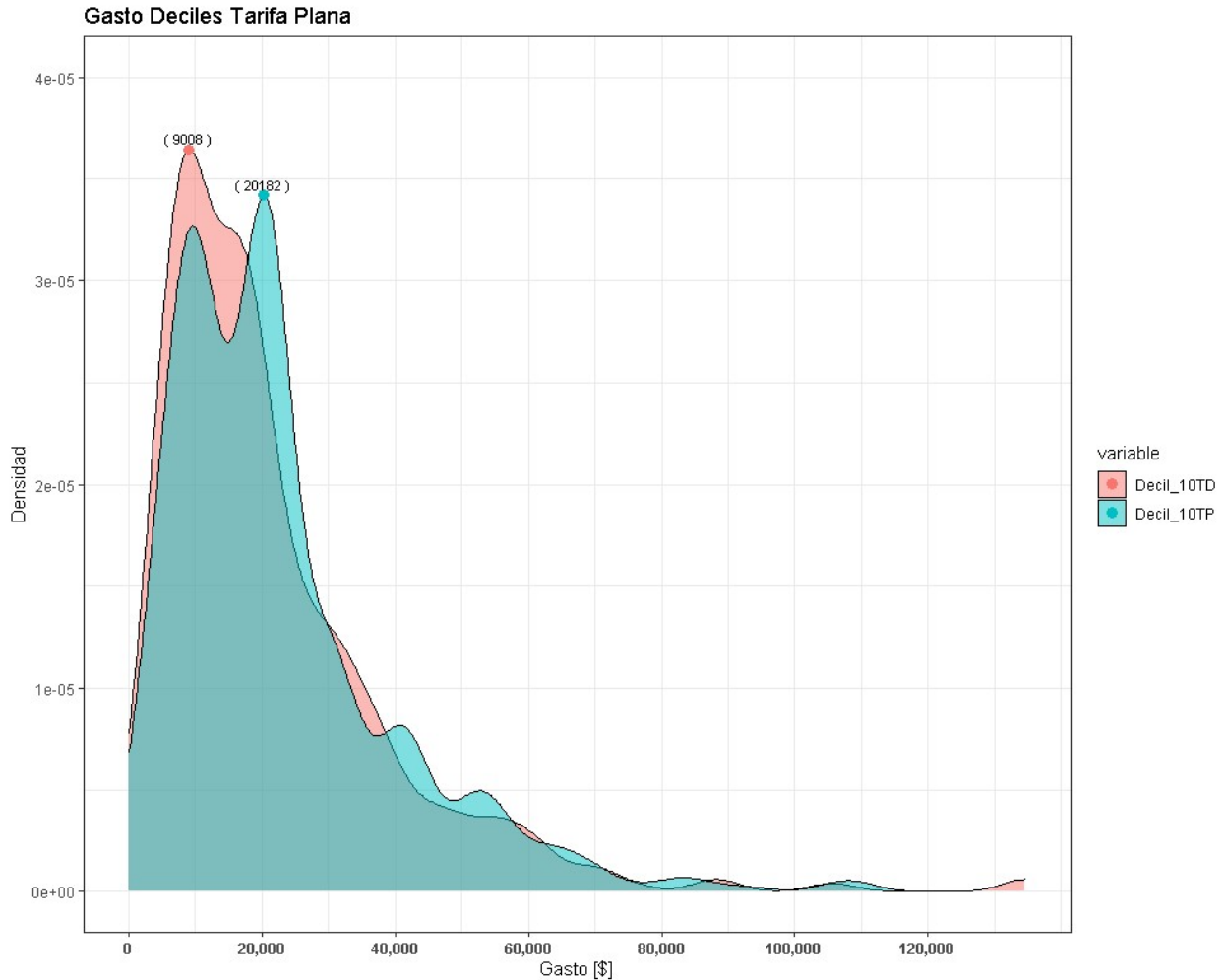
Ilustración 4-7. Densidad de gasto en transporte público. Decil 5.



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al decil 5, se ve una distribución diferente del gasto de los hogares. En la tarifa declarada se ve una estructura similar a los deciles mostrados con un valor pico de \$16.081 (CLP), que luego decae. Para la tarifa plana, donde el valor pico se sitúa en los \$20.027 (CLP) en este decil se ven mucho más marcados los valores cercanos a las configuraciones mostradas. Esto puede explicarse a partir de que en este decil de ingreso no se realizan tantos viajes en transporte público fuera de los de carácter obligatorio.

Ilustración 4-8. Densidad de gasto en transporte público. Decil 10.

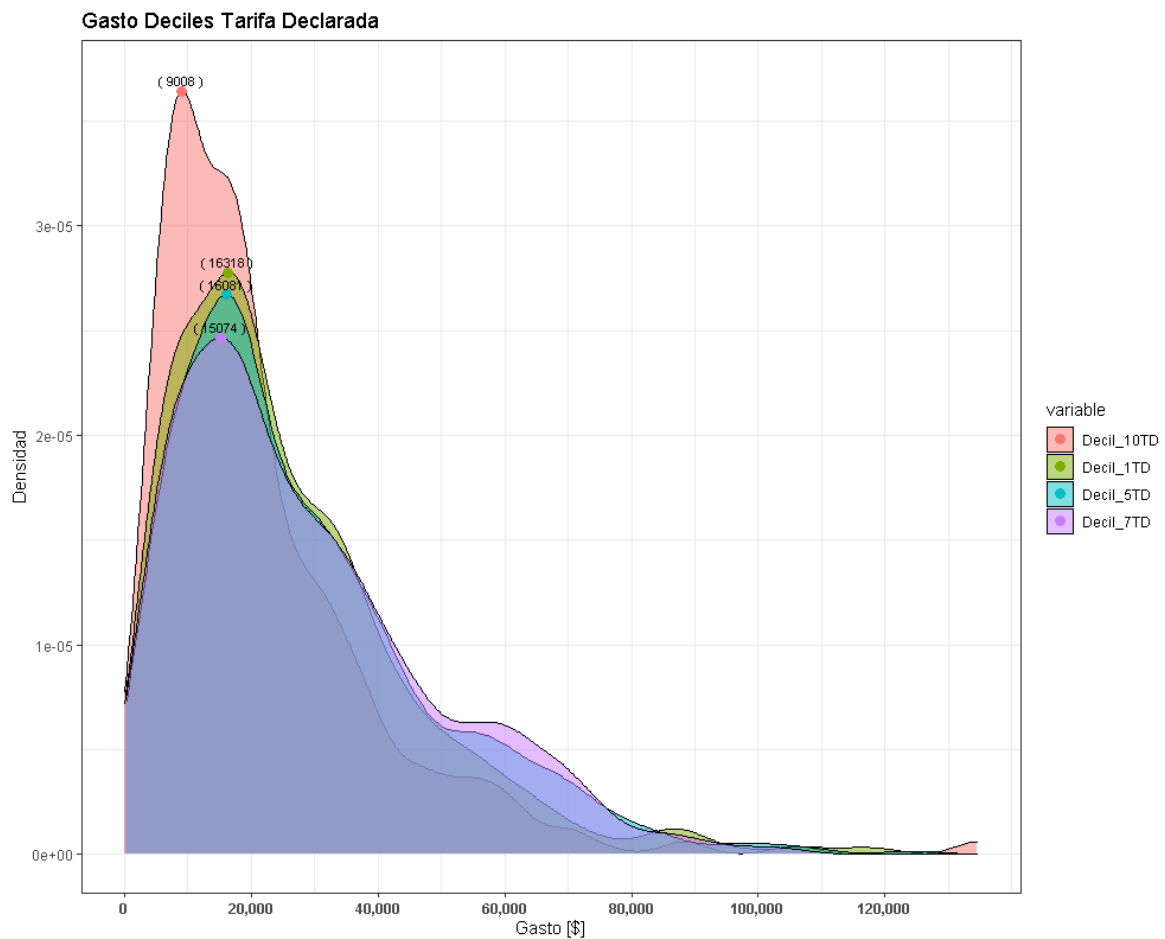


Fuente: Elaboración propia.

En el decil 10, el cual es el de mayores ingresos, el valor pico de la tarifa declarada se sitúa en los \$9.008 (CLP), lo que se puede interpretar como un valor aproximado que pagaría un usuario de tarifa escolar mensualmente, en el caso declarado, los valores se concentran hasta un poco antes de los \$20.000 (CLP) y luego caen fuertemente.

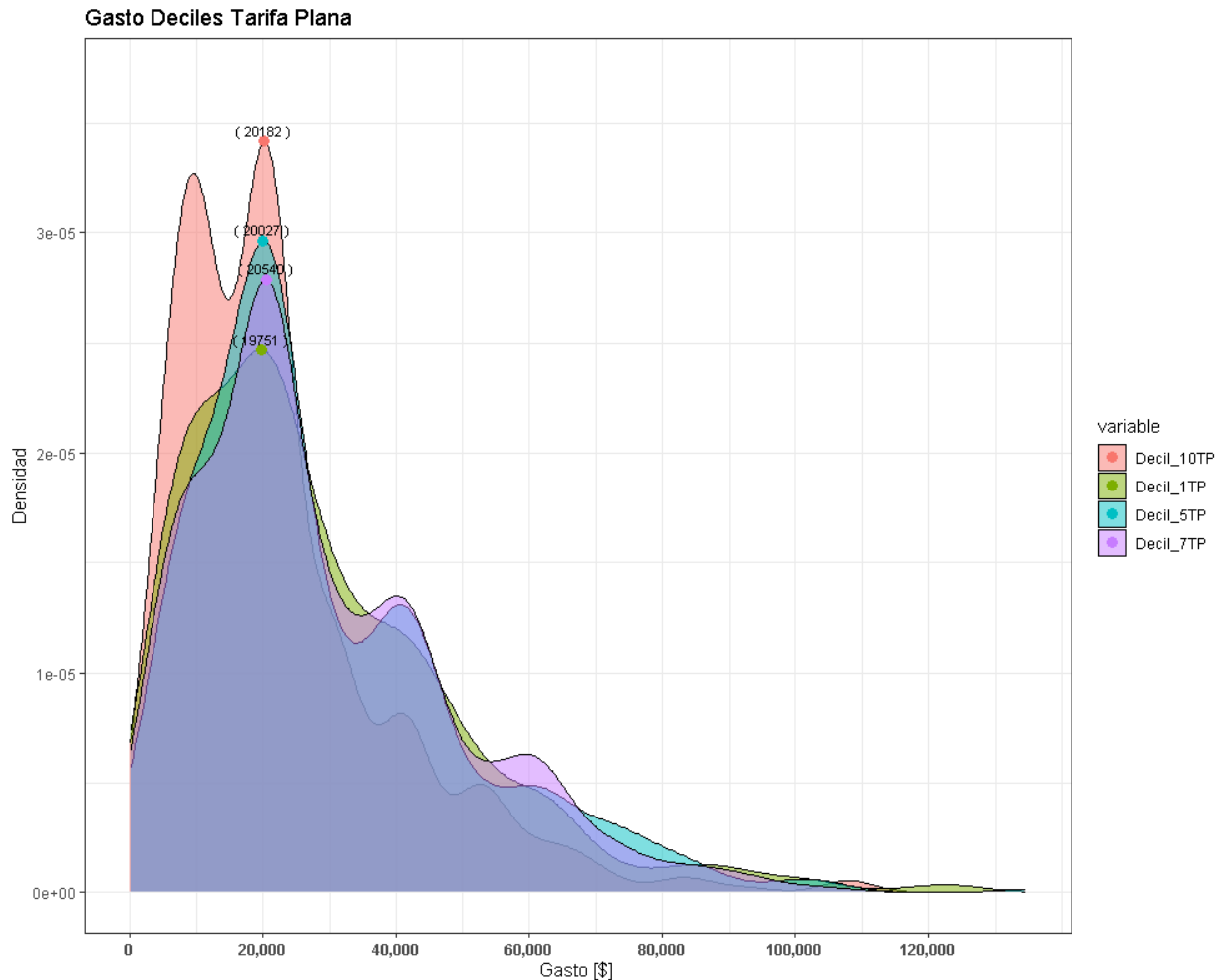
Para la tarifa plana, se observa un pico cercano al valor de la tarifa declarada, lo cual refuerza la conjetura de la tarifa escolar (que se mantiene invariante para este estudio). Pero el pico máximo se sitúa en los \$20.182 (CLP), similar a la configuración 1. Al igual que en el caso declarado, para la tarifa plana la densidad luego de este pico cae de manera acelerada con unos leves aumentos alrededor de los valores mostrados en la tabla de configuraciones.

Ilustración 4-9. Densidad de gasto en transporte público, tarifa declarada. Deciles 1,5,7 y 10.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 4-10. Densidad de gasto en transporte público, tarifa plana escenario 1. Deciles 1,5,7 y 10.



Fuente: Elaboración propia.

Los siguientes análisis entre deciles contemplan la comparación de la distribución de gasto interno para los deciles 1, 5, 7 y 10.

En la ilustración 4-9, se observa que en el escenario base, los valores de gasto por hogar tienden a concentrarse alrededor de los \$16.000(CLP) para los deciles 1, 5 y 7. Por otro lado, el decil 10 muestra una concentración en torno a los \$9.000(CLP) y el valor mencionado anteriormente, para luego descender y acompañar, en menor medida, la concentración que presentan los deciles 5 y 7 alrededor de los \$60.000(CLP).

La distribución se centra alrededor de los valores presentados en los tipos de configuraciones al momento de pasar a una tarifa plana. El decil 10 experimenta un pico alrededor de los \$20.182(CLP), alineándose con los otros deciles, pero siguiendo la tendencia de la tarifa declarada donde, después de este pico, la participación de los valores siguientes disminuye considerablemente en relación con los demás. Además, conserva la concentración alrededor de los \$10.000(CLP).

El cambio hacia una tarifa plana está llevando las concentraciones hacia los tipos de configuraciones, y los valores intermedios experimentan una disminución. Esto nos indica que los deciles que tienen más personas realizando viajes fuera de lo que podrían considerarse obligatorios (trabajo, estudio) en transporte público, van disminuyendo en cantidad a medida que avanzamos en ingreso. Este fenómeno puede alinearse perfectamente con la cantidad de etapas realizadas por cada decil, mostradas en la tabla 4-5. Donde el decil 1 es el que presenta mayor densidad en los valores que están fuera de las configuraciones descritas, revelando un mayor uso del transporte público.

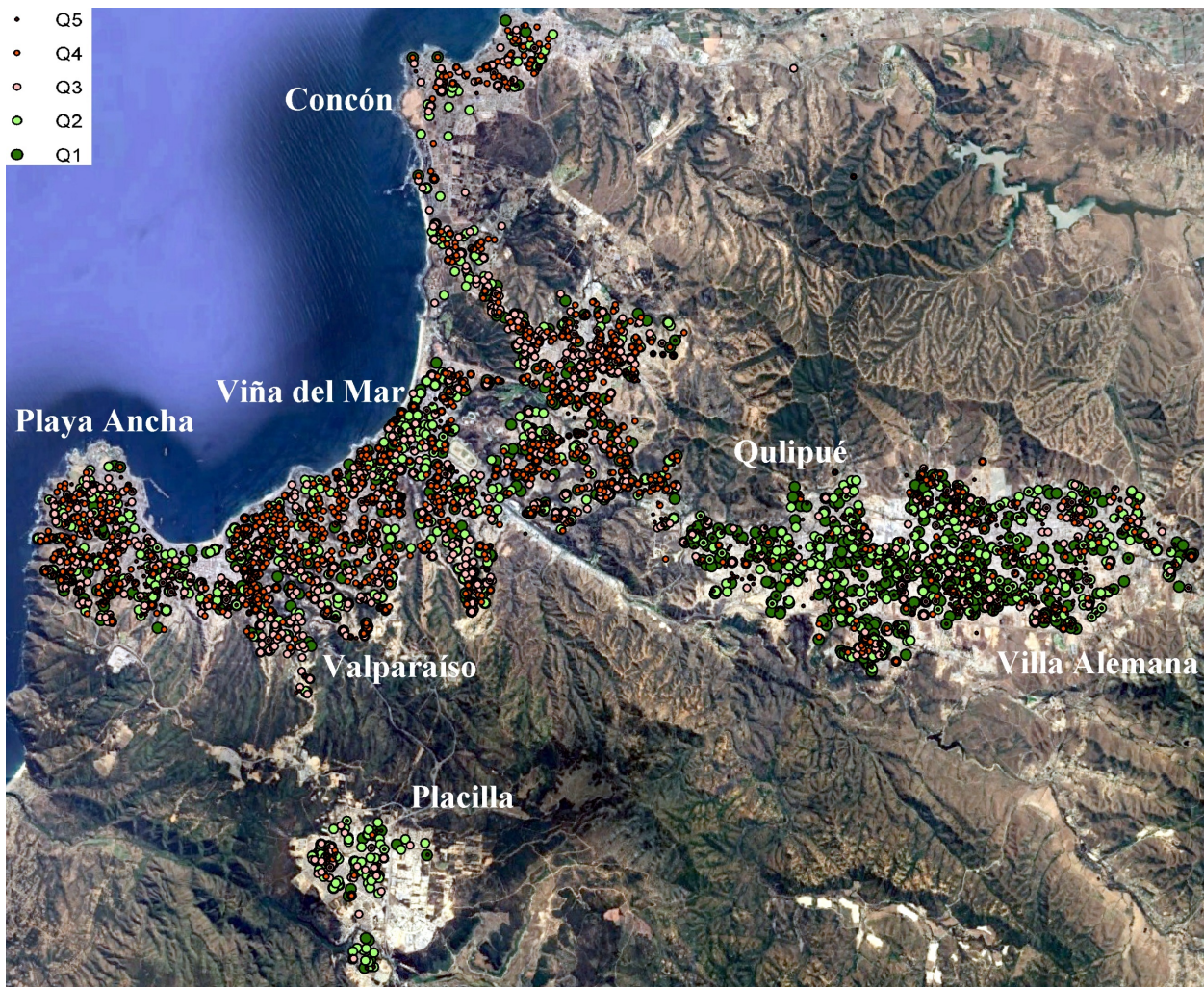
4.2.3. Ganadores y perdedores

La caracterización de los ganadores y perdedores después de la implementación de una tarifa plana nos permite obtener rangos de variación en el gasto porcentual de los hogares en transporte público. Junto con estos rangos, se presenta la ubicación espacial de los hogares pertenecientes a cada quintil. Este mapa abarca la totalidad de la zona, lo que puede dificultar la distinción de la ubicación de los hogares a primera vista.

Los quintiles se conforman de manera que el primero contiene a los hogares que redujeron su gasto después de la implementación, y así sucesivamente, aumentando conforme avanzamos de quintil hasta llegar al último, donde se encuentran los hogares más perjudicados por la transición a una tarifa plana.

La ilustración 4-11 muestra el mapa con la georreferenciación de los hogares según el quintil en el que quedaron después de la implementación de la tarifa plana. Los intervalos que delimitan la variación en cada quintil se presentan en la tabla 4-10.

Ilustración 4-11. Mapa ubicación de quintiles para hogares ganadores y perdedores.



Fuente: Elaboración propia.

Las ubicaciones de los ganadores y perdedores siguen una estructura homogénea a nivel macro, donde las concentraciones se observan en ciertos barrios o sectores. Por ejemplo, los habitantes de Quilpué y Villa Alemana muestran una mayor presencia del quintil 1, mientras que la zona céntrica de Viña del Mar muestra una concentración importante de los hogares pertenecientes al quintil 2.

Los quintiles 4 y 5 exhiben una concentración en la zona entre Quilpué y Villa Alemana, la zona oriente de Valparaíso y la localidad de Placilla.

Tabla 4-10. Intervalos de variación en gasto para los quintiles. Escenario 1

Q1		Q2		Q3		Q4		Q5	
-76,02%	-4,08%	-4,08%	0,00%	0,00%	14,63%	14,63%	28,77%	28,77%	235,71%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4-11. Número de hogares según el cambio en el gasto entre tarifas. Escenario 1

Nº Hogares Ganadores	Nº Hogares Invariantes	Nº Hogares Perdedores
1.214	888	3.008

Fuente: Elaboración propia.

Los intervalos de variación porcentual en el gasto para una tarifa plana muestran que los ganadores experimentan una disminución en un porcentaje menor en comparación con el aumento percibido por los perdedores. La variación máxima es del orden del -76%, en comparación con el 235% que llegan a percibir los perdedores. La fuerza de los perdedores no solo radica en la cantidad que deben pagar de más, sino también en el número de hogares que terminan pagando más que antes, lo cual queda visible en los datos de la tabla 4-11.

Los quintiles 1 y 2 albergan a todos los ganadores y hogares que permanecen invariantes, mientras que los quintiles restantes contienen hogares sin variación y todos los perdedores. Esto deja claro que la cantidad de perdedores supera ampliamente a la de los ganadores. Así, una tarifa plana no solo genera más hogares perdedores, sino que estos gastan mucho más que los hogares que logran percibir ahorros, lo que refuerza los antecedentes que muestran la regresividad de esta política.

La participación de cada decil de ingreso en los quintiles de ganadores y perdedores se presenta en la tabla 4-12. En el caso del decil 1, la mayor cantidad de hogares se encuentran en el quintil 2, pero su participación en los quintiles 4 y 5 supera el 45%. Para el decil 2, se observa una distribución similar de los hogares en los quintiles, lo cual coincide con los resultados presentados hasta ahora, donde los deciles de menor ingreso son los más perjudicados. En cuanto a los ganadores, los deciles 7, 8 y 9 son los que presentan una mayor cantidad de sus hogares en el quintil 1, siendo los más favorecidos en este análisis.

Tabla 4-12. Distribución hogares de cada decil en los quintiles.

Decil	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Hogares usuarios de transporte público
1	14,51%	24,48%	15,56%	21,50%	23,95%	19.345
2	15,70%	20,11%	19,40%	20,11%	24,69%	19.075
3	20,76%	20,57%	19,43%	19,05%	20,19%	18.213
4	20,30%	17,86%	18,80%	19,92%	23,12%	18.043
5	20,80%	18,81%	22,78%	20,25%	17,36%	18.311
6	19,45%	19,82%	22,94%	18,17%	19,63%	18.884
7	23,21%	18,85%	20,63%	20,04%	17,26%	17.392
8	27,90%	17,60%	20,41%	17,23%	16,85%	18.074
9	22,04%	19,49%	20,88%	21,58%	16,01%	14.605
10	15,29%	23,53%	19,71%	24,12%	17,35%	12.098

Fuente: Elaboración propia.

De manera complementaria, se muestra en la tabla 4-13 la cantidad de usuarios según el tipo de tarifa. Esto exhibe que cualquiera que realice un viaje con tarifa local está incurriendo en pérdidas al pasar a una tarifa plana, de igual manera con una leve variación para los que utilizan cerro plano. Sin embargo, se observa una distribución más equitativa entre los usuarios de la tarifa directa, donde se encuentran aquellos que logran percibir una disminución en su gasto. Esto pone de manifiesto la gran importancia del tipo de tarifa para explicar la regresividad de la política.

Tabla 4-13. Ganadores y perdedores según tipo de tarifa.

	Directo	Local	Cerro Plan	Directo	Local	Cerro Plan
Ganador	2680	0	32	42,08%	0,00%	1,38%
Perdedor	3571	3718	2284	56,07%	100,00%	98,58%
Igual	118	0	1	1,85%	0,00%	0,04%

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Escenario 2

Este escenario se generó bajo el supuesto de que el gasto promedio por hogar en transporte público para los dos primeros deciles debía ser menor que el gasto en el escenario base (tarifa declarada). Este supuesto lleva a una tarifa de \$430 (CLP), valor con el cual se realizaron todos los análisis presentados a continuación.

4.3.1. Parámetros de gasto en transporte público

En este escenario, debido a la naturaleza de la metodología seleccionada, se observa una disminución en el gasto promedio en transporte público para todos los deciles. Como se puede apreciar en la tabla 4-14, el decil 2 experimenta el menor ahorro, siendo este el más restringido al encontrar una tarifa que permita reducir el nuevo promedio de gasto en comparación con el escenario base. El decil 1 sigue esta tendencia, manteniendo el comportamiento observado anteriormente. Por otro lado, el decil 8 es el más beneficiado, con un ahorro del 11%. Los demás deciles muestran un comportamiento similar, con un ahorro del 6 al 9%.

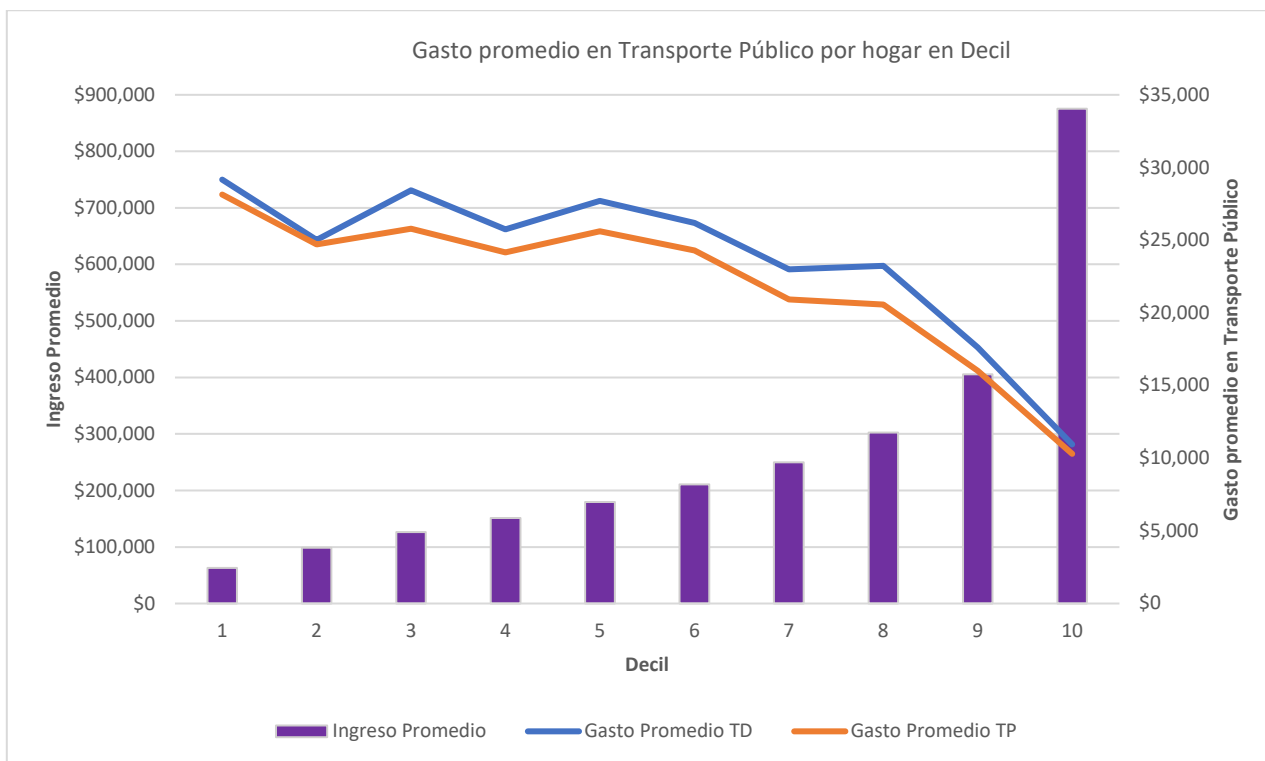
El coeficiente de variación, al igual que en el escenario 1, indica una variabilidad media en los valores en torno al promedio para ambos escenarios analizados. Estas reducciones en los resultados de gasto se visualizan en el gráfico 4-5.

Tabla 4-14. Gasto en transporte público por deciles. Escenario base y escenario 2.

Decil	Gasto Promedio TD	Gasto Promedio TP	Variación en Gasto	CV TD	CV TP
1	\$29.166	\$28.138	-4%	16%	13%
2	\$25.007	\$24.720	-1%	14%	13%
3	\$28.420	\$25.792	-9%	18%	16%
4	\$25.752	\$24.162	-6%	16%	14%
5	\$27.702	\$25.614	-8%	14%	13%
6	\$26.178	\$24.297	-7%	15%	13%
7	\$22.996	\$20.912	-9%	17%	15%
8	\$23.231	\$20.578	-11%	14%	13%
9	\$17.621	\$16.012	-9%	18%	15%
10	\$10.945	\$10.298	-6%	22%	20%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 4-5. Gasto en transporte público por deciles. Escenario base y escenario 2.



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al porcentaje de gasto en relación al ingreso per cápita, los deciles 1, 5, 7 y 8 experimentan una disminución de un punto porcentual, mientras que los demás deciles permanecen constantes. A excepción del decil 3 el cual muestra una disminución del 3% en el porcentaje de ingreso per cápita destinado a transporte público. Este parámetro demuestra ser más insensible a las variaciones en el gasto promedio, ya que este último varía en mayor envergadura en relación al ingreso promedio destinado.

Tabla 4-15. Porcentaje de ingreso per cápita destinado a transporte público, por deciles. Escenario 2.

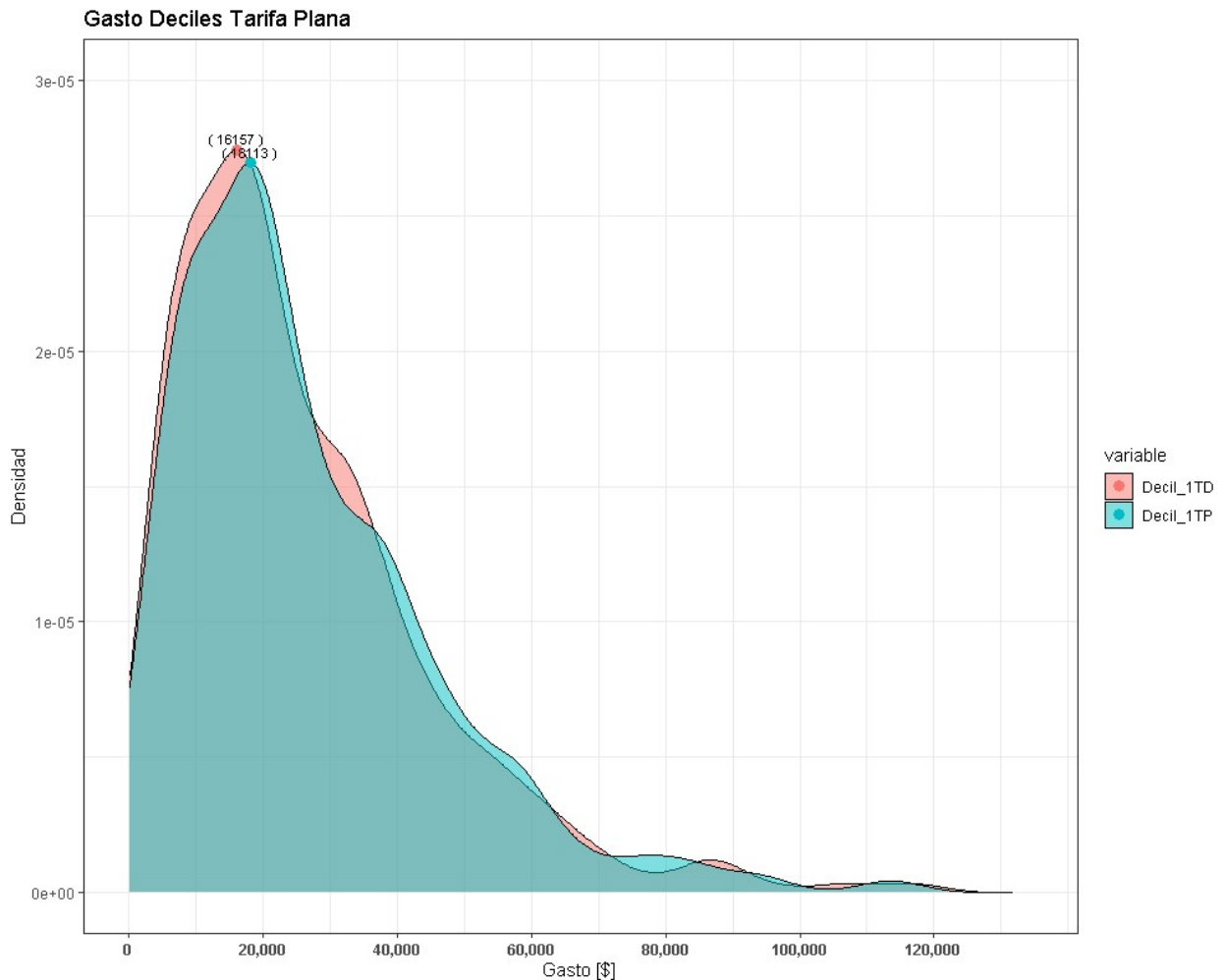
Decil	Ingreso Promedio	% Ingreso en TP	% Ingreso en TP (Tarifa Plana)
1	\$62.756	46%	45%
2	\$98.833	25%	25%
3	\$126.124	23%	20%
4	\$151.417	17%	16%
5	\$179.365	15%	14%
6	\$210.949	12%	12%
7	\$249.734	9%	8%
8	\$302.439	8%	7%
9	\$405.453	4%	4%
10	\$875.593	1%	1%

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2. Gasto dentro de deciles

En cuanto a los gráficos de densidad correspondientes al decil 1, no se observan diferencias significativas entre los escenarios, a diferencia del análisis anterior. El pico se desplaza ligeramente hacia la derecha, y la segunda concentración alrededor de los \$35.000(CLP) en el escenario 2 se traslada hacia los \$40.000(CLP) (conf. 4), mientras que la disminución en la densidad ocurre a tasas similares.

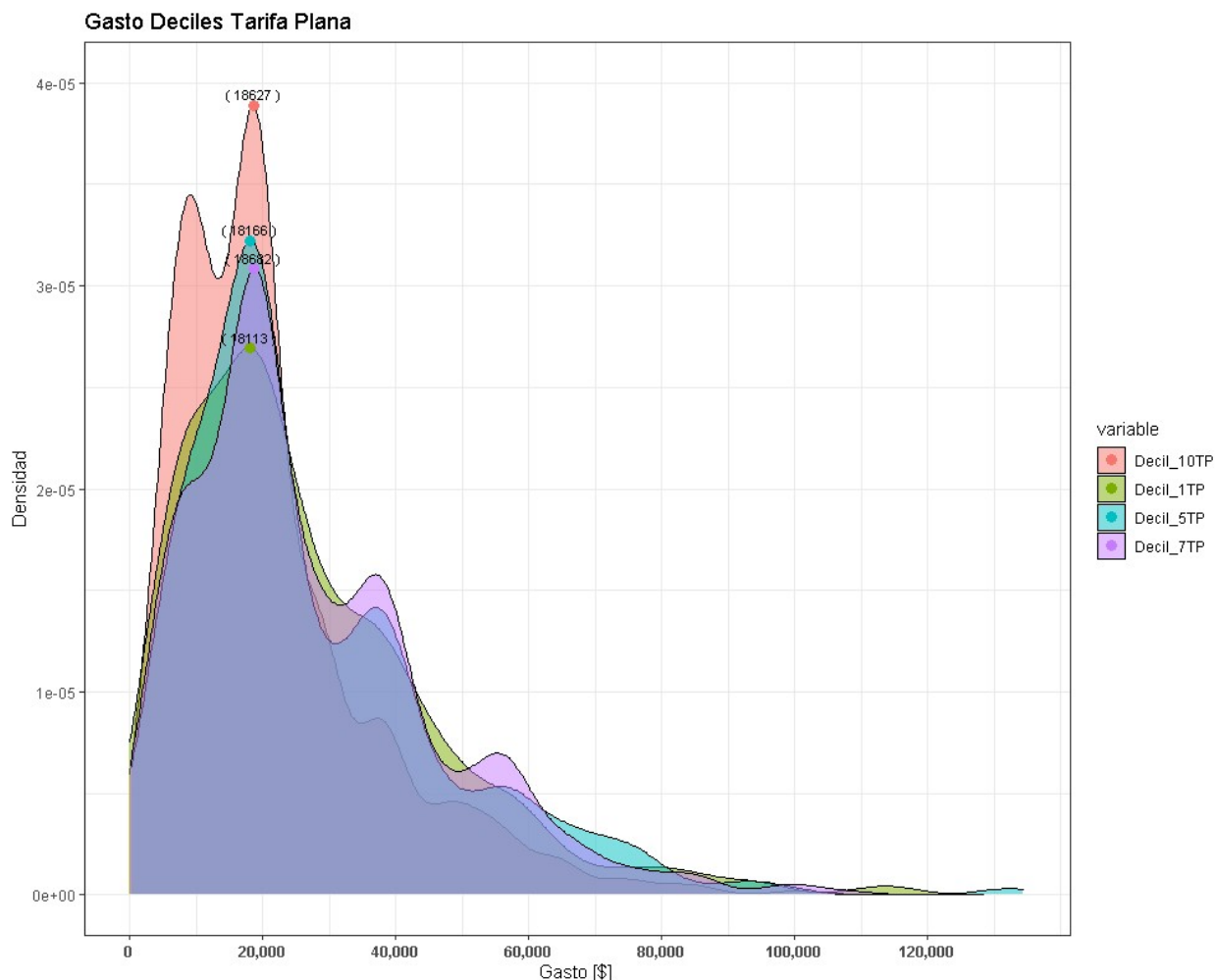
Ilustración 4-12. Densidad de gasto en transporte público. Decil 1.



Fuente: Elaboración propia.

Las densidades de gasto mostradas en la ilustración 4-12, mantiene una estructura similar en relación al escenario 1, con una reducción en el valor pico, pero siguiendo la disposición ya vista. Donde el decil 1 es el que más densidad de gasto exhibe fuera de las configuraciones nombradas.

Ilustración 4-13. Densidad de gasto en transporte público, tarifa plana escenario 2. Deciles 1, 5, 7 y 10.



Fuente: Elaboración propia.

4.3.3. Ganadores y perdedores

Los intervalos de los quintiles muestran una mayor cantidad de hogares ganadores y neutros en comparación con el escenario anterior. Se observa un ligero aumento en los porcentajes de ganadores, mientras que los quintiles de perdedores experimentan una notable disminución porcentual en los extremos de los intervalos.

Tabla 4-16. Intervalos de variación en gasto para los quintiles. Escenario 2.

Q1		Q2		Q3		Q4		Q5	
-78,06%	-11,91%	-11,89%	0,00%	0,00%	6,83%	6,83%	19,44%	19,44%	207,14%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4-17. Número de hogares según su cambio en el gasto entre tarifas. Escenario 2.

N° Hogares Ganadores	N° Hogares Invariantes	N° Hogares Perdedores
1.519	908	2.683

Fuente: Elaboración propia.

En este escenario se ve un aumento significativo de los hogares ganadores, en relación al escenario 1, en desmedro de los perdedores. Los hogares invariantes aumentan, pero en una proporción menor.

A pesar de la baja en los porcentajes, el decil 1 sigue viendo una participación del orden del 45% en los quintiles perdedores, por lo que distributivamente siguen siendo los más desfavorecidos.

Tabla 4-18. Distribución hogares de cada decil en los quintiles. Escenario 2.

Decil	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Hogares usuarios de transporte público
1	14,69%	20,45%	19,58%	20,63%	24,65%	19.345
2	14,99%	18,52%	20,63%	21,34%	24,51%	19.075
3	20,95%	21,52%	17,90%	19,05%	20,57%	18.213
4	20,30%	17,11%	18,80%	19,74%	24,06%	18.043
5	20,80%	20,25%	20,98%	20,80%	17,18%	18.311
6	19,82%	18,72%	23,85%	18,35%	19,27%	18.884
7	23,21%	21,43%	20,24%	18,06%	17,06%	17.392
8	27,34%	21,91%	16,29%	17,60%	16,85%	18.074
9	22,51%	19,72%	20,42%	21,81%	15,55%	14.605
10	15,59%	21,18%	22,35%	24,71%	16,18%	12.098

Fuente: Elaboración propia.

4.4. Escenario 3

Este escenario se a partir del promedio simple entre las tarifas de los dos primeros escenarios. Este supuesto lleva a una tarifa de \$450 (CLP), valor con el cual se realizaron todos los análisis presentados a continuación.

4.4.1. Parámetros de gasto en transporte público

Para este escenario, solo los deciles 1 y 2 muestran un aumento en el gasto promedio, en el caso del decil 1 se mantiene prácticamente constante, mientras que el decil 2 percibe un aumento del 3%. En contraste, los demás deciles, experimentan una reducción en su gasto promedio entre el 3% y el 8%. Siendo el decil 8 el que mayor ahorro percibe en el gasto promedio con una disminución del 8% en relación a la tarifa declarada. Los coeficientes de variación mantienen los valores de los escenarios anteriores.

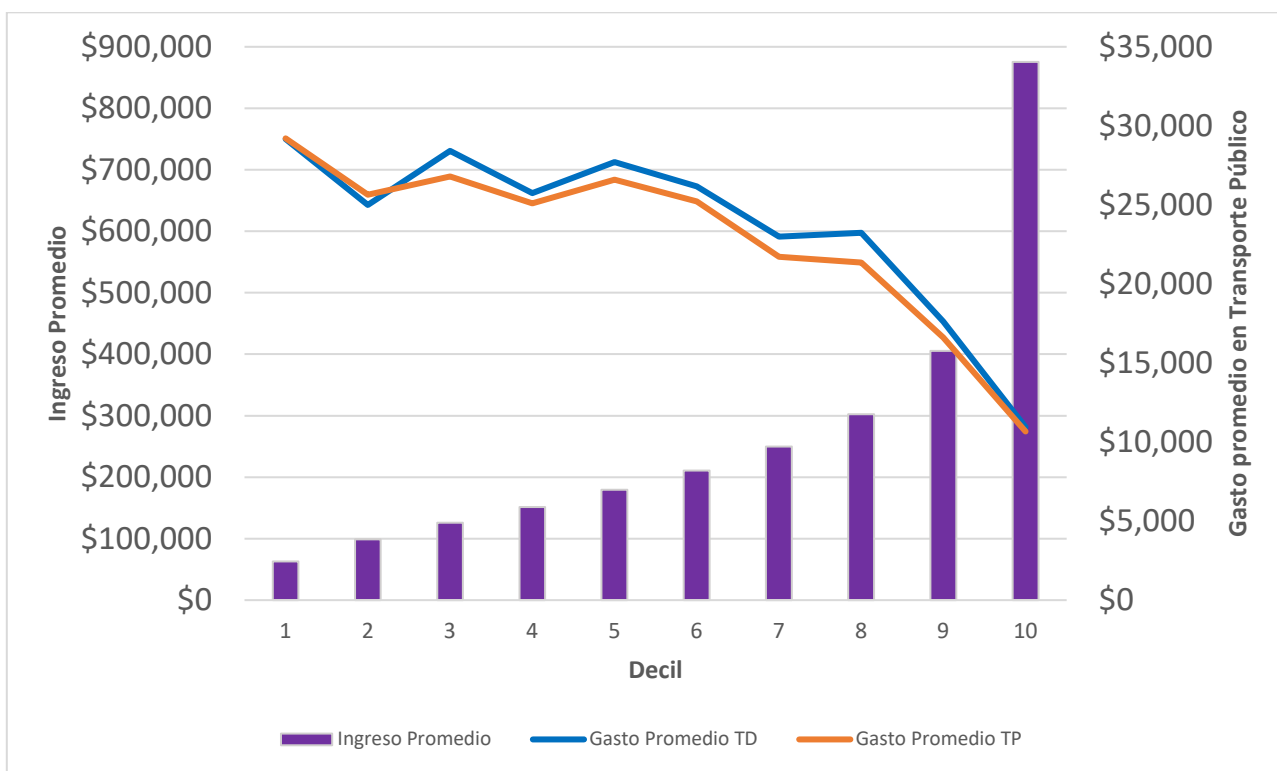
Tabla 4-19. Gasto en transporte público por deciles. Escenario 3.

Decil	Gasto Promedio TD	Gasto Promedio TP	Variación en Gasto	CV TD	CV TP
1	\$29.166	\$29.209	0%	16%	13%
2	\$25.007	\$25.654	3%	14%	13%
3	\$28.420	\$26.804	-6%	18%	16%
4	\$25.752	\$25.100	-3%	16%	14%
5	\$27.702	\$26.598	-4%	14%	13%
6	\$26.178	\$25.224	-4%	15%	13%
7	\$22.996	\$21.719	-6%	17%	15%
8	\$23.231	\$21.359	-8%	14%	13%
9	\$17.621	\$16.615	-6%	18%	15%
10	\$10.945	\$10.669	-3%	22%	20%

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico 4-6 se ve que las curvas de gasto para ambos avanzan de manera semejante en gran parte de los deciles.

Gráfico 4-6. Gasto en transporte público por deciles. Escenario 3.



Fuente: Elaboración propia.

El porcentaje per cápita del ingreso destinado a transporte público se mantiene constante en seis de los deciles. En el decil 8, se observa una disminución de un punto porcentual en este valor, mientras que para los deciles 1 y 2, se registra un aumento de la misma magnitud. Estos resultados reflejan nuevamente el impacto que enfrentan los deciles más bajos en la implementación de una tarifa plana de \$450(CLP).

Tabla 4-20. Porcentaje de ingreso per cápita destinado a transporte público, por deciles. Escenario 3.

Decil	Ingreso Promedio	% Ingreso en TD	% Ingreso en TP
1	\$62.756	46%	47%
2	\$98.833	25%	26%
3	\$126.124	23%	21%
4	\$151.417	17%	17%
5	\$179.365	15%	15%
6	\$210.949	12%	12%
7	\$249.734	9%	9%
8	\$302.439	8%	7%
9	\$405.453	4%	4%
10	\$875.593	1%	1%

Fuente: Elaboración propia.

4.4.2. Gasto dentro de deciles

Con respecto a las densidades de gasto, se observa una distribución similar en todos los escenarios de tarifa plana, con los picos de cada decil alineados con los valores de la tarifa en este escenario. Es decir, estos picos son mayores que en el escenario 2 pero menores que en el escenario 1 para cada decil. La ilustración 4-14 muestra cómo los otros picos alrededor de los \$40.000(CLP) y \$60.000(CLP) continúan presentes, lo que sugiere que la estructura general se mantiene, y los valores varían conforme a la tarifa plana. La ilustración muestra una continuación de la estructura de concentraciones alrededor de las configuraciones comentadas para los deciles de mayores ingresos, mostrando un contraste con los deciles de bajos ingresos los cuales muestran más concentración en combinaciones fuera de las configuraciones.

Ilustración 4-14. Densidad de gasto en transporte público. Decil 1.

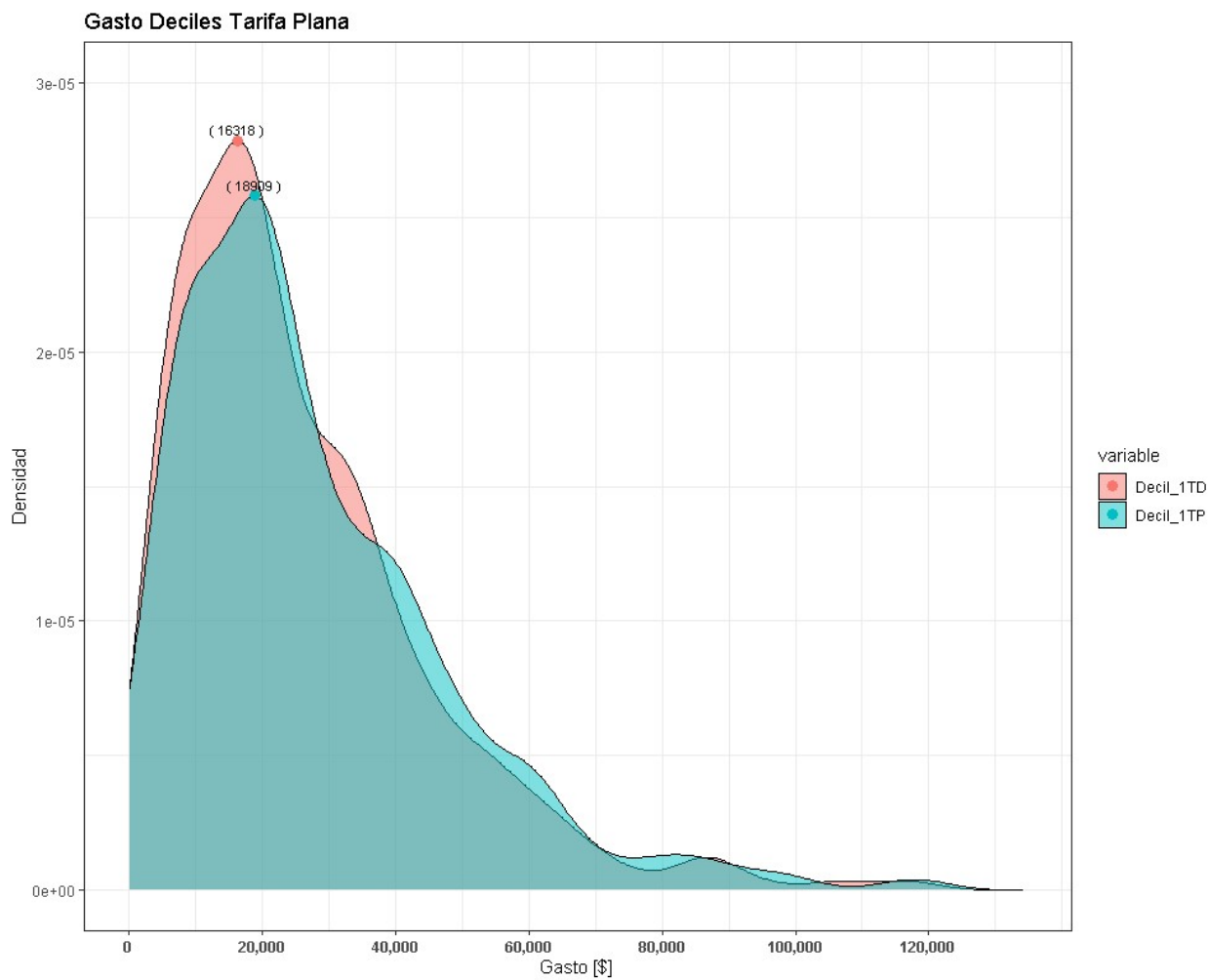
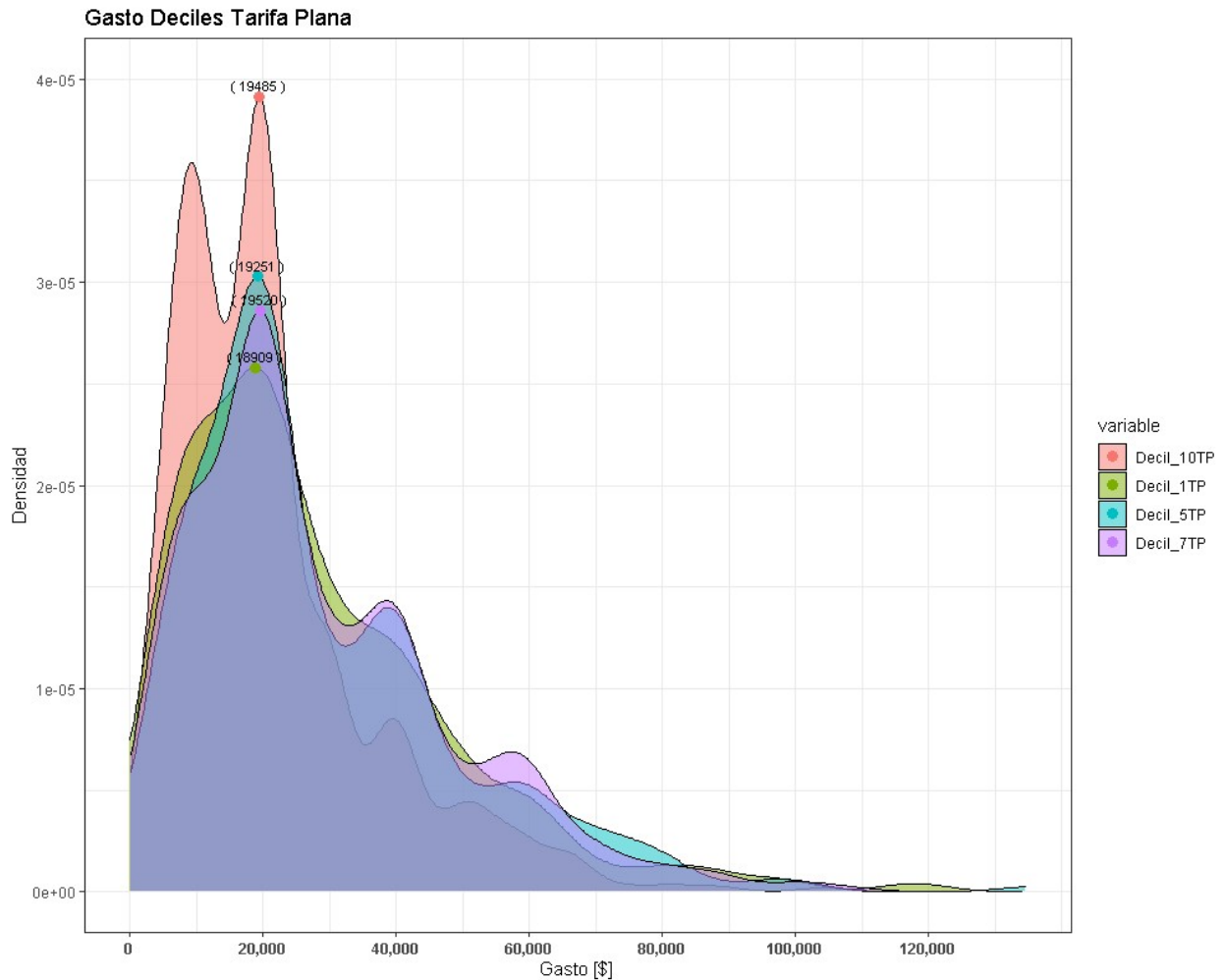


Ilustración 4-15. Densidad de gasto en transporte público. Escenario 3.



Fuente: Elaboración propia.

4.4.3. Ganadores y perdedores

En este escenario, la estructura de ganadores y perdedores se mantiene, con los dos primeros quintiles albergando hogares que experimentan ahorros y aquellos que se mantienen invariables, mientras que el resto de los hogares invariables y los perdedores se distribuyen en los tres quintiles restantes. Las variaciones en los extremos de los intervalos muestran una diferencia baja con respecto a los ganadores, mientras que, en los quintiles perdedores, la variación porcentual de pérdida es mayor en comparación con el escenario 2.

Poniendo esto en perspectiva con los dos primeros escenarios, se observa que la sensibilidad de los ganadores es mucho menor ante el cambio en el precio del transporte público en comparación con los perdedores, quienes se ven más perjudicados con la misma variación en la tarifa plana.

En cuanto a la cantidad de hogares ganadores, estos resultan ser del orden del 50% en relación a los perdedores, a pesar de que el valor de la tarifa para este escenario es uno de los más bajos del análisis.

Tabla 4-21. Intervalos de variación en gasto para los quintiles. Escenario 3.

Q1		Q2		Q3		Q4		Q5	
-77,04%	-8,16%	-8,16%	0,00%	0,00%	10,66%	10,69%	24,14%	24,18%	221,43%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4-22. Número de hogares según su cambio en el gasto entre tarifas. Escenario 3.

N° Hogares Ganadores	N° Hogares Invariantes	N° Hogares Perdedores
1.400	902	2.808

Fuente: Elaboración propia.

La participación en los quintiles para cada decil sigue similar, con aproximadamente 45% de los hogares de los deciles 1 y 2 en los quintiles perdedores.

Tabla 4-23. Distribución hogares de cada decil en los quintiles. Escenario 3.

Decil	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Hogares usuarios de transporte público
1	14,86%	21,15%	18,71%	21,33%	23,95%	19.345
2	14,99%	18,34%	20,99%	21,34%	24,34%	19.075
3	21,14%	21,33%	17,71%	19,62%	20,19%	18.213
4	19,92%	17,11%	18,98%	20,30%	23,68%	18.043
5	20,61%	20,07%	21,70%	20,25%	17,36%	18.311
6	19,82%	19,45%	22,57%	18,72%	19,45%	18.884
7	23,21%	20,44%	21,43%	17,46%	17,46%	17.392
8	27,34%	21,16%	17,04%	17,60%	16,85%	18.074
9	22,74%	19,03%	21,11%	21,35%	15,78%	14.605
10	15,59%	23,24%	20,29%	23,53%	17,35%	12.098

Fuente: Elaboración propia.

4.5. Recapitulación

Esta sección proporciona una visión general de los resultados más destacados para cada escenario, centrándose en aspectos que no se han abordado previamente. La tabla 4-24 presenta un parámetro que no se discutió en el análisis de los escenarios: la recaudación del sistema. Si bien se analizaron los efectos en los usuarios, no se profundizó en cómo la implementación de una tarifa plana afectaría el financiamiento del sistema. Esta comparación se realiza con respecto al escenario base.

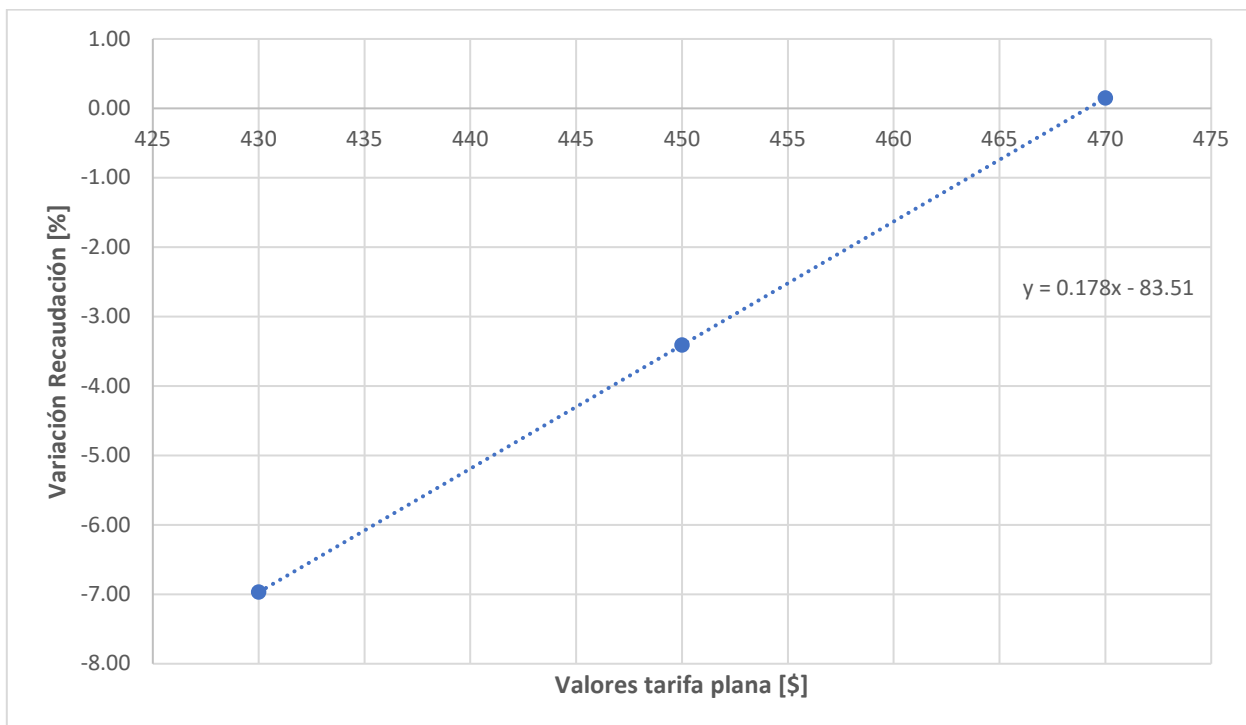
En el gráfico 4-7 se observa una consistencia en la diferencia entre las tarifas planas y cómo afectan la recaudación de manera similar. Sin embargo, es importante destacar un supuesto fuerte en este análisis: se asume que todos los viajes continúan realizándose en la misma forma y cantidad. No obstante, sabemos que esto no es necesariamente cierto, ya que es crucial considerar las elasticidades para pronosticar los cambios en la demanda y, por ende, en la recaudación. Este análisis detallado se abordará en la siguiente sección.

Tabla 4-24. Recaudaciones por escenario y sus diferencias con escenario base.

Recaudación	Escenario Base	Escenario 1 (\$470)	Escenario 2 (\$430)	Escenario 3 (\$450)
Absoluta [\$]	\$7.392.237.421	\$7.403.641.094	\$6.877.129.828	\$7.140.051.330
Variación [\$]	-	\$11.403.673	-\$515.107.592	-\$252.186.091
Variación [%]	-	0,15%	-6,97%	-3,41%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 4-7. Variación en recaudación para valores de tarifa plana.



Fuente: Elaboración propia.

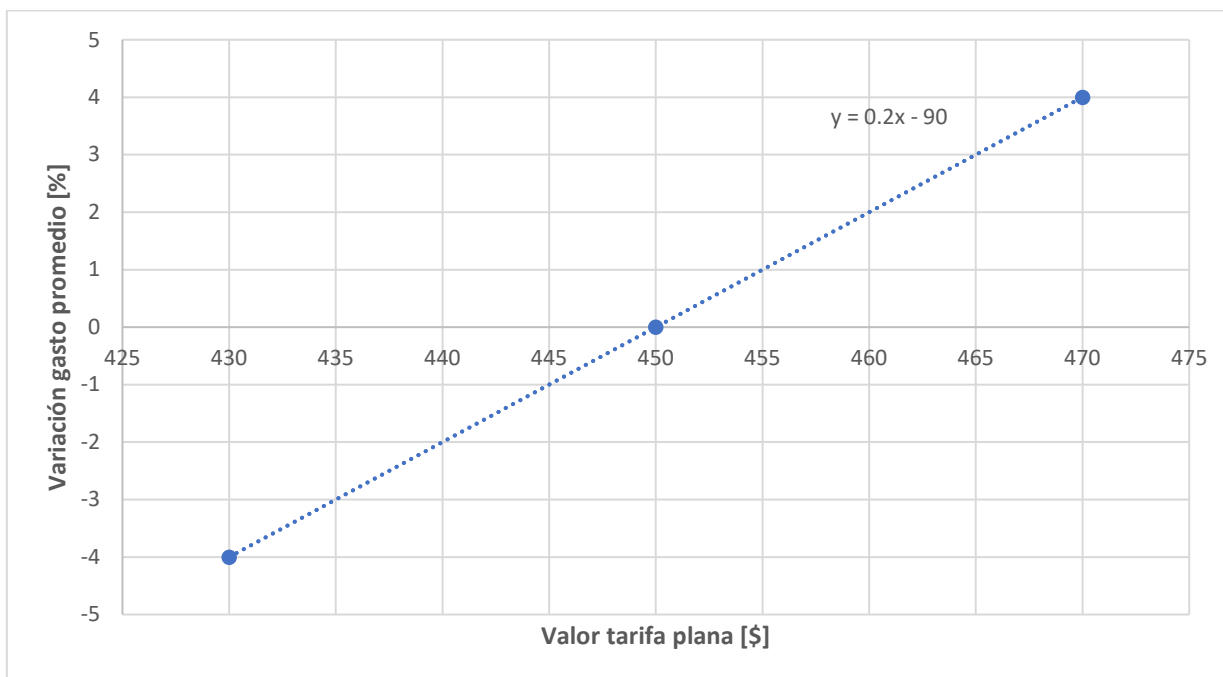
Los resultados de la tabla 4-25 se complementan con un gráfico específico que ilustra el comportamiento del gasto promedio del decil 1 en los tres escenarios de tarifas, junto con sus respectivas variaciones en comparación con el escenario base.

Tabla 4-25. Variación gasto promedio en transporte público para todos los escenarios.

Decil	EB	E1	E1 Variación	E2	E2 Variación	E3	E3 Variación
1	\$29.166	\$30.280	4%	\$28.138	-4%	\$29.209	0%
2	\$25.007	\$26.589	6%	\$24.720	-1%	\$25.654	3%
3	\$28.420	\$27.818	-2%	\$25.792	-9%	\$26.804	-6%
4	\$25.752	\$26.038	1%	\$24.162	-6%	\$25.100	-3%
5	\$27.702	\$27.585	0%	\$25.614	-8%	\$26.598	-4%
6	\$26.178	\$26.152	0%	\$24.297	-7%	\$25.224	-4%
7	\$22.996	\$22.528	-2%	\$20.912	-9%	\$21.719	-6%
8	\$23.231	\$22.143	-5%	\$20.578	-11%	\$21.359	-8%
9	\$17.621	\$17.224	-2%	\$16.012	-9%	\$16.615	-6%
10	\$10.945	\$11.048	1%	\$10.298	-6%	\$10.669	-3%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 4-8. Variación gasto promedio en transporte público. Decil 1.



Fuente: Elaboración propia.

El ingreso per cápita destinado se presenta un gráfico para el decil 1, donde se observa una tendencia lineal en el cambio.

El porcentaje de gasto en relación al ingreso per cápita refleja la presión financiera que enfrentan los hogares de menores ingresos, evidenciando su vulnerabilidad ante cambios en la implementación de una tarifa plana y los distintos valores de esta. Los datos revelan que el decil 1 presenta porcentajes mayores a los registrados en Santiago, donde los hogares más desfavorecidos destinan aproximadamente el 30% de sus ingresos mensuales al transporte público (Iglesias et al., 2019), valores del orden de los encontrados para el decil 2 en el Gran Valparaíso. Este hallazgo subraya

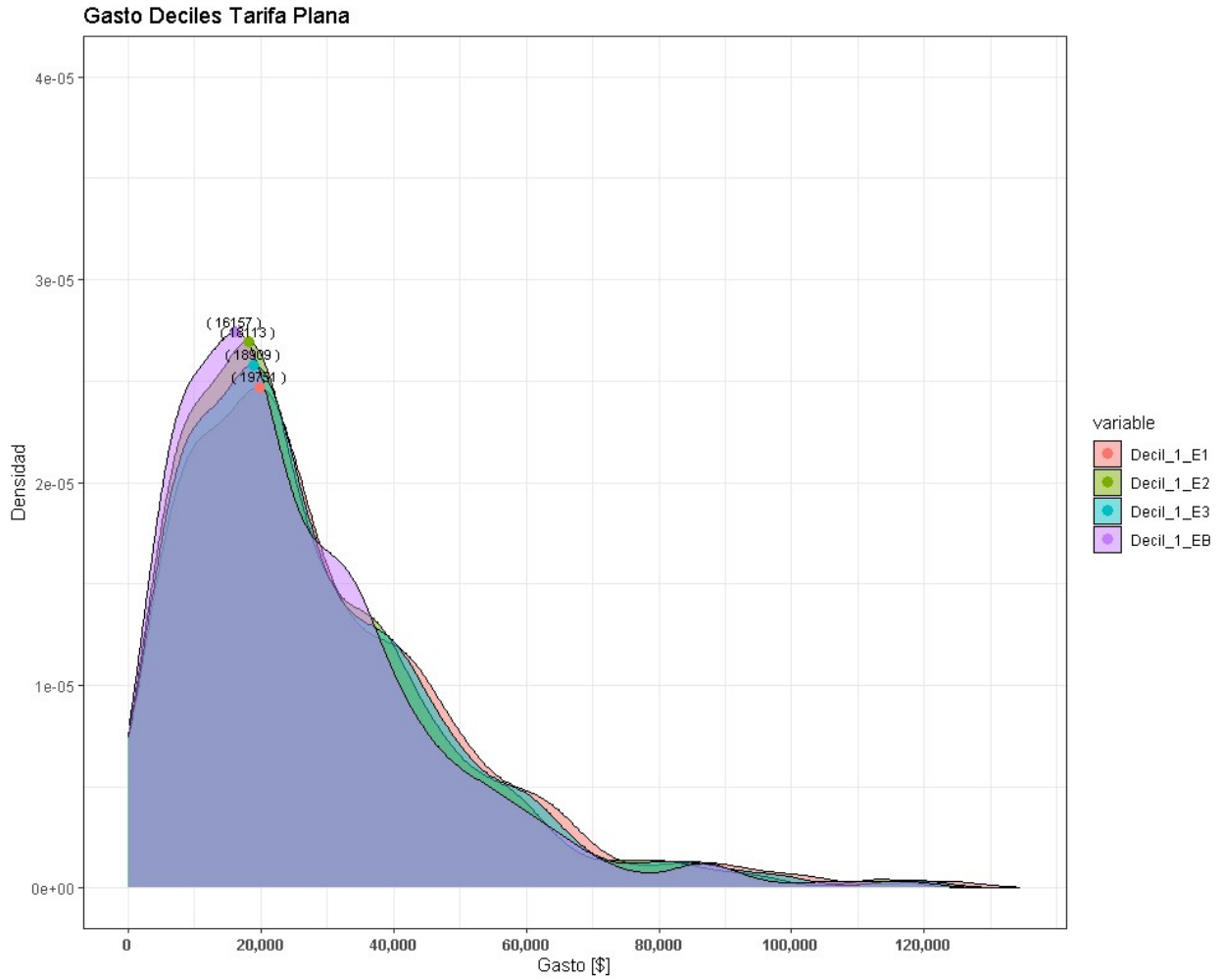
la relevancia de considerar el impacto económico en los sectores más vulnerables al diseñar políticas tarifarias.

Tabla 4-26. Variación gasto per cápita destinado a transporte público. Todos los escenarios.

Decil	Escenario Base	Escenario 1 (\$470)	Escenario 2 (\$430)	Escenario 3 (\$450)
1	46%	48%	45%	47%
2	25%	27%	25%	26%
3	23%	22%	20%	21%
4	17%	17%	16%	17%
5	15%	15%	14%	15%
6	12%	12%	12%	12%
7	9%	9%	8%	9%
8	8%	7%	7%	7%
9	4%	4%	4%	4%
10	1%	1%	1%	1%

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 4-16. Densidad de gasto en transporte público. Decil 1. Todos los escenarios.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4-27. Intervalos para quintiles de ganadores y perdedores. Todos los escenarios.

Escenario	Q1		Q2		Q3		Q4		Q5	
E1 (\$470)	-76,02%	-4,08%	-4,08%	0,00%	0,00%	14,63%	14,63%	28,77%	28,77%	235,71%
E2 (\$430)	-78,06%	-11,91%	-11,89%	0,00%	0,00%	6,83%	6,83%	19,44%	19,44%	207,14%
E3 (\$450)	-77,04%	-8,16%	-8,16%	0,00%	0,00%	10,66%	10,69%	24,14%	24,18%	221,43%

Fuente: Elaboración propia.

4.6. Demanda variable

Esta sección resume los efectos en la demanda y la recaudación. Tanto para el sistema, como para los usuarios por deciles.

Los resultados utilizan la metodología mostrada en la sección 3.3.3.1 y las elasticidades de las tablas 3-6 y 3-7.

4.6.1. Recaudación del sistema

La tabla 4-28 ofrece un desglose detallado de la recaudación y su variación en relación con el escenario base para cada escenario de estudio considerado.

El gráfico 4-9 proporciona una comparación visual entre las variaciones en la recaudación para el caso de demanda fija (representada por la recta azul) y el caso actual de estudio con demanda variable (representada por la recta naranja). Se observa que, en el caso actual, la variación en la recaudación sigue una tendencia lineal en relación con los valores de la tarifa plana, aunque con una pendiente significativamente menor que en el caso de demanda fija. Por ejemplo, en el primer escenario, donde se suponía que la recaudación se mantendría constante al fijar el precio de la tarifa plana, la consideración de las elasticidades en la variación de la demanda resulta en una disminución del 2,24% en la recaudación, en comparación con el aumento del 0,15% inicialmente proyectado.

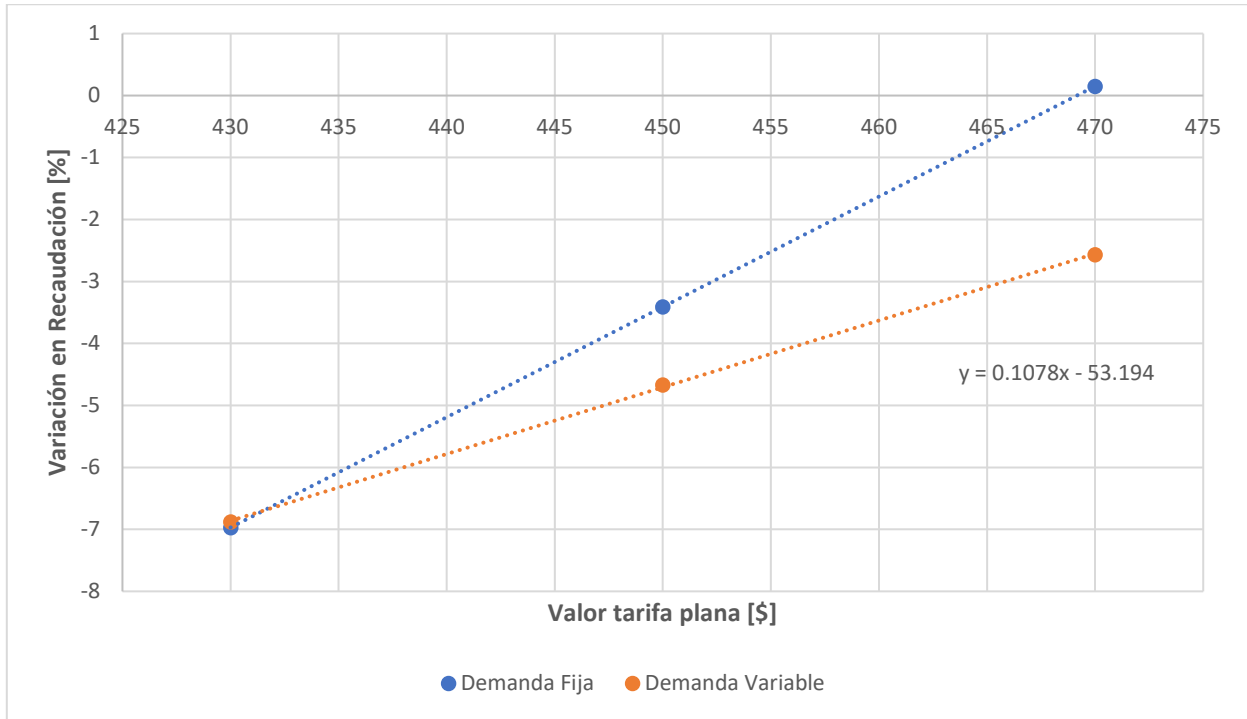
La aplicación de las elasticidades tiene el efecto de frenar el crecimiento en la recaudación cuando los precios alcanzan niveles más altos. En contraste, en los precios más bajos, la pérdida de recaudación reportada es similar en ambos casos. Este fenómeno puede explicarse por la dificultad de atraer nuevos usuarios al sistema de transporte público a precios más elevados, un aspecto que será analizado con mayor profundidad en los siguientes párrafos relacionados con la demanda.

Tabla 4-28. Variación en recaudación del sistema. Demanda Variable. Todos los escenarios.

Recaudación	Escenario Base	Escenario 1 (\$470)	Escenario 2 (\$430)	Escenario 3 (\$450)
Absoluta [\$]	\$7.392.237.421	\$7.201.887.414	\$6.883.794.453	\$7.047.137.129
Variación [\$]	-	-\$190.350.006	-\$508.442.967	-\$345.100.292
Variación [%]	-	-2,57%	-6,88%	-4,67%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 4-9. Variación en recaudación. Demanda fija y variable.



Fuente: Elaboración propia.

4.6.2. Demanda del sistema

Los análisis realizados en los escenarios de estudio partieron del supuesto de que, independientemente de cualquier cambio en la tarifa, la cantidad y la forma de los viajes se mantendrían constantes. Sin embargo, en la realidad, un cambio en el precio de un bien afecta la cantidad demandada del mismo. Por lo tanto, después de haber evaluado la regresividad inmediata de la implementación de una tarifa plana, es crucial analizar los efectos que tendría sobre la demanda cada esquema tarifario propuesto.

La tabla 4-29 presenta la demanda en términos de la cantidad de pasajeros por día que utilizan el transporte público para cada escenario de estudio, junto con su variación absoluta y porcentual con respecto al escenario base.

Es importante señalar que este análisis, el cual se puede visualizar en el gráfico 4-10, se centra exclusivamente en los efectos de una tarifa plana en comparación con el escenario base.

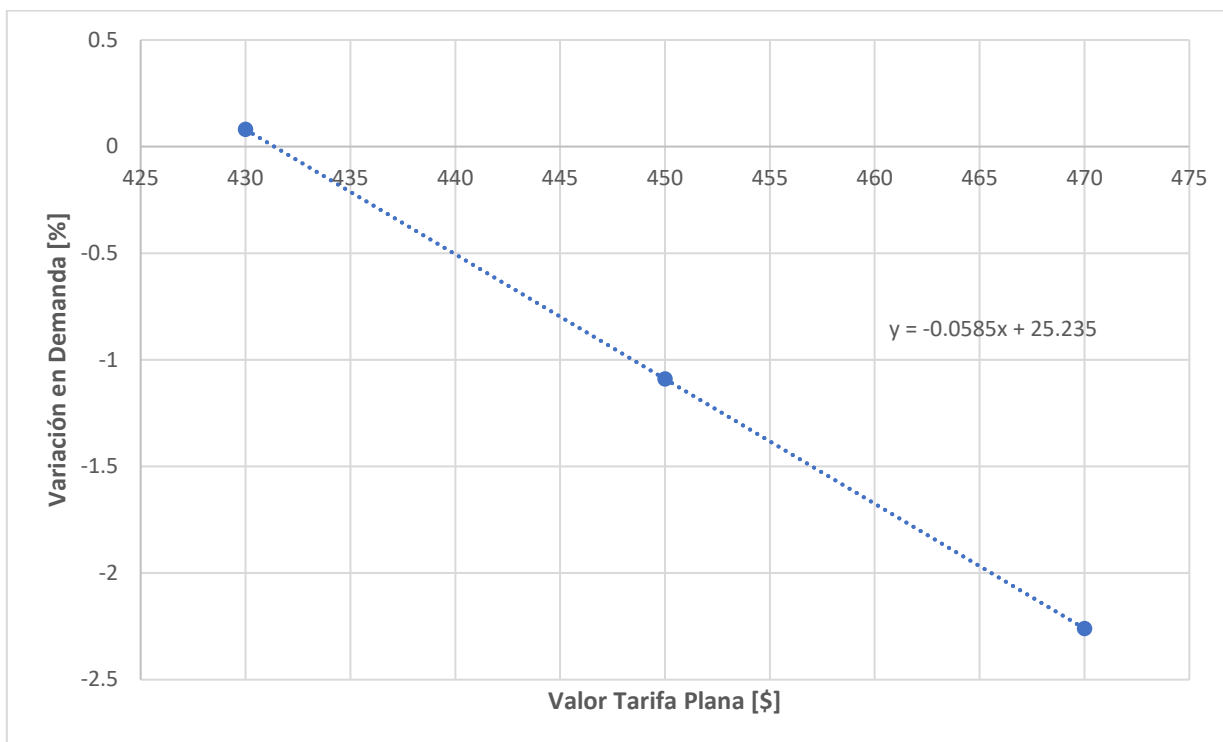
Es fundamental tener en cuenta que las elasticidades utilizadas se calcularon sin considerar una posible integración tarifaria con el Metro de Valparaíso, lo que implica que este efecto no se refleja en los valores obtenidos. Este aspecto no debe pasarse por alto, dado el potencial impacto que una integración tarifaria podría tener en la cantidad de usuarios y en su atracción hacia un sistema de transporte público integrado.

Tabla 4-29. Variación en la demanda del sistema. Todos los escenarios.

Demanda	Escenario Base	Escenario 1 (\$470)	Escenario 2 (\$430)	Escenario 3 (\$450)
Absoluta [Pax/Mes]	18,963,696	18.534,432	18.979.194	18,738,847
Variación [Pax]	-	-429,263	15.449	-206.476
Variación [%]	-	-2.26%	0.08%	-1.09%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 4-10. Variación en la demanda del sistema. Todos los escenarios.



Fuente: Elaboración propia.

4.6.3. Demanda en deciles

Los efectos distributivos en relación con el gasto en transporte público para los deciles de ingreso han sido detallados en los capítulos anteriores. En esta sección, se examinará el efecto de la transición a una tarifa plana en la demanda dentro de cada decil, siguiendo la metodología descrita en la sección 3.3.3.2.

Las comparaciones en la cantidad de viajes se realizarán con respecto al escenario base en cada uno de los escenarios de estudio. Entre las variaciones porcentuales, destaca que el decil 2 experimenta la mayor pérdida de usuarios en comparación con los demás deciles en todos los escenarios. Sin embargo, los resultados varían significativamente entre los distintos deciles.

En el escenario 1, después del decil 2, los deciles 1 y 3 muestran la mayor disminución porcentual, mientras que los deciles 8 y 9 tienen la menor variación.

En el escenario 2, los deciles 1 y 10 muestran la mayor fuga de pasajeros. En contraste, los deciles 5, 7 y 8 atraen la mayor cantidad de usuarios en este escenario.

Para el escenario 3, los deciles 7 y 9 experimentan la menor variación, ambos con un leve aumento en la demanda. Por otro lado, después del decil 2, los deciles 1 y 3 experimentan la mayor pérdida de usuarios, siendo el primero de estos, el más afectado.

La variación en la demanda por deciles fue calculada a partir de las elasticidades derivadas de las tablas 3-6 y 3-7, cuyos valores se encuentra en el anexo A3.

Los resultados detallados por decil para cada escenario de estudio se presentan en las tablas 4-30 hasta la 4-32.

Tabla 4-30. Variación en la demanda por deciles. Escenario 1.

Escenario 1				
Decil	Viajes TD	Viajes TP	Variación (Pax)	Variación (%)
1	229.357	216.340	-13.018	-5,68%
2	174.851	162.141	-12.710	-7,27%
3	196.387	190.504	-5.883	-3,00%
4	173.098	168.964	-4.134	-2,39%
5	160.972	158.684	-2.287	-1,42%
6	167.939	165.432	-2.508	-1,49%
7	136.125	135.133	-992	-0,73%
8	118.769	118.278	-492	-0,41%
9	96.150	95.729	-421	-0,44%
10	71.038	70.663	-375	-0,53%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4-31. Variación en la demanda por deciles. Escenario 2.

Escenario 2				
Decil	Viajes TD	Viajes TP	Variación (Pax)	Variación (%)
1	229.357	228.114	-1.243	-0,54%
2	174.851	169.052	-5.799	-3,32%
3	196.387	196.597	210	0,11%
4	173.098	173.587	488	0,28%
5	160.972	162.318	1.346	0,84%
6	167.939	168.656	717	0,43%
7	136.125	137.274	1.149	0,84%
8	118.769	119.851	1.082	0,91%
9	96.150	96.755	604	0,63%
10	71.038	70.971	-67	-0,09%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4-32. Variación en la demanda por deciles. Escenario 3.

Escenario 3				
Decil	Viajes TD	Viajes TP	Variación (Pax)	Variación (%)
1	229.357	222.227	-7.131	-3,11%
2	174.851	165.599	-9.252	-5,29%
3	196.387	193.553	-2.834	-1,44%
4	173.098	171.276	-1.823	-1,05%
5	160.972	160.502	-469	-0,29%
6	167.939	167.045	-895	-0,53%
7	136.125	136.205	79	0,06%
8	118.769	119.065	296	0,25%
9	96.150	96.243	93	0,10%
10	71.038	70.819	-219	-0,31%

Fuente: Elaboración propia.

4.6.4. Elasticidades

Los resultados obtenidos en esta sección de demanda variable han posibilitado la estimación de dos elasticidades, las cuales esperamos proporcionen una primera visión en caso de que se busque implementar una tarifa plana en el Gran Valparaíso.

4.6.4.1. Elasticidad del sistema

El primer resultado se refiere a la elasticidad precio de la demanda, la cual representa cómo varía la demanda en respuesta a cambios en los diferentes esquemas tarifarios de tarifa plana analizados. Esta elasticidad proporciona un marco de referencia para futuras implementaciones, la cual para esta investigación tiene un valor de -0.257.

Es importante considerar que los viajes analizados corresponden a tarifas adultas y, según las características de la Encuesta Origen-Destino del Hogar (EODH), están mayormente relacionados con viajes de trabajo, los cuales son obligatorios y tienen una baja elasticidad tanto en cuanto al viaje mismo como a la franja horaria en que se realizan. Por lo que un valor inelástico de la demanda para esta elasticidad es esperable por el contexto recién mencionado. Cabe mencionar que el cálculo de esta elasticidad se hizo a partir de la expansión de los viajes a nivel mensual (pasajeros/mes).

Por lo que se puede explicar el valor promedio de la elasticidad, que indica que un aumento del 1% en el precio produciría una reducción del 0,257% en la demanda. Por lo tanto, como se explicaba anteriormente, estamos frente a una demanda muy inelástica y poco sensible a las variaciones de precio en el contexto de la tarifa plana.

4.6.4.2. Elasticidades por decil

Como parte de los análisis distributivos de este estudio, se lograron estimar las elasticidades precio de la demanda para cada uno de los deciles, utilizando la metodología expuesta en las secciones 3.3.3.2 y 3.3.3.3. Estas elasticidades tienen como objetivo proporcionar un contexto del comportamiento que tendría cada decil ante los diferentes esquemas tarifarios presentados. De esta manera, se pueden prever los efectos que tendrían los distintos esquemas tarifarios en los diferentes estratos socioeconómicos de la población. Las elasticidades utilizadas por decil para el cálculo de la variación de la demanda se ejemplifican en la tabla 3-8, mientras que todos los valores se encuentran en el anexo A3.

Como se observa en los valores de la tabla 4-33, las elasticidades de la demanda para cada decil muestran que la demanda es más elástica para los deciles de menores ingresos, dentro de su propia inelasticidad. Este valor se vuelve progresivamente más inelástico a medida que se avanza en los deciles, alcanzando una demanda casi completamente inelástica en los deciles más altos.

Este resultado, donde la demanda se vuelve cada vez más inelástica, es coherente con el modelo utilizado, según las elasticidades presentadas en las tablas 3-6 y 3-7. Dichas elasticidades son de tipo costo/ingreso, por lo que fue necesario realizar el ajuste descrito en la metodología para adaptarlas a los deciles de ingreso, dado que en este trabajo se analizó únicamente el efecto del costo al variar la tarifa plana, excluyendo el efecto del ingreso de los hogares. Sin embargo, para efectos de este análisis por decil, fue necesario incorporar el componente de ingreso de los hogares.

Las elasticidades, como se presentan en la ilustración 4-17, siguen una tendencia logarítmica, en la cual el decil 10 es el que menos se ajusta a esta tendencia. Esto podría explicarse por el amplio intervalo de ingresos en comparación con los demás deciles, como se muestra en la tabla 4-4, generando una diferencia clara con los otros deciles.

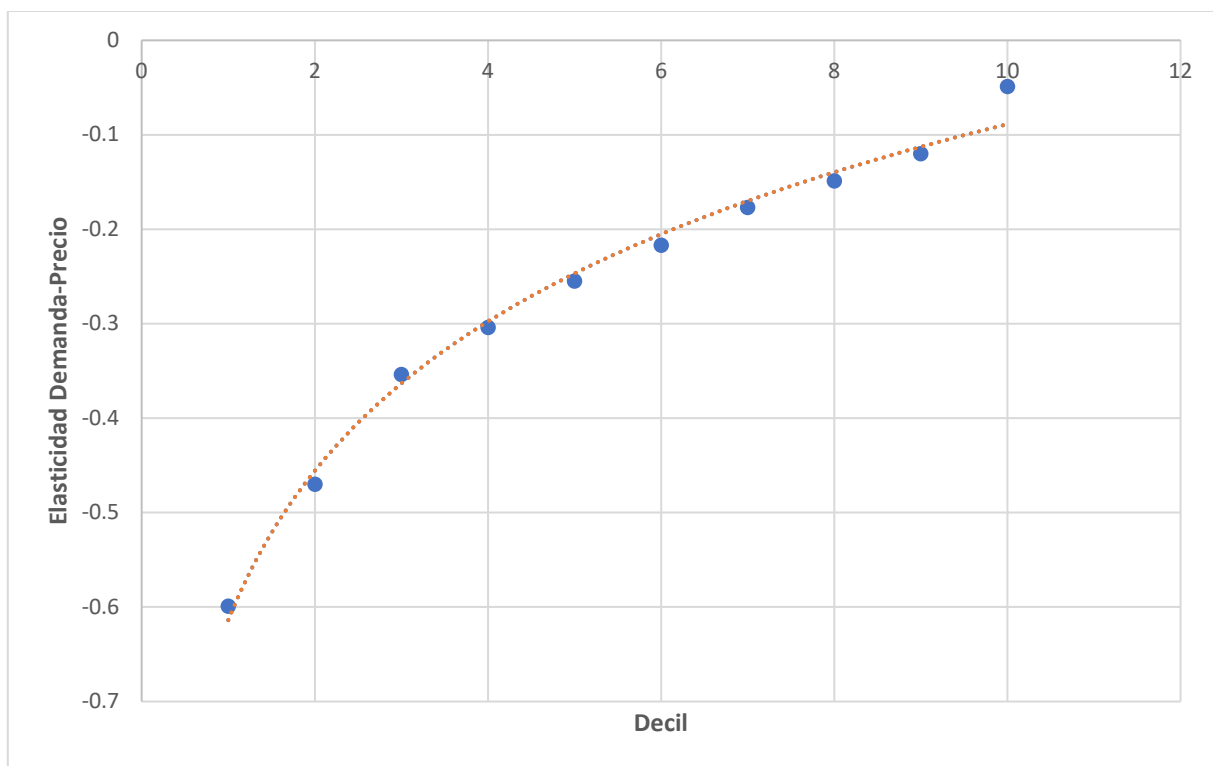
Al comparar los deciles con la elasticidad general del sistema (-0.257), se observa que el decil 1 reporta un valor aproximadamente 2.3 veces mayor que la elasticidad general. El valor del decil 2 es aproximadamente 1.8 veces mayor, mientras que el decil 5 presenta un valor muy similar al de la elasticidad general del sistema. Finalmente, el decil 10 tiene una elasticidad aproximadamente 0.19 veces menor que la del sistema, mostrando una baja sensibilidad a los cambios de precio debido a la poca incidencia que tienen las tarifas planas en relación con los ingresos percibidos por los hogares de este decil.

Tabla 4-33. Elasticidad Demanda-Precio. Todos los deciles.

Decil	Elasticidad Promedio
1	-0,599
2	-0,470
3	-0,354
4	-0,304
5	-0,255
6	-0,217
7	-0,177
8	-0,149
9	-0,120
10	-0,049

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 4-17. Elasticidades Demanda-Precio. Todos los deciles.



Capítulo 5: Conclusiones

La tarea de decidir el tipo de esquema tarifario más apropiado para una zona supone el análisis de una gran cantidad de variables. Como hemos visto a lo largo de este trabajo, cada lugar debe ser estudiado de manera individual, no existen reglas o parámetros generales que indiquen qué decisiones se deberían tomar para que el esquema tarifario, o combinaciones de estos, sea el que mejor se acomode a las necesidades de la zona. Este problema se complejiza aún más cuando se es consciente de las implicancias que podría llegar a tener en la población el elegir un camino por sobre otro.

Es debido a esta complejidad que la posibilidad de realizar este trabajo tiene una gran importancia. Los aportes entregados a lo largo del trabajo poseen un gran valor que se manifiesta en distintas dimensiones. El aporte de un análisis que en la literatura relacionada a la tarificación de transporte público y sus efectos directos sobre la población es bastante escasa, con la mayoría de estudios centrados en Estados Unidos y algunas ciudades de Europa, el agregar otro estudio proveniente de Chile que se suma al trabajo realizado en Santiago por Tiznado et al. (2020) va creando un contexto donde es posible tener una visión preliminar sobre la población, el uso del transporte público, el sistema que lo provee y cómo estos elementos se interrelacionan entre sí.

El entregar información concreta sobre los efectos que tendría el cambiar un esquema tarifario en una conurbación de tantos usuarios como lo es el Gran Valparaíso, fue el principal motor y el espíritu de plasmar en un trabajo la sensación de pertenencia y de deseo que todo usuario del transporte público no vea reducida su calidad de vida al ser afectado por las políticas públicas decididas.

De manera más concreta, los habitantes del Gran Valparaíso de menores ingresos realizan más viajes en transporte público, viajan en promedio una menor distancia y debido a esto son los que más utilizan la tarifa más barata (tarifa local). Es por esto que la implementación de una tarifa plana sería regresiva para el 20% más pobre de la población. Por lo tanto, se concluye que la única forma de que un esquema de tarifa plana no afecte negativamente a la población más vulnerable es estableciendo una tarifa general menor a la encontrada con recaudación constante, o bien entregando subsidios focalizados en los primeros deciles de ingreso. Por ejemplo, con una tarifa general de \$430 (CLP) en lugar de \$470 (CLP), se obtiene que todos los deciles de ingreso ganan (en promedio), pero la recaudación baja en aproximadamente 546 millones de pesos, lo que se debe inyectar como subsidio al sistema.

Esto nos indica que la estructura tarifaria del Gran Valparaíso responde al uso que se le ha ido dando al suelo en la extensión de su desarrollo como conurbación. Es difícil saber si fue el precio de la movilización lo que influyó en cómo se asentaron en la ciudad, o si la ubicación espacial de las familias dio paso a un esquema tarifario por distancias. Lo que sí dejan en evidencia los resultados encontrados es la regresividad de una tarifa plana única.

Estos efectos encontrados siguen demostrando que cada zona tiene sus particularidades y debe ser analizada de manera única, sería un profundo error trasladar resultados como los de Santiago o los encontrados en Estocolmo (Rubensson et al., 2009), así como cualquier otros.

Por lo que el análisis se debe hacer de manera concreta y lo más acabado posible antes de tomar decisiones que afecten de manera directa a la población.

Por otro lado, una de las limitaciones del estudio que se debe tener en cuenta al interpretar los resultados es que la integración tarifaria con Metro Valparaíso no es posible cuantificarla del todo debido a que las elasticidades entregadas por el estudio asociado a la EODH (Secretaría de Transportes (SECTRA), 2017) lo hacen a partir de la situación actual, donde el sistema de transporte del Gran Valparaíso no permite los transbordos entre modos, y el Metro Valparaíso se basa en una tarifa por tramos. Por lo que el efecto de incluir al Metro Valparaíso en un esquema tarifario integrado está subestimado en este análisis y no debe ser desestimado a la hora de estudiar un cambio en el esquema actual del Gran Valparaíso.

Otra limitación de este análisis es que no contempla el cambio en la calidad de servicio de los buses. Si la implementación de un esquema tarifario alternativo viene con un cambio en el estándar de viaje entregado por los buses ya sea en tiempo, espacio, comodidad o frecuencia, no sería posible estimar con la información usada cómo estos cambios afectarían a la población. Además, el cambio de modo desde el automóvil en los hogares donde este esté disponible (efecto sustitución).

Con respecto a la regresividad de la tarifa plana, una manera de sopesar esta podría encontrar asidero directo en los mismos esquemas tarifarios que se pudiesen implementar. La opción de entregar subsidios directos a través de tarjetas inteligentes que realicen cobros diferenciados a los hogares que acrediten recibir una renta menor a cierto valor a través de tarjetas inteligentes. Podría ser una manera de ir progresivamente implementando una integración tarifaria. La integración, que indudablemente tendría un efecto en el uso del suelo de ser implementada, un ejemplo serían familias del 20% más pobre que tuviesen la oportunidad de vivir en un lugar de menor valor sin que su gasto en transporte se vea aumentado al estar más lejos de sus lugares de estudio o trabajo, tendrían mayor incentivo a concretarse en un escenario como el estudiado. Este ejemplo es uno de los tantos casos posibles que se puede dar en la transformación del uso de la ciudad al cambiar los valores de la movilización dentro de esta.

Bibliografía

- Bandegani, M., & Akbarzadeh, M. (2016). Evaluation of Horizontal Equity under a Distance-Based Transit Fare Structure. In *Journal of Public Transportation* (Vol. 19, Issue 3).
- Basso, L. J., & Silva, H. E. (2014). Efficiency and substitutability of transit subsidies and other urban transport policies. *American Economic Journal: Economic Policy*, 6(4), 1–33. <https://doi.org/10.1257/pol.6.4.1>
- Batarce, M., & Mulley, C. (2016). Fare structures. In *Restructuring Public Transport through Bus Rapid Transit* (pp. 145–160). Policy Press.
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (n.d.). *Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (BCN)*. (s.f.). *Nuestro país: Región de Valparaíso*. [En línea]. <https://www.bcn.cl/Siit/Nuestropais/Region5> (BCN, s.f.).
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (2017). *Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (BCN)*. (2017). *Informes comunales*. [En línea]. https://www.bcn.cl/Siit/Reportescomunales/Comunas_v.html?Anno=2017&idcom=5103.
- Börjesson, M., Eliasson, J., & Rubensson, I. (2020). Distributional effects of public transport subsidies. *Journal of Transport Geography*, 84. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102674>
- Brown, A. E. (2018). Fair fares? How flat and variable fares affect transit equity in Los Angeles. *Case Studies on Transport Policy*, 6(4), 765–773. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2018.09.011>
- Bureau, B., & Glachant, M. (2011). Distributional effects of public transport policies in the Paris Region. *Transport Policy*, 18(5), 745–754. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2011.01.010>
- Farber, S., Bartholomew, K., Li, X., Páez, A., & Nurul Habib, K. M. (2014). Assessing social equity in distance based transit fares using a model of travel behavior. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 67, 291–303. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2014.07.013>
- Giuliano, G. (1994). Equity and fairness considerations of congestion pricing. *Transportation Research Board Special Report*, 242.
- Iglesias, V., Giraldez, F., Tiznado-Aitken, I., & Muñoz, J. C. (2019). How uneven is the urban mobility playing field? Inequalities among socioeconomic groups in Santiago De Chile. *Transportation Research Record*, 2673(11), 59–70.

- Instituto Nacional de Estadísticas (INE). (n.d.). *Instituto Nacional de Estadísticas (INE). (s.f.). Proyecciones de población. [En línea].* <https://www.ine.gob.cl/estadisticas/sociales/demografia-y-vitales/proyecciones-de-poblacion>.
- Matas, A., Raymond, J. L., & Ruiz, A. (2020). Economic and distributional effects of different fare schemes: Evidence from the Metropolitan Region of Barcelona. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 138, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.05.014>
- Metro de Santiago. (n.d.). *Metro de Santiago. (s.f.). Horarios y tarifas. [En línea].* <https://www.metro.cl/el-viaje/horarios-y-tarifas>.
- Ministerio de Desarrollo Social y Familia. (n.d.). *Ministerio de Desarrollo Social y Familia. (s.f.).* <https://datasocial.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/portaldatasocial/glosario>.
- Ministerio de Desarrollo Social y Familia. (2023). *Ministerio de Desarrollo Social y Familia. (Enero, 2023). Preguntas frecuentes. [En línea].* <http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/preguntas-frecuentes#:~:Text=La%20medici%C3%B3n%20de%20pobreza%20por,Bienes%20alimentarios%20y%20no%20alimentarios>.
- Nuworsoo, C., Golub, A., & Deakin, E. (2009). Analyzing equity impacts of transit fare changes: Case study of Alameda-Contra Costa Transit, California. *Evaluation and Program Planning*, 32(4), 360–368. <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2009.06.009>
- Observatorio Social. (n.d.). *Observatorio Social. (s.f.). Encuesta CASEN. [En línea].* <https://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/encuesta-casen>.
- Rubensson, I., Susilo, Y., & Cats, O. (2020). Is flat fare fair? Equity impact of fare scheme change. *Transport Policy*, 91, 48–58. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.03.013>
- Secretaría de Transportes (SECTRA). (n.d.). *Secretaría de Transportes (SECTRA). (s.f.). Metodologías de estudio. [En línea].* <https://www.sectra.gob.cl/metodologias/mespe.htm>.
- Secretaría de Transportes (SECTRA). (2017). *SECTRA (2017), Encuesta de Origen y Destino de Viajes del Gran Valparaíso 2014-2015.* <https://datos.gob.cl/dataset/eod-valpo-2014>.
- Taylor, B. D. (2004). The geography of urban transportation finance. *The Geography of Urban Transportation*, 3, 294–331.
- Tiznado-Aitken, I., Muñoz, J. C., & Hurtubia, R. (2020). Who gains in a distance-based public transport fare scheme? Accessibility, urban form, and equity implications in Santiago, Chile. In *Urban Form and Accessibility: Social, Economic, and Environment Impacts* (pp. 265–288). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819822-3.00011-0>

United Nations Development Programme (UNDP). (n.d.). *United Nations Development Programme (UNDP). (s.f.). Precarious residents.* <https://Hdr.Undp.Org/Content/Precarious-Residents>.

Verbich, D., & El-Geneidy, A. (2017). Public transit fare structure and social vulnerability in Montreal, Canada. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 96, 43–53. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.12.003>

Anexo A

A.1. Recorridos de buses y su esquema tarifario. Gran Valparaíso.

Tabla 5-1. Servicios y tarifas. Unidad de negocio 1.

Circuito	Nombre Servicio	Origen / Destino	Tarifa Di-recta	Tarifa Local	Tarifa Cerro-Plan
101	Belloto Norte - Aduana	Villa Alemana/Valparaíso	650	320	No aplica
102	Huanhuali - Aduana	Villa Alemana/Valparaíso	650	320	No aplica
103	Peumo - Aduana	Villa Alemana/Valparaíso	650	320	No aplica
104	Cumming - Aduana	Quilpué/Valparaíso	650	320	No aplica
105	Colón - Pza. Victoria	Villa Alemana/Valparaíso	650	320	No aplica
106	Ojos de agua - Playa ancha	Villa Alemana/Valparaíso	650	320	No aplica
107	Troncos viejos - Las rosas- Playa ancha	Villa Alemana/Valparaíso	650	320	No aplica
108	Mena - Aduana	Quilpué/Valparaíso	650	320	No aplica
109	Parad. 11 Villa Alemana - Playa ancha	Villa Alemana/Valparaíso	650	320	No aplica
110	Cien águilas - Aduana	Villa Alemana/Valparaíso	650	320	No aplica
111	Hospital - Peyronet - Playa ancha	Quilpué/Valparaíso	650	320	No aplica
112	Colinas de oro - Los pinos - Playa ancha	Quilpué/Valparaíso	650	320	No aplica
113	Belloto 2000 - Playa ancha	Villa Alemana/Valparaíso	650	320	No aplica
114	Vega - Aduana	Villa Alemana/Valparaíso	650	320	No aplica
115	Belloto sur - Playa ancha	Quilpué/Valparaíso	650	320	No aplica
116	Huanhuali - Villa Alemana	Villa Alemana Local	270	270	No aplica
117	Bruselas - Quilpué	Quilpué/Valparaíso	320	320	No aplica
119	Troncos viejos - Pompeya	Villa Alemana Local	320	320	No aplica
120	San José - Villa Alemana	Villa Alemana Local	320	320	No aplica
121	Villa Alemana - Chacao	Villa Alemana/Viña del Mar	320	320	No aplica
122	Belloto norte - Los pinos	Villa Alemana/Quilpué	320	320	No aplica
125	Hospital - Belloto norte	Villa Alemana Local	320	320	No aplica
126	Retiro - El sol	Quilpué Local	320	320	No aplica

Fuente: SECTRA (2017).

Tabla 5-2. Servicios y tarifas. Unidad de negocio 2.

Circuito	Nombre Servicio	Origen / Destino	Tarifa Directa	Tarifa Local	Tarifa Cerro-Plan
201	Reñaca - Aduana	Viña del Mar/Valparaíso	460	320	380
202	Glorias Navales - Aduana	Viña del Mar/Valparaíso	460	320	380
203	El salto - Aduana	Viña del Mar/Valparaíso	460	320	380
204	Forestal - Aduana	Viña del Mar/Valparaíso	460	320	380
205	Villa independencia - Aduana	Viña del Mar/Valparaíso	460	320	380
207	Santa Julia - Plaza aduana	Viña del Mar/Valparaíso	460	320	380
208	Miraflores - Esperanza	Viña del Mar/Valparaíso	460	320	380
209	Miraflores - Plaza Victoria	Viña del Mar/Valparaíso	460	320	380
210	Miraflores - Plaza Victoria	Viña del Mar/Valparaíso	460	320	380
211	Santa Inés - Aduana	Viña del Mar/Valparaíso	460	320	380
212	Santa julia - Aduana	Viña del Mar/Valparaíso	460	320	380
213	Santa Inés - Plaza Aduana	Viña del Mar/Valparaíso	460	320	380
214	Santa Julia - Aduana	Viña del Mar/Valparaíso	460	320	380
215	Gómez Carreño - Cerro Toro	Viña del Mar/Valparaíso	460	320	380
216	Gómez Carreño - Mesina	Viña del Mar/Valparaíso	460	320	380

Fuente: SECTRA (2017).

Tabla 5-3. Servicios y tarifas. Unidad de negocio 3.

Circuito	Nombre Servicio	Origen / Destino	Tarifa Directa	Tarifa Local	Tarifa Cerro-Plan
301	Peñablanca- Jardín del mar	Villa Alemana/Viña del Mar	650	320	380
302	Marga Marga- Concón	Villa Alemana/Concón	650	320	380
303	Peñablanca - Concón	Villa Alemana/Concón	650	320	380
304	Peñablanca - Gómez Carreño	Villa Alemana/Viña del Mar	650	320	380
305	Peñablanca - Puente colmo	Villa Alemana/Concón	650	320	380
306	Peñablanca - Clínica Reñaca	Villa Alemana/Viña del Mar	650	320	380
307	Troncos viejos - Concón	Villa Alemana/Concón	650	320	380
308	Peñablanca - Miraflores	Villa Alemana/Viña del Mar	650	320	380
309	Peñablanca - Placilla	Villa Alemana/Valparaíso	650	320	380

Fuente: SECTRA (2017).

Tabla 5-4. Servicios y tarifas. Unidad de negocio 4.

Circuito	Nombre Servicio	Origen / Destino	Tarifa Directa	Tarifa Local	Tarifa Cerro-Plan
401	Santa Julia - Placeres	Viña del Mar/Valparaíso	380	320	380
402	Concón - Placilla - Curauma	Concón/valparaíso	380	320	380
403	El olivar - Las Palmas	Viña del Mar/Valparaíso	380	320	380
404	Forestal - Gómez Carreño - Reñaca	Viña del Mar/Viña del Mar	380	320	380
405	Reñaca - Santa Inés- Reñana	Viña del Mar/Viña del Mar	380	320	380
406	Glorias Navales - Placilla - Peñuelas	Viña del Mar/Valparaíso	580	320	460
407	Glorias Navales - Las palmas - Los placeres	Viña del Mar/Valparaíso	380	320	380
409	Chorrillos - Tranque sur - Puerto Montt	Viña del Mar/Viña del Mar	380	320	380
410	Reña alto - Villa linda - Los placeres	Viña del Mar/Valparaíso	380	320	380
411	Reñaca alto - Viña del Mar alto - Los placeres	Viña del Mar/Valparaíso	380	320	380
412	Villa Rukán - Forestal - Villa Rukán	Viña del Mar/Viña del Mar	380	320	380

Fuente: SECTRA (2017).

Tabla 5-5. Servicios y tarifas. Unidad de negocio 5.

Circuito	Nombre Servicio	Origen / Destino	Tarifa Directa	Tarifa Local	Tarifa Cerro-Plan
501	Placeres - 6to Sector	Valparaíso Local	380	270	380
503	Placeres - Aduana	Valparaíso Local	380	270	380
504	Recreo - 2do Sector	Valparaíso Local	380	270	380
505	Esperanza - Marina mercante	Valparaíso Local	380	270	380
506	Polanco - Playa ancha	Valparaíso Local	380	270	380
507	Rodelillo - Playa ancha	Valparaíso Local	380	270	380
508	Las lomas - Playa ancha	Valparaíso Local	380	270	380
509	Barón - Viña del Mar	Valparaíso/Viña del Mar	460	270	380
510	Placeres - Porvenir	Valparaíso Local	380	270	380
511	Ramadita - Cementerio	Valparaíso Local	380	270	380
512	Cuesta colorada - San Luis	Valparaíso Local	380	270	380
513	El vergel - Cordillera	Valparaíso Local	380	270	380
514	Cerro alegre - Portales	Valparaíso Local	380	270	380
515	Cerro alegre - La cantera	Valparaíso Local	380	270	380
516	Ecuador - La bala	Valparaíso Local	380	270	380
517	Latorre - Av. Argentina	Valparaíso Local	380	270	380
518	Playa ancha - Las lomas - Barón	Valparaíso Local	380	270	380
519	Ecuador - Cerro Yungay	Valparaíso Local	380	270	380
520	Laguna verde - Av. Argentina	Valparaíso Local	520	270	380
522	Playa ancha - La planchada	Valparaíso Local	380	270	380

Fuente: SECTRA (2017).

Tabla 5-6. Servicios y tarifas. Unidad de negocio 6.

Circuito	Nombre Servicio	Origen / Destino	Tarifa Directa	Tarifa Local	Tarifa Cerro-Plan
601	Playa ancha - Rotonda Concón	Valparaíso/Concón	490	340	410
602	Playa ancha - Concón - Isla Villa primavera	Valparaíso/Concón	490	340	410
603	Gómez Carreño - Montedónico	Viña del Mar/Valparaíso	490	340	410
604	Placeres - Gómez Carreño - Placeres	Viña del Mar/Valparaíso	490	340	410
605	Playa ancha - Concón	Valparaíso/Concón	490	340	410
606	Playa ancha - Gómez Carreño	Valparaíso/Viña del Mar	490	340	410
607	Playa ancha - Reñaca	Valparaíso/Viña del Mar	490	340	410
608	Puente colmo - Aduana	Concón/Valparaíso	490	340	410
609	Vista hermosa - Sector colmo - Vista hermosa	Concón/Valparaíso	490	340	410
610	El olivar - Playa ancha	Viña del Mar/Valparaíso	490	340	410
611	El olivar - Montedónico	Viña del Mar/Valparaíso	490	340	410
612	Playa ancha - Limonares	Valparaíso/Viña del Mar	490	290	340

Fuente: SECTRA (2017).

Tabla 5-7. Servicios y tarifas. Unidad de negocio 7.

Circuito	Nombre Servicio	Origen / Destino	Tarifa Directa	Tarifa Local	Tarifa Cerro-Plan
701	Cordillera - Chiletra	Valparaíso Local	380	270	380
702	Cementerio playa ancha - Rocuant	Valparaíso Local	380	270	380
703	San Roque - Playa ancha - Santa Marta	Valparaíso Local	380	270	380
704	San Roque - Libertad - 15 Norte	Valparaíso/Viña del Mar	460	270	380
705	Explanada - Sanatorio - Ibsen	Valparaíso Local	380	270	380
706	Camino antiguo Stgo - G. Bretaña - Cementerio	Valparaíso Local	380	270	380
707	Explanada - Sanatorio - Ibsen	Valparaíso Local	380	270	380
708	San Roque - Parque los Ingleses - Aduana	Valparaíso Local	380	270	380

Fuente: SECTRA (2017).

Tabla 5-8. Servicios y tarifas. Unidad de negocio 9.

Circuito	Nombre Servicio	Origen / Destino	Tarifa Directa	Tarifa Local	Tarifa Cerro-Plan
901	Valparaíso - Placilla	Valparaíso Local	470	240	370
902	Valparaíso - Placilla	Valparaíso Local	470	240	370

Fuente: SECTRA (2017).

Tabla 5-9. Servicios y tarifas. Unidad de negocio 10.

Circuito	Nombre Servicio	Origen / Destino	Tarifa Directa	Tarifa Local	Tarifa Cerro-Plan
1	Universidad - Aduana	Valparaíso Local	470	240	370
2	Peñuelas - Aduana	Valparaíso Local	470	240	370

Fuente: SECTRA (2017).

A.2. Código gráfico de densidad.

```
# Cargar bibliotecas
library(ggplot2)
library(dplyr)

# Cargar el archivo CSV
datos <- read.csv("E:\\EOD Valparaíso\\Modificado\\Análisis tarifa - Escenario 1\\Deciles 1-2.csv")

# Seleccionar las columnas a graficar
columnas <- c("Decil_1TD", "Decil_1TP")
# Crear una lista con las densidades de cada columna
densidades <- lapply(columnas, function(col){
  density(datos[[col]])
})

# Convertir la lista en un data.frame
densidades_df <- bind_rows(lapply(seq_along(densidades), function(i){
  densidad <- densidades[[i]]
  data.frame(x=densidad$x, y=densidad$y, variable=columnas[i])
}))

# Encontrar el valor máximo en Y y su correspondiente en X
max_y <- densidades_df %>% group_by(variable) %>% filter(y == max(y))

# Crear el gráfico de densidades superpuestas con el área bajo las curvas
ggplot(densidades_df, aes(x=x, y=y, fill=variable)) +
  geom_area(color="black", alpha=0.5) + # Agregar el área bajo las curvas
  geom_point(data = max_y, aes(x = x, y = y, color = variable), size = 3) + # Resaltar el punto máximo
  geom_text(data = max_y, aes(label = paste("(", round(x), ")")), vjust = -0.5, size = 3) + # Etiquetar el valor en el
  eje X
  labs(title="Gasto Decil 1", x="Gasto [$]", y="Densidad") +
  scale_x_continuous(limits=c(0, 134640), labels = scales::comma_format(), breaks = seq(0, 134640, by = 25000))
+
  scale_y_continuous(limits=c(0, 3e-05)) +
  theme_bw() +
  theme(axis.text.x = element_text(face = "bold")) # Poner los valores del eje X en negrita
```

A.3. Elasticidades por decil de ingreso

Tabla 5-10. Elasticidades periodo 1.

Propósito Trabajo		
Modo	Decil	Elasticidad Costo/Ingreso
Bus	1	-0,310
	2	-0,197
	3	-0,154
	4	-0,128
	5	-0,108
	6	-0,092
	7	-0,078
	8	-0,064
	9	-0,048
	10	-0,022
Metro	1	-0,366
	2	-0,233
	3	-0,182
	4	-0,152
	5	-0,128
	6	-0,109
	7	-0,092
	8	-0,076
	9	-0,057
	10	-0,026
Bus-Metro	1	-0,390
	2	-0,247
	3	-0,194
	4	-0,161
	5	-0,136
	6	-0,116
	7	-0,098
	8	-0,081
	9	-0,060
	10	-0,028

Tabla 5-11. Elasticidades periodo 2.

Propósito Trabajo		
Modo	Decil	Elasticidad Costo/Ingreso
Bus	1	-0,235
	2	-0,149
	3	-0,117
	4	-0,097
	5	-0,082
	6	-0,070
	7	-0,059
	8	-0,049
	9	-0,036
	10	-0,017
Metro	1	-0,312
	2	-0,198
	3	-0,155
	4	-0,129
	5	-0,109
	6	-0,093
	7	-0,078
	8	-0,065
	9	-0,048
	10	-0,022
Bus-Metro	1	-0,462
	2	-0,293
	3	-0,230
	4	-0,191
	5	-0,162
	6	-0,137
	7	-0,116
	8	-0,096
	9	-0,071
	10	-0,033

Tabla 5-12. Elasticidades periodo 3.

Propósito Trabajo		
Modo	Decil	Elasticidad Costo/Ingreso
Bus	1	-0,632
	2	-0,401
	3	-0,314
	4	-0,262
	5	-0,221
	6	-0,188
	7	-0,159
	8	-0,131
	9	-0,098
	10	-0,045
Metro	1	-0,872
	2	-0,554
	3	-0,434
	4	-0,361
	5	-0,305
	6	-0,259
	7	-0,219
	8	-0,181
	9	-0,135
	10	-0,063
Bus-Metro	1	-0,823
	2	-0,523
	3	-0,409
	4	-0,341
	5	-0,288
	6	-0,245
	7	-0,207
	8	-0,171
	9	-0,127
	10	-0,059

Tabla 5-13. Elasticidades periodo 1.

Propósito Otros		
Modo	Decil	Elasticidad Costo/Ingreso
Bus	1	-1,525
	2	-0,968
	3	-0,759
	4	-0,632
	5	-0,533
	6	-0,454
	7	-0,383
	8	-0,316
	9	-0,236
	10	-0,109
Metro	1	-2,399
	2	-1,523
	3	-1,194
	4	-0,994
	5	-0,839
	6	-0,714
	7	-0,603
	8	-0,498
	9	-0,371
	10	-0,172
Bus-Metro	1	-2,198
	2	-1,396
	3	-1,094
	4	-0,911
	5	-0,769
	6	-0,654
	7	-0,552
	8	-0,456
	9	-0,340
	10	-0,158

Tabla 5-14. Elasticidades periodo 2.

Propósito Otros		
Modo	Decil	Elasticidad Costo/Ingreso
Bus	1	-1,295
	2	-0,822
	3	-0,644
	4	-0,537
	5	-0,453
	6	-0,385
	7	-0,325
	8	-0,269
	9	-0,200
	10	-0,093
Metro	1	-1,285
	2	-0,816
	3	-0,639
	4	-0,533
	5	-0,450
	6	-0,382
	7	-0,323
	8	-0,267
	9	-0,199
	10	-0,092
Bus-Metro	1	-2,198
	2	-1,396
	3	-1,094
	4	-0,911
	5	-0,769
	6	-0,654
	7	-0,552
	8	-0,456
	9	-0,340
	10	-0,158

Tabla 5-15. Elasticidades periodo 3.

Propósito Otros		
Modo	Decil	Elasticidad Costo/Ingreso
Bus	1	-1,233
	2	-0,783
	3	-0,614
	4	-0,511
	5	-0,431
	6	-0,367
	7	-0,310
	8	-0,256
	9	-0,191
	10	-0,088
Metro	1	-1,489
	2	-0,945
	3	-0,741
	4	-0,617
	5	-0,521
	6	-0,443
	7	-0,374
	8	-0,309
	9	-0,230
	10	-0,107
Bus-Metro	1	-1,834
	2	-1,165
	3	-0,913
	4	-0,760
	5	-0,642
	6	-0,546
	7	-0,461
	8	-0,381
	9	-0,284
	10	-0,131