UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA COMERCIAL

ANÁLISIS SOCIECONÓMICO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN LA FLOTA DE TAXIS DE LA REGIÓN METROPOLITANA.

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO COMERCIAL

AUTOR:

ESTEBAN IGNACIO LASTRA MOYA

PROFESOR GUÍA: HUGO OSORIO ZELADA

PROFESOR CORREFERENTE: FRANCISCO LAGOS PERALTA

21 DE OCTUBRE, 2019.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quisiera dedicar este trabajo a mis padres, quienes con su esfuerzo, tiempo y dedicación me han dado las oportunidades a lo largo de toda mi vida para lograr ser quien soy. Agradezco todo el apoyo brindado en tiempos difíciles y la confianza depositada en mí para obtener este título profesional.

A mis hermanos Leandro y Cristóbal, quienes han sido una fuente de inspiración para seguir adelante y motivarme a alcanzar mis metas y objetivos propuestos en esta etapa universitaria.

A mis compañeros que conocí en esta larga etapa universitaria de Plan Común, Obras Civiles e Ingeniería Comercial, por ser parte de todas las experiencias que viví en este proceso, por los buenos momentos y porque estas amistades perduren durante el tiempo.

A mis amigos del colegio, por seguir presente en mi vida, a pesar de los diferentes caminos que hemos tomado y por mantener esta amistad por casi 20 años.

A mi profesor guía Hugo Osorio, y profesor correferente Francisco Lagos por orientarme durante este periodo de realización de la memoria, por permitirme desarrollar este tema que es de mi interés, y por su colaboración y buena disposición.

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente trabajo se realiza una evaluación social del impacto que tendría para el estado el cambio de la flota de taxis de la Región Metropolitana en función de las nuevas tecnologías, la electromovilidad.

En pleno siglo XXI nos vemos obligados a tener cambios conductuales para poder sobrellevar el cambio climático que está afectando a toda la población mundial.

Son muchos los países del mundo que son conscientes de esta problemática y han ratificado según el Acuerdo de Paris, a reducir sus emisiones de CO2, y de esta manera, limitar el aumento de la temperatura a 2 °C respecto a los niveles preindustriales hacia fin de siglo y proseguir los esfuerzos para que éste no supere 1,5 °C reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático. (Naciones Unidas, 2015)

El sector de transporte representa un 20% de las emisiones de CO2 a nivel mundial y es por esto que se hace hincapié en disminuir las emanaciones con la utilización de vehículos eléctricos adaptándose al uso de nuevas tecnologías.

Por su parte, en Chile, un tercio del consumo energético final corresponde al sector de transporte, y de esta fracción, el 98% corresponde a derivados del petróleo (Ministerio de Energía, 2018).

Es de conocimiento general que los vehículos encargados del transporte público y colectivo están en circulación durante gran parte del día, y su participación en la contaminación de la ciudad de Santiago podría disminuir en su totalidad si fuesen vehículos eléctricos.

En la actualidad, se ha tomado medidas bajo el nuevo estándar de transporte público en la capital con la Red Metropolitana de Movilidad (RED), y con la integración de 200 buses eléctricos y 490 buses con la normativa Euro VI.

Los taxis, vehículos que prestan un servicio público en el transporte, utilizan en su mayoría motores impulsados por combustibles fósiles, generando mayor contaminación que otro vehículo particular.

¿Qué beneficios traería a la sociedad si los taxis fuesen vehículos eléctricos? ¿Está la ciudad preparada para la circulación de este tipo de vehículos? ¿Cuál es el impacto social y económico de adoptar una medida como esta? ¿Cuál debe ser el subsidio para incentivar la compra de estos vehículos?

1 INDICE

AGRADECIMIENTOS 2
RESUMEN EJECUTIVO 3
1 INDICE 4
2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 7
3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 7
4 MARCO TEÓRICO 8
4.1 Antecedentes 8
4.1.1 Electromovilidad en el Mundo 8
4.2 Parque Automotriz 11
4.2.1 Parque Automotriz en la Región Metropolitana 11
4.3 Taxis 13
4.4 Congestión Vehicular en la Región Metropolitana 13
4.5 Transporte Público Metropolitano 15
4.5.1 Paraderos del Transantiago 16
4.5.2 Tecnología en la modalidad de Pago 17
4.6 Normativa Euro VI 17
4.7 Vehículos eléctricos 19
4.7.1 Vehículos 100% batería 19
4.7.2 Vehículos híbridos enchufables 19
4.7.3 Vehículos de Hidrógeno con Celda de combustible 20
4.8 Electrolineras 22
4.9 Contaminación Ambiental 23
4.10 Emisiones Vehículos Convencionales 26
4.10.1 CO2 26
4.10.2 Material Particulado Fino 27
4.11 Índice de Calidad del Aire 33
4.12 Sustentabilidad 35
4.13 Sostenibilidad 35
4.14 Reciclaje de Componentes de los Vehículos 36

4.15 Baterías eléctricas y el Litio 37
4.16 Contaminación Acústica 38
4.17 Vehículos menores eléctricos 41
4.18 Ley de Convivencia de Modos 42
4.19 Taxis 43
4.19.1 Requerimientos 44
4.19.2 Modelos de taxis 44
4.19.3 Emisiones de CO2 por modelo de vehículo 45
4.20 Precios del combustible 46
4.20.1 Impuestos al combustible 47
4.21 Nuevas Tecnologías en el Transporte 48
5 METODOLOGÍA 50
5.1.1 Emisiones de Aire del Transporte en Ruta 50
6 PROYECTO 51
6.1.1 Situación con proyecto 51
6.1.2 Situación sin proyecto 51
7 DESARROLLO 51
7.1 Alcance 51
7.2 Estudio Técnico 52
7.2.1 Autonomía 52
7.2.2 Electrolineras 53
7.3 Estudio de Mercado 54
7.3.1 Participación de Mercado 54
7.3.2 Percepción de los usuarios 56
7.3.3 Transporte verde 58
7.4 Estudio Ambiental 59
7.4.1 Ahorro de CO2 60
7.4.2 Disminución del Material Particulado 61
7.5 Propuesta 62
7.5.1 Emisiones por tipo de taxi 62
7.5.2 Taxis Ejecutivos y Taxis de Turismo 62
7.5.3 Tasa de Reemplazo de Taxis 63
7.5.4 Precio Social CO2 65

7.5.5 Inversión Pública 66
7.6 Estudio Económico 68
7.6.1 Flujo Económicos Estado 69
7.6.2 Flujo Económico Privado 75
7.6.3 Flujos Económicos Social 78
7.6.4 Conclusiones del Estudio Económico 80
7.7 Tecnología ..... **¡Error! Marcador no definido.**
8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 82
9 BIBLIOGRAFÍA 84
10 ÍNDICE DE TABLAS 91
11 ANEXOS 94

2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Analizar los beneficios y costos socioeconómicos que tendría para la población de la Región Metropolitana el recambio de la flota de taxis a vehículos eléctricos, mediante metodologías publicadas por el Ministerio de Desarrollo Social.

3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Cuantificar los beneficios medioambientales que implicaría el recambio de taxis eléctricos en la Región Metropolitana.

- Analizar el impacto socioeconómico que tendría para el Estado y las personas de la Región Metropolitana el reemplazo de la flota de taxis a vehículos eléctricos.

- Cuantiticar el VAN social según la inversión realizada por el Estado para subsidiar la llegada de los taxis eléctricos.

- Determinar punto de equilibrio para que el proyecto resulte rentable, considerando un horizonte de evaluación fijado con los plazos propuestos por el Estado.

4 MARCO TEÓRICO

4.1 Antecedentes

La electromovilidad es un tema que en el último periodo ha tomado fuerza, puesto que los actuales sistemas de transporte público utilizan en su mayoría combustibles fósiles, los cuales han sido en gran parte responsables del cambio climático a nivel mundial.

Es por esto que surge la necesidad de ver otro tipo de fuentes de energía para el transporte, donde destacan los vehículos eléctricos, los cuales no contaminan al medioambiente, no generan contaminación acústica y mejoran la seguridad energética (Guy Edwards, Lisa Viscidi & Carlos Mojica, 2018).

Si bien es cierto, este tipo de vehículos tiene un alto costo inicial, este último valor se amortiza durante el tiempo debido a su bajo costo de operación, donde el cual puede llegar a ser hasta un 70% más económico que el combustible (Guy Edwards, Lisa Viscidi & Carlos Mojica, 2018).

Actualmente este tipo de movilidad se ha implementado en gran parte del mundo a nivel subterráneo, donde uno de los principales medios de transporte en las ciudades, el Metro, utiliza energía eléctrica para sus operaciones, también están los trenes de alta velocidad y los tranvías, sin embargo en el transporte de superficie aún hay un déficit considerable de transporte eléctrico, existiendo países precursores en este tipo de movilidad.

4.1.1 Electromovilidad en el Mundo

4.1.1.1 China

La venta de vehículos eléctricos en China es considerable, sin embargo la cuota de mercado sigue siendo baja, donde este tipo de autos representan un 1,2% del total de la flota en el país asiático (BBC Mundo, 2017).

Esta cifra ha aumentado conforme pasan los años, lo cual se debe a que se han implementado una serie de medidas que estimulan a que los usuarios de vehículos particulares prefieran este tipo de autos antes que los convencionales. Una de las medidas más exitosas es la de la “Lotería de matrículas”, en donde los residentes, antes de comprar un vehículo deben participar en un sorteo mensual para obtener la matrícula del vehículo, donde las posibilidades de obtenerla es menor a un 0,5% (Catalán, 2017).

Por otro lado, para adquirir vehículos eléctricos no existen este tipo de restricciones, en donde se proporcionan subsidios a los compradores, y a su vez, a la mejora tecnológica que los fabricantes de estos vehículos puedan realizar (Catalán, 2017).

Por su parte, en el transporte público, los buses eléctricos en China, representan el 17% de la flota del país, lo cual está haciendo ahorrar a las ciudades hasta 279.000 barriles de petróleo al día. Al año 2025 se estima que esta medida reducirá el consumo de petróleo un 0,5% anual en el país asiático (Bejerano, 2018).

4.1.1.2 Noruega

Noruega es actualmente el país que tiene mayor vehículos eléctricos en relación a su parque automotriz. Los autos eléctricos representaron el 39% de las ventas de automóviles nuevos en Noruega el año 2017 (Bernal N. G., 2019), cifra que ha aumentado conforme pasan los años.

En este país, la alta proporción de vehículos eléctricos ha sido estimulada desde hace casi 30 años (Flores, 2018) por una serie de incentivos económicos, donde no existe impuesto IVA para la compra de este tipo de vehículo, también se eliminaron los impuestos de uso en carretera y de inscripción. Adicionalmente, los vehículos eléctricos tienen pasajes gratuitos en las carreteras con peajes, acceso a las vías de transporte público, estacionamiento público gratuito, y pasajes gratuitos en ferries, sin embargo estos beneficios han ido disminuyendo gradualmente (Bernal N. G., 2019).

En una evaluación a los usuarios de vehículos eléctricos, se les consultó cuáles eran los beneficios de la movilidad eléctrica que consideraban más importantes, obteniendo como resultado que las 5 primeras características fueron incentivos monetarios. Asimismo, la Red de carga no es considerada tan importante, porque en general no las utilizan frecuentemente, ya que cargan el vehículo en casa o en el trabajo (Flores, 2018).

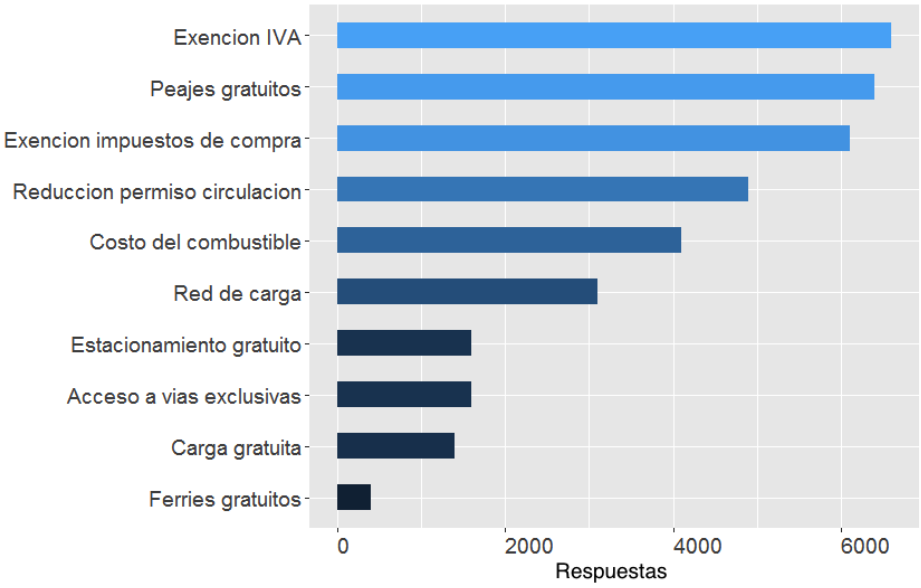


Gráfico 4. 1 Incentivos ofrecidos en Noruega evaluados por los usuarios de vehículos eléctricos.
Fuente: Lorentzenet (2017)

La Red de carga aparece como la sexta componente, sin embargo actualmente existen problemas con las largas colas que se forman en las estaciones de carga rápida para coches eléctricos, donde el 75% de los conductores asegura que suele haber colas en las estaciones de carga (Coches Electricos, 2019).

Para el año 2025, Noruega anunció que eliminarán la venta de vehículos diesel y gasolina, enfocándose 100% en los vehículos eléctricos (Plataforma de Electromovilidad, 2019).

4.1.1.3 Electromovilidad en Latinoamérica

Actualmente en Latinoamérica se están implementando medidas para que la electromovilidad llegue a las ciudades, sin embargo, existen muchas dificultades, ya que el alto costo inicial impide que cualquier usuario pueda acceder a la compra de estos vehículos.

Las ciudades tienen las condiciones más favorables para la adopción de vehículos eléctricos, debido a la alta concentración de autos y la alta disponibilidad de transporte público. Expandir el uso de estos vehículos es un componente crítico para avanzar en la agenda de transporte limpio. En Latinoamérica, las ciudades aumentarán considerablemente su demanda energética, donde los autos y autobuses eléctricos agregarán un 6% a la demanda mundial de electricidad para el 2040, pero antes de eso se requieren implementar los detalles técnicos, los cuales son abastecer las ciudades de electrolineras para toda la industria, y de capital humano que sepa del mantenimiento de este tipo de vehículos (Guy Edwards, Lisa Viscidi & Carlos Mojica, 2018).

4.1.1.4 Situación Actual en Chile

Actualmente la compra de los 200 buses eléctricos hizo de Santiago la segunda ciudad con mayor cantidad de buses eléctricos después de China en el mundo. Estas cifras no dejan de ser importantes, ya que otros países de Europa también han adoptado buses eléctricos, pero éstos están en diferentes ciudades a diferencia de Chile que todos se concentran en Santiago por tener mejor infraestructura y vías mejor preparadas para su circulación en comparación a otras regiones. Pero no sólo esto, sino que también se han adoptado medidas para los taxis eléctricos, los cuales, mediante licitaciones han aumentado su participación en el mercado, llegando a 60 en la Región Metropolitana (Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 2018).

Asimismo, en la V Región de Valparaíso se abrió un concurso para aumentar en 125 los taxis eléctricos, quienes tendrán como beneficio, no tener que pagar los permisos para iniciar su negocio como taxistas básicos. De la totalidad de estos taxis, 95 circularán por Viña del Mar y Valparaíso, y en San Antonio el restante.

A su vez, recientemente este año 2019 se han inaugurado 10 buses eléctricos en la comuna de Las Condes gratuitos, y la empresa privada de minería, AngloAmerican, empezó un plan piloto para transportar a sus trabajadores que trabajan en la planta Las Tórtolas en un bus eléctrico.

Hoy en día en nuestro país existe la Estrategia Nacional de Electromovilidad, la cual ha establecido la meta de reducir la demanda energética proyectada al año 2025 en un 20%. Esta estrategia ha sido desarrollada en conjunto, por los ministerios de Energía, Transporte y Telecomunicaciones, y Medio Ambiente, y tiene entre sus ejes estratégicos la regulación y estandarización tanto de los vehículos como de sus partes, consolidar el transporte público como motor de desarrollo, fomentar la investigación y desarrollo en capital humano con cantidad suficiente y debidamente capacitado para darle un impulso inicial al desarrollo de la electromovilidad (Ministerio de Energía, 2018).

4.2 Parque Automotriz

La cantidad de vehículos que circulan en el país es una cifra muy alta, donde el 90% del total de vehículos corresponde a vehículos de uso particular.

PARQUE AUTOMOTRIZ NIVEL PAÍS		
Tipo de Transporte	**Cantidad**	**%**
Transporte Particular y Otros	4,686,084	90.3%
Transporte Colectivo	200,059	3.9%
Transporte de Carga	304,561	5.9%
TOTAL	5,190,704	

Tabla 4. 1 Cantidad de Vehículos en Chile según Tipo de Transporte Fuente: INE, 2017

4.2.1 Parque Automotriz en la Región Metropolitana

La situación no es muy diferente en la Región Metropolitana, quien concentra cerca del 40% de todo el parque automotriz del país, llegando a una cifra total de 2.041.854 vehículos (INE, 2017), de los cuales, el principal tipo de transporte corresponden a vehículos particulares con un 92.2%, según las cifras del Parque Automotriz en la RM de vehículos en circulación el año 2017.

PARQUE AUTOMOTRIZ REGIÓN METROPOLITANA		
Tipo de Transporte	**Cantidad**	**%**
Transporte Particular y Otros	1,883,536	92.2%
Transporte Colectivo	71,542	3.5%
Transporte de Carga	86,776	4.2%
TOTAL	2,041,854	

Tabla 4. 2 Cantidad de Vehículos en la Región Metropolitana según Tipo de Transporte. Fuente: INE, 2017

En la Región Metropolitana, en segundo lugar, se encuentran los vehículos de transporte colectivo, cifra que incluye a los actuales buses urbanos e interurbanos, taxis, minibus, y vehículos para el transporte escolar y de trabajadores.

De los vehículos en circulación en la Región Metropolitana, predomina el uso de motores de combustión interna que utilizan bencina, siendo el principal con un 79,11%, seguido de los petroleros o diésel. Los vehículos a gas y eléctricos no superan el 1% al año 2017.

Región	Tipo de Motor			
	Bencinero	Diésel	Gas	Eléctrico
Región Metropolitana de Santiago	1,591,878	415,246	4,727	336
	79.11%	20.64%	0.23%	0.02%

Tabla. Número de Vehículos Motorizados por Tipo de motor en la Región Metropolitana. Fuente: INE, elaborado con datos provenientes de las bases de datos municipales. Año 2017

Los taxis concentran la mayor cantidad de participación dentro del transporte colectivo, lo cual incluye al taxi básico, taxi colectivo, y taxi de turismo. En conjunto llegan a ser el 59% del transporte colectivo sólo en la Región Metropolitana.

TRANSPORTE COLECTIVO REGIÓN METROPOLITANA		
Tipo de Vehículo	Cantidad	%
Taxi Básico	23,529	33%
Taxi Colectivo	14,152	20%
Taxi Turismo	4,119	6%
Buses Transporte Colectivo	14,164	20%
Minibus Transporte Colectivo	7,485	10%
Transporte Escolar y Trabajadores	8,093	11%

Tabla 4. 3 Cantidad de Vehículos de Transporte Colectivos en la Región Metropolitana según Tipo de Vehículos. Fuente: INE, 2017

El 76% de todos los vehículos de la Región Metropolitana se concentran en la provincia de Santiago, la cual incluye a 32 comunas, la cual es la zona mas urbanizada de la región y del país, situación que ocurre naturalmente, porque hacia los sectores alejados del centro de la capital disminuye la población, y por ende, la movilización.

TRANSPORTE COLECTIVO PROVINCIA SANTIAGO		
Tipo de Vehículo	Cantidad	%
Taxi Básico	21,156	41%
Taxi Colectivo	7,106	14%
Taxi Turismo	3,527	7%
Buses Transporte	9,895	19%
Minibus Transporte	5,004	10%
Transporte Escolar y Trabajadores	4,551	9%

Tabla 4. 4 Cantidad de Vehículos de Transporte Colectivos en la Provincia de Santiago según Tipo de Vehículos. Fuente: INE, 2017

4.3 Taxis

La cantidad de taxis que hay en el país son 104.350, lo cual incluye a los taxis básicos, colectivos y de turismo, y la mayoría se concentran en la Región Metropolitana con un 40% del total de taxis existentes en el país. En segundo lugar se encuentran la ciudad del Gran Valparaíso, seguido de la región del BioBío, Coquimbo, y la del Libertador Bernardo O'Higgins.

TAXIS NIVEL PAIS	
País	Cantidad
Chile	104,350

Tabla 4. 5 Cantidad de Vehículos de Taxis Colectivos en el país. Fuente: INE, 2017

TAXIS REGIÓN METROPOLITANA	
Región	Cantidad
REGIÓN METROPOLITANA	41,800
% DE TAXIS COLECTIVOS EN EL PAÍS	40%

Tabla 4. 6 Cantidad de Taxis en la Región Metropolitana. Fuente: INE, 2017

El año 1998 el congreso aprobó la ley N° 19.593 para congelar el parque automotriz de taxis, justificando esto para evitar congestión en las calles del país, sin embargo, erróneamente se creó una situación monopólica a favor de los taxistas, quienes durante este tiempo a la fecha venden los permisos de circulación hasta por 12 millones (Economía y Negocios, 2016).

En 18 años, el parque automotriz de taxis se ha abierto excepcionalmente sólo en dos oportunidades, dejando entrar a 250 taxis básicos cada vez, y en otra oportunidad para dejar entrar a 750 nuevos taxis ejecutivos. Aunque el Ministerio de Transportes ya no da más permisos para taxis, a través del decreto 80, la Seremi de Transportes ha entregado permiso a casi 15.000 vehículos para el transporte privado remunerado de pasajeros en vehículos motorizados, donde casi 10.000 son autorizados exclusivamente para turismo, y el restante para turismo y otros servicios privados (Economía y Negocios, 2016).

4.4 Congestión Vehicular en la Región Metropolitana

La Congestión vehicular es un problema que se da principalmente en las ciudades, y se inicia cuando la cantidad de automóviles es mayor que el espacio destinado a estos, lo cual retrasa el flujo vehicular. A primera vista, la mejor solución para esta problemática es mejorar y aumentar la infraestructura vial para aumentar la capacidad de las calles, pero estas medidas exacerban el problema, dado que incentivan y promueven el uso de automóvil particular aumentando aún más

el parque vehicular de la ciudad. Todas estas medidas generan gastos millonarios y no son la solución (Vi-e, 2018).

Actualmente, Santiago se posiciona como la 28° ciudad con más congestión a nivel mundial y como la sexta de Sudamérica, lo cual se traduce en que los tiempos de viaje aumentan en promedio un 40% comparado a una situación de flujo libre (Tomtom Trafic, 2017)

#	World rank	City	Country	Congestion level
1	2	**Bogota**	Colombia	**63%** ↑ 1%
2	3	**Lima**	Peru	**58%** ↑ 8%
3	10	**Recife**	Brazil	**49%** ↑ 2%
4	21	**Sao Paulo**	Brazil	**42%** – 0%
5	22	**Rio de Janeiro**	Brazil	**42%** ↑ 2%
6	28	**Santiago**	Chile	**40%** ↑ 1%
7	35	**Salvador**	Brazil	**38%** ↓ 3%
8	46	**Buenos Aires**	Argentina	**36%** ↑ 1%

Tabla 4. 7 Índice de Congestión Vehicular en Sudamérica. Fuente: TomTom. Año 2017

Este tiempo extra de viaje tiene un promedio de 49 minutos por día, es decir, 187 horas al año, acentuándose en los horarios peaks de la mañana y mas aún en los de la tarde durante los días de la semana, donde el tiempo de viaje se incrementa en un 74% y un 82% respectivamente (TomTom Traffic Index, 2016).

	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
12:00 AM	11%	3%	3%	4%	5%	6%	12%
	7%	3%	3%	1%	2%	3%	8%
02:00 AM	5%	4%	4%	1%	1%	1%	5%
	4%	1%	2%	0%	0%	1%	4%
04:00 AM	3%	0%	0%	0%	0%	0%	3%
	3%	0%	0%	0%	0%	0%	3%
06:00 AM	1%	14%	15%	14%	13%	14%	3%
	0%	60%	63%	61%	59%	57%	3%
08:00 AM	0%	74%	77%	75%	73%	71%	7%
	2%	42%	47%	47%	47%	47%	13%
10:00 AM	6%	30%	36%	37%	38%	39%	19%
	10%	31%	36%	37%	39%	41%	26%
12:00 PM	14%	33%	37%	40%	41%	46%	34%
	19%	33%	38%	41%	42%	51%	40%
02:00 PM	14%	26%	29%	33%	33%	46%	34%
	10%	29%	32%	34%	36%	46%	23%
04:00 PM	13%	34%	38%	39%	43%	59%	22%
	16%	46%	51%	53%	57%	78%	24%
06:00 PM	18%	74%	80%	84%	86%	85%	25%
	20%	65%	70%	76%	77%	67%	25%
08:00 PM	21%	33%	37%	42%	43%	45%	25%
	21%	20%	23%	26%	28%	34%	25%
10:00 PM	15%	13%	16%	18%	20%	26%	21%
	7%	6%	8%	10%	11%	17%	14%

Tabla 4. 8 Congestión en Santiago, por hora y día. Fuente: TomTom. Año 2017

La congestión vehicular suele acrecentarse en los días de lluvia, y durante las horas peaks en los días laborales. Por otra parte, durante los fin de semanas y festivos se presentan los mejores índices, ya que mucha gente sale de la ciudad o simplemente se quedan en su hogares, disminuyendo drásticamente los tiempos de viaje dentro de la ciudad.

Para lograr mejorar la congestión en la Región Metropolitana se han implementado 203 kilómetros de vías exclusivas para los buses, en donde también se permite que los taxis puedan circular siempre y cuando lo hagan con pasajeros en su interior, según la resolución exenta 462. En algunos casos se ha permitido mejoras de hasta un 34% en la velocidad de desplazamiento de los buses, dependiendo del tramo y recorrido, sin embargo el uso de estas vías exclusivas son utilizadas mayormente por taxis, llegando a representar aproximadamente un 50% de la totalidad de vehículos que circulan por ahí, y desde el punto de vista del transporte público afecta notoriamente a los buses porque disminuyen las velocidades (El Mercurio, 2018). Para evitar este tipo de acciones, se han implementado 405 cámaras de control para la fiscalización, ya que estas vías exclusivas también son utilizadas en ocasiones por vehículos particulares, lo cual no está permitido.

4.5 Transporte Público Metropolitano

El año 2007 se dio inicio al transporte público metropolitano llamado Transantiago, el cual cambió la forma de pago implementando la Tarjeta Bip!, y una nueva manera de transporte intermodal, con nuevos buses, y en conjunción con el Metro de Santiago, insertando la modalidad de transbordo dentro de un viaje en un lapsus de 2 horas.

La implementación del Transantiago no dejó de ser caótica, puesto que hubo desinformación para el usuario que no entendía muy bien el sistema, por sobre todo en el adulto mayor quien tuvo dificultad para acceder a las plataformas online para entender mejor el sistema de transportes. Asimismo otro de los factores que afectó fue la baja frecuencia de buses en los paraderos en comparación con el antiguo sistema de transportes de las micros amarillas, y la falta de asientos en los buses, donde se prioriza la cantidad de pasajeros que se pueden transportar, aumentando la cantidad de pasajeros de pie dentro del bus.

Uno de los cambios sociales más grandes que experimentó la gente con el nuevo sistema de transporte fue su relación con el chofer de la micro, que ahora trabajaría con un sueldo fijo y no mediante comisiones por cada pasajero, lo cual hizo que los usuarios abusaran del sistema, evadiendo el pago del pasaje justificando su actuar por un mal servicio. Asimismo, las nuevas reglas del transporte metropolitano indicaban que sólo se podían detener a tomar y dejar pasajeros en los paraderos establecidos y no en cualquier lugar con el fin de que el servicio sea más ordenado.

En Marzo del año 2019 se hace anuncio del nuevo estándar de transporte, llamado RED, que es una red de transporte público intermodal e integrada, que reúne al Metro de Santiago, buses y al Tren Central (RED, 2019), y que paulatinamente se incorporará en todo el territorio chileno, llegando a regiones.

4.5.1 Paraderos del Transantiago

El tiempo de espera de los buses del Transantiago ha sido un tema no menor, puesto que genera ansiedad en lo usuarios en saber en cuánto tiempo pasará el bus que esperan.

Para esto se ha utilizado la tecnología al ponerle un código a cada paradero. Este código consta de dos letras, y desde uno a cuatro números que identifica a todos los paraderos de la ciudad.

El usuario puede saber en cuántos minutos llegará el recorrido en su paradero, mediante mensaje de texto SMS, o con aplicaciones de smartphones, en donde algunas indican la cantidad de metros que se encuentra de distancia el bus.

El tiempo de espera de llegada está basado en el tráfico promedio de la zona según el horario en que se esté realizando la operación. Este servicio está disponible las 24 horas del día, y es gratuito mediante las aplicaciones móviles. En el caso del SMS se pueden realizar dos consultas diarias sin cobro.

Por otro lado, con el fin de evitar la evasión en el sistema de transportes, se han instalado en algunos paraderos más concurridos "Zonas Pagas", en donde el usuario puede acceder al paradero pagando su pasaje de manera anticipada, pero teniendo la ventaja de subirse al bus del Transantiago por cualquier puerta, disminuyendo de esta manera la detención por más del tiempo esperado del bus.

En Junio de 2018 comenzó la construcción de nuevos paraderos inteligentes, los cuales incorporan elementos de alta tecnología que moderniza la infraestructura, tales como paneles informativos con la llegada estimada de buses, cámaras que recopilan información de los recorridos que se detienen, tótem validador de carga remota Bip! y un sistema piloto de reconocimiento biométricos para el uso de la Tarjeta Nacional Estudiantil TNE (Diario Estrategia, 2018).

La instalación de zonas pagas tienes varios efectos positivos en los viajes, ya sea para que las personas puedan abordar mas rápido el servicio, porque los buses que se detienen en el punto abren todas sus puertas simultáneamente, de esta manera el abordaje al bus se genera sólo en 7 segundos, lo que reduce el tiempo de detención en la parada, de esta forma se acortan los tiempos de viaje, y por otro lado, la salida de los buses son más eficientes (Diario Estrategia, 2018).

De acuerdo a estudios internacionales, las tecnologías de las Smart Cities nos permitiría reducir de 15 a 30 minutos de viaje diario, entre otros beneficios, teniendo múltiples impactos positivos en la economía y la calidad de vida de las personas (Diario Estrategia, 2018).

La cantidad de zonas pagas que cuenta el sistema de transporte metropolitano es el siguiente:

Administrador	Zonas Pagas
DTP	203
Empresas del Sistema de Transporte	63
Total	**266**

Tabla 4. 9 Cantidad de Zonas de Pago en el Transantiago. Fuente: Diario Estrategia, 2018

4.5.2 Tecnología en la modalidad de Pago

Con el Inicio del Transantiago en Febrero del año 2007, se dio inicio a una única modalidad de pago, el uso de la Tarjeta Bip! La garantía que tiene esta tarjeta es de un plástico de prepago que se debe validar en los validadores bip!, el cual descuenta de tu saldo un pasaje.

Con esta modalidad, el intercambio de monedas y billetes con el conductor ya no fue necesario, permitiendo al chofer ser menos vulnerable a robos y asaltos y a concentrarse únicamente en la actividad de conducir y no desconcentrarse al entregar vuelto.

La tarjeta Bip! ofrece también la posibilidad de personalizar la tarjeta en caso de que se le pierda, si el usuario lo desea por un costo adicional, para poder reponer el saldo que tiene la tarjeta antigua, puesto que el saldo de cada tarjeta bip! es de libre uso para el portador.

Cada tarjeta Bip! tiene un número asociado, en donde se puede consultar el saldo mediante internet y en aplicaciones de Smartphone. Asimismo, se pueden realizar recargas mediante el celular, validando este monto en un tótem bip! que se encuentra en las estaciones del Metro de Santiago, puntos Bip! y comercios asociados.

En el marco de la modernización de las tecnologías, se espera que dentro de los próximos años los usuarios puedan pagar mediante el teléfono con un código QR, y con tarjetas bancarias, con cargas semanales o mensuales y por internet (Teletrece, 2019).

4.6 Normativa Euro VI

Las normativas EURO instan a los fabricantes de los vehículos a reducir las emisiones de los automóviles.

En un principio, en el año 1992, con la normativa EURO I se exigió poner un catalizador en el tramo intermedio del tubo de escape, oxidando los gases. Sin embargo, las exigencias fueron aumentando progresivamente, promoviendo a desarrollar una mejor calidad de combustibles, y optimizando los catalizadores.

Con la normativa EURO V, se logra un hacer un filtro al material particulado (PM), desecho que se produce marcadamente en los motores diesel debido a las partículas presente en el combustible (Treguer, 2018).

Finalmente, con la normativa vigente EURO VI, se busca reducir las emisiones de NOx en un 70% y material particulado fino en un 95% con filtros de fábrica (Ministerio del Medio Ambiente, 2018).

El Transantiago en Febrero del año 2017 dio inicio al plan piloto con buses con tecnología Euro VI, el cual también cuenta con un eje de tracción de bajo ruido, y con un motor encapsulado, reduciendo el ruido de la máquina en un 50% (Ministerio del Medio Ambiente, 2018)

En Febrero de 2017 el Transantiago conta con la siguiente flota:

Norma	N° buses
Euro III	2,507
Euro III con filtro	2,680
Euro V	1,363
Total	6,550

Tabla 4. 10 Flota Transantiago al año 2017. Fuente: Ministerio del Medio Ambiente

Sin embargo, a inicios del año 2019 se hizo compra de 200 buses eléctricos y de 490 buses que cumplen con la normativa EURO VI, lo cual busca descontaminar la ciudad, galardonando al transporte público metropolitano internacionalmente por la Climate and CCAC (*Climate and Clean Air Coalition*) por su aporte al medioambiente, según informó el medio Agenda de Prensa.[1]

RED MOVILIDAD	
Tipo de Bus	**Cantidad**
Bus Eléctrico	200
Bus Normativa EURO VI	490

Tabla 4. 11 Cantidad de buses con estándar RED. Fuente: Ministerio de Transporte. Mayo 2019

Durante el año 2019 se espera realizar un recambio de un total de 3000 buses que cumplan con esta normativa, dejando de circulación a los que tienen más de 12 años de antigüedad, y que están superando su vida útil (Gobierno de Chile, 2018).

Las inversiones en estas nuevas tecnologías no son menores, ya que el costo de 15 buses eléctricos equivale a casi 24 buses Euro VI, y/o 27 buses con norma Euro V, por lo que escoger este tipo de buses amigables con el medio ambiente significa una gran inversión para el medioambiente (Economista de America, 2017).

COSTO		
Buses Eléctricos	**Buses Euro VI**	**Buses Euro V**
180%	**113%**	**1**

Tabla 4. 12 Comparativa en precio de diferentes estándares de buses. Fuente: Economista de América

En el primer semestre del año 2019 se han realizado planes pilotos, con la circulación de buses con tecnología Euro VI de 2 pisos, y además del primer bus interurbano eléctrico que tiene un recorrido entre Santiago y Rancagua, llevando la electromovilidad a regiones en el caso de esta última.

[1] https://www.adprensa.cl/cronica/transantiago-recibe-importante-premio-internacional-por-exigir-a-buses-nuevos-contar-con-norma-euro-vi/

4.7 Vehículos eléctricos

Los vehículos eléctricos, pueden ser clasificados en tres categorías, eléctricos a batería, eléctricos híbridos enchufables (contiene motor de combustión y motor eléctrico) y eléctricos con celdas de combustible de hidrógeno. En los tres casos se utiliza un motor eléctrico que proporciona movimiento al vehículo utilizando electricidad como fuente. Sin embargo, una de las principales diferencias está en el origen de la electricidad que fluye hacia el motor para cada tecnología. (Plataforma de Electromovilidad, 2019).

4.7.1 Vehículos 100% batería

Este tipo de vehículo almacena la electricidad en su batería, cargándose a través de la red convencional de distribución eléctrica en una casa o en una electrolinera. No emite emisiones contaminantes como vehículo, puesto que no posee tubo de escape. Actualmente los vehículos alcanzan una autonomía real entre 200 y 220 kilómetros (Plataforma de Electromovilidad, 2019).

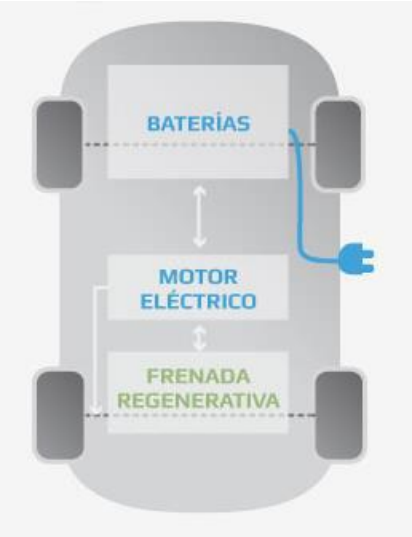


Imagen 4. 1 Componente vehículo 100% batería. Fuente: Endesa, 2017

4.7.2 Vehículos híbridos enchufables

Es un vehículo de transición, ya que posee ambas tecnologías, sin embargo su autonomía eléctrica equivale a unos 60 ó 70 kilómetros. Sólo produce emisiones cuando se utiliza el motor de combustión interna (Plataforma de Electromovilidad, 2019).

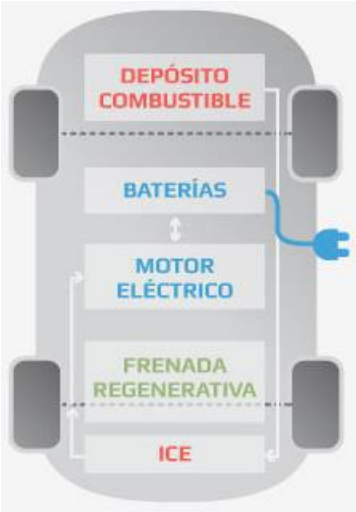


Imagen 4. 2 Componente vehículo híbrido enchufable. Fuente: Endesa, 2017

4.7.3 Vehículos de Hidrógeno con Celda de combustible

Este vehículo es el menos común en el mercado, y utiliza energía que se produce en el mismo vehículo a partir del hidrógeno, que es su combustible principal, el cual se almacena en estanques. No produce emisiones, ya que no posee tubo de escape y su autonomía es entre 400 a 500 kilómetros (Plataforma de Electromovilidad, 2019).

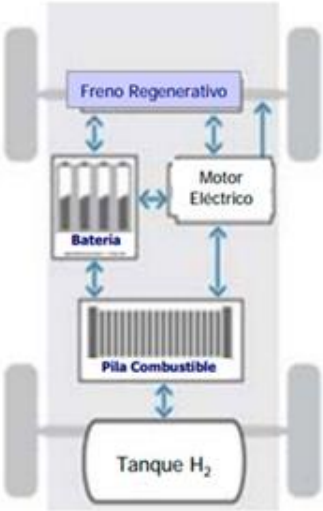


Imagen 4. 3. Componente eléctrico con celdas de combustible. Fuente: Motor Pasión

El costo de los vehículos eléctricos 100% batería ha disminuido a medida que han pasado los años, y esto se debe a que el precio de la batería ion-litio ha bajado conforme pasa el tiempo y las proyecciones indican que seguirá disminuyendo (Comisión Chilena del Cobre, 2018).

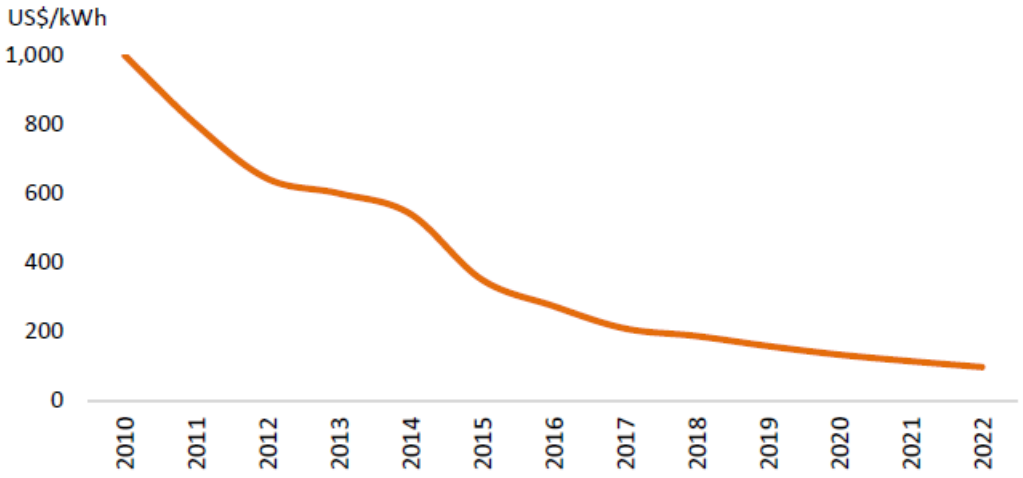


Grafico. Evolución de los costos de la batería ion-litio. Fuente: Elaborado por Cochilco, en base a BNEF y LSC Lithium Corporation. Comisión Chilena del Cobre. Año 2018

El precio de las baterías de ion litio actualmente tiene un valor de 220 USD/Kwh, tendiendo a la baja (Hachim Campos, 2018).

El costo de la batería es el componente mas elevado de los vehículos eléctricos, representando entre el 48% y 55% del costo del vehículo eléctrico, sin embargo, se espera que disminuya a valores entre el 18% y 23% para el año 2030 (Comisión Chilena del Cobre, 2018).

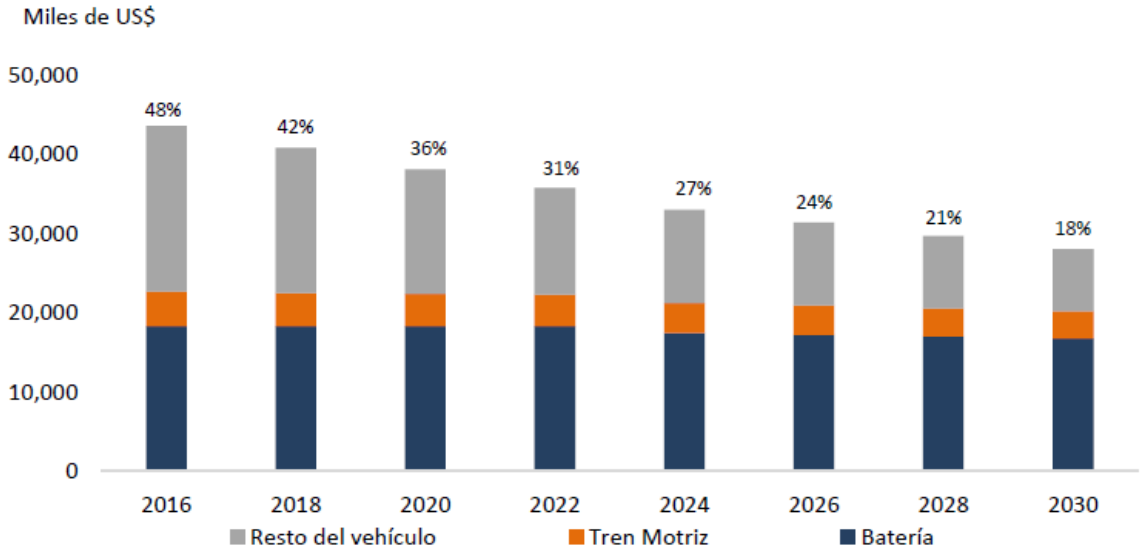


Grafico. Proyección del costo de los vehículos eléctricos a batería en base a BNEF. Fuente: Comisión Chilena del Cobre. Año 2018

4.8 Electrolineras

Para que la electromovilidad se posicione en la capital, y en el territorio nacional es necesario instalar en las ciudades electrolineras de alta potencia, para que aseguren una red importante de abastecimiento eléctrico para el vehículo.

Si bien es cierto que de los 525 vehículos eléctricos comercializados en el país (Blanco, 2019), la gran mayoría vienen con un cargador para mantenerlo en casa, la red domiciliara sólo entrega hasta 3 kW, lo que se traduce en tiempos de carga absolutamente largos, de entre 7 a 10 horas para cargar el vehículo al 100%, lo cual hace ilógico para realizar trayectos largos que no sean en la ciudad (Salazar, 2019).

Capacidad de energía de la batería en [kWh]	Potencia disponible en el cargador							
	AC						DC	
	2,2 [kW]	3,5 [kW]	7 [kW]	11 [kW]	22 [kW]	43 [kW]	50 [kW]	175 [kW]
24	11 h	5,5 h	3,5 h	1,5 h	50 min	25 min	20 min	7 min
30	14 h	7 h	3 h	2 h	1 h	30 min	30 min	8 min
40	18 h	9 h	4,5 h	3 h	1,5 h	45 min	40 min	11 min
53	24 h	12 h	6 h	4 h	2 h	1 h	50 min	15 min
85	39 h	19 h	9,5 h	6 h	3 h	1,5 h	1,3 h	23 min
90	41 h	20 h	10 h	6,5 h	3,5 h	1,5 h	1,5 h	25 min
	Modo 2	Modo 3					Modo 4	

Tabla 4. 13 Tiempos de carga para completar el 80% de la batería. Fuente: Ministerio de Energía

Los buses eléctricos que circulan por la R.M, tienen el electroterminal mas grande de Latinoamérica, ubicado en la comuna de Maipú, con una potencia instalada de 6 MW a Marzo del 2019. Estas flota cautiva tiene una restricción energética para recargar los buses entre las 19.00 y 23.00, debido a que a la sobredemanda que existe en esos horarios en los hogares cercanos, para evitar apagones eléctricos e insuficiencias en la red.

Asimismo, Enel X, tiene mas de 50 puntos de carga pública en todo el país. De acuerdo a los usuarios, la carga doméstica es la preferida para cargar los vehículos regularmente, y la carga pública es un complemento en la ciudad o en viajes interurbanos. Enel X se ha comprometido a instalar 100 nuevos puntos de carga este año 2019, de acuerdo con los compromisos adquiridos con el Ministerio de Energía (Electromov, 2019).

Actualmente, ya existen 20 electrolineras de carga rápida en el país, Copec Voltex, que pueden permitir realizar un viaje largo entre Santiago y Concepción. Estos cargadores entregan una potencia máxima de 50 kW, completando una carga en tan sólo 30 minutos, sin embargo se recomiendo recargar el vehículo sólo hasta el 80%, ya que el último 20% de recarga, en general se ralentiza (Ministerio de Energía, 2018).

En Chile, por su parte, como la electromovilidad es un mercado nuevo y competitivo, desde la SEC se ha hecho una interpretación normativa para que las estaciones de carga se puedan instalar en diversos lugares, y que no necesariamente deben estar asociados a la distribución eléctrica desde el punto de vista regulatorio. Esto quiere decir que cualquier actividad se podría instalar una estación de carga, como un centro comercial, un restaurant, etc., siempre y cuando estén cumpliendo las correspondientes normas de seguridad para instalaciones eléctricas (Revista EI, 2018). El protocolo técnico TE-6 desarrollado por la SEC certifica las instalaciones de cargadores para vehículos eléctricos, donde Chile exige los mas altos estándares de seguridad de las instalaciones y equipos utilizados (Pais Circular, 2019).

Adicionalmente, se ha lanzado la aplicación para teléfonos inteligentes EcoCarga, la cual indica que actualmente hay 149 conectores implementados en todo el país, de los cuales 81 están en la Región Metropolitana, donde además, se indica cúal es la electrolinera más cercana, tiempo estimado de carga, y compatibilidad con el auto.

ELECTROLINERAS	
Cargadores	**Cantidad**
Región Metropolitana	81
PAÍS	149
% DE CARGADORES EN LA R.M	54.4%

Tabla 4. 14 Electrolineras en el país y en la Región Metropolitana. Fuente: EcoCarga . Año 2019

4.9 Contaminación Ambiental

A nivel país, respecto al CO2, las fuentes puntuales son el principal emisor, con cerca del 60%, y por debajo el transporte en ruta con un 17,2%. Asimismo, la combustión de leña residencial, tanto urbano como rural, representa mas del 40% de las emisiones del MP 10, MP 2,5 y CO en el año 2016 (Ministerio del Medio Ambiente, 2018). *(Ver Anexo)*

	COMPOSICIÓN DEL TOTAL DE EMISIONES AL AIRE EN EL PAÍS, 2016 [T]					
	CO	**CO2**	**MP10**	**MP2,5**	**NOx**	**SO2**
Transporte en Ruta	196,902	13,749,435	29,127	6,747	54,173	208
TOTAL PAÍS	**2,847,418**	**80,068,460**	**216,499**	**173,035**	**199,758**	**351,056**
%	**6.9%**	**17.2%**	**13.5%**	**3.9%**	**27.1%**	**0.1%**

Tabla 4. 15 Porcentaje de la participación del Transporte en Ruta en el total de emisiones al aire en el país. Fuente: Informe RETC, 2016. Elaboración propia

El transporte en ruta en el país, alimentado en su mayoría por fuentes petroleras, tiene un porcentaje no menor en la emisión de gases, siendo su participación más alta en un 27,1% en las emisiones al aire en óxidos de nitrógeno (NOx), y en un 17,2% en CO2, seguido de la emisión de material particulado fino MP 10 con un 13,5%.

	COMPOSICIÓN DEL TOTAL DE EMISIONES AL AIRE EN LA REGIÓN METROPOLITANA, 2016 [T]					
	CO	CO2	MP10	MP2,5	NOx	SO2
Transporte en Ruta	104,760	8,633,941	10,501	2,829	25,217	133
TOTAL R.M	238,760	11,531,923	21,633	13,483	32,793	1244
%	43.9%	74.9%	48.5%	21.0%	76.9%	10.7%

Tabla 4. 16 Porcentaje de participación del Transporte en Ruta en el total de emisiones al aire en la Región Metropolitana. Fuente: Informe RETC, 2016. Elaboración propia

El porcentaje de las emisiones del transporte en ruta en el CO2 corresponde a un 74,9% del total que se emiten en la Región Metropolitana, dejando en segundo lugar a otro tipos de fuentes como fuentes puntuales e incendios forestales.

EMISIONES POR TIPO DE FUENTES DESAGREGADOS EN LA R.M, CO2		
TIPO DE FUENTE	CO2 [T]	%
Fuentes Puntuales	1,453,652	12.60%
Transporte en Ruta	8,633,941	74.85%
Combustión de Leña Residencial	343,703	2.98%
Quemas Agrícolas	12,486	0.11%
Incendios Forestales	1,088,036	9.43%
TOTAL	11,534,923	100.00%

Tabla 4. 17 Emisiones de CO2 por tipo de fuentes desagregadas en la R.M. Fuente: Informe RETC, 2016. Elaboración propia

Respecto a las emisiones, estas provienen de tres fuentes fundamentales: las derivadas del motor cuando este se encuentra en condiciones de operación estables (emisiones en caliente), aquellas provenientes del motor cuando este se encuentra en frío (emisiones por partidas en frío), y por último, aquellas denominadas evaporativas (emisiones de hidrocarburos evaporados). Además de las emisiones mencionadas, también se consideran las emisiones de polvo suspendidas (material particulado) generadas por el paso de los vehículos y las emisiones correspondientes al desgaste de frenos y neumáticos (Ministerio del Medio Ambiente, 2018).

En el país, de acuerdo al transporte en ruta, los vehículos particulares (Sedan y Station Wagon) son los que más emiten este tipo de gas invernadero, seguido de los vehículos comerciales (Jeep, camionetas, y furgones) y los taxis colectivos.

	COMPOSICIÓN DEL TOTAL DE EMISIONES AL AIRE POR CATEGORÍA VEHÍCULAR EN EL PAÍS [2016]					
	CO	CO2	MP10	MP2,5	NOx	SO2
Buses	3451	1,029,361	428	409	13255	11
Camiones	2216	823,188	358	349	8637	8
Motocicletas	9,319	81,951	37	33	330	2
Taxis-Colectivos	8,975	1,302,688	148	113	1,564	23
Vehiculos comerciales	60,884	4,422,275	1,855	1,758	13,866	60
Vehículos medianos	348	23,001	4	4	89	1
Vehículos particulares	111,710	6,066,871	548	387	16,431	103
TOTAL	**196,903**	**13,749,335**	**3,378**	**3,053**	**54,172**	**208**

Tabla 4. 18 Composición del Total de Emisiones al aire por categoría vehicular. Fuente: Informe RETC, 2016

Los taxis, circulan mas que el promedio de los vehículos particulares. Se estima que un taxi recorre al día cerca de 200 kms, según datos publicado en Publimetro el año 2016[2], sin embargo según declaraciones del Secretario Ejecutivo de la CONATACOCH esta cifra oscila entre 250 y 300 kilómetros, es por esto que los taxis colectivos tienen una mayor participación en la emisión de SO2, seguido del CO2, como se aprecia en la imagen.

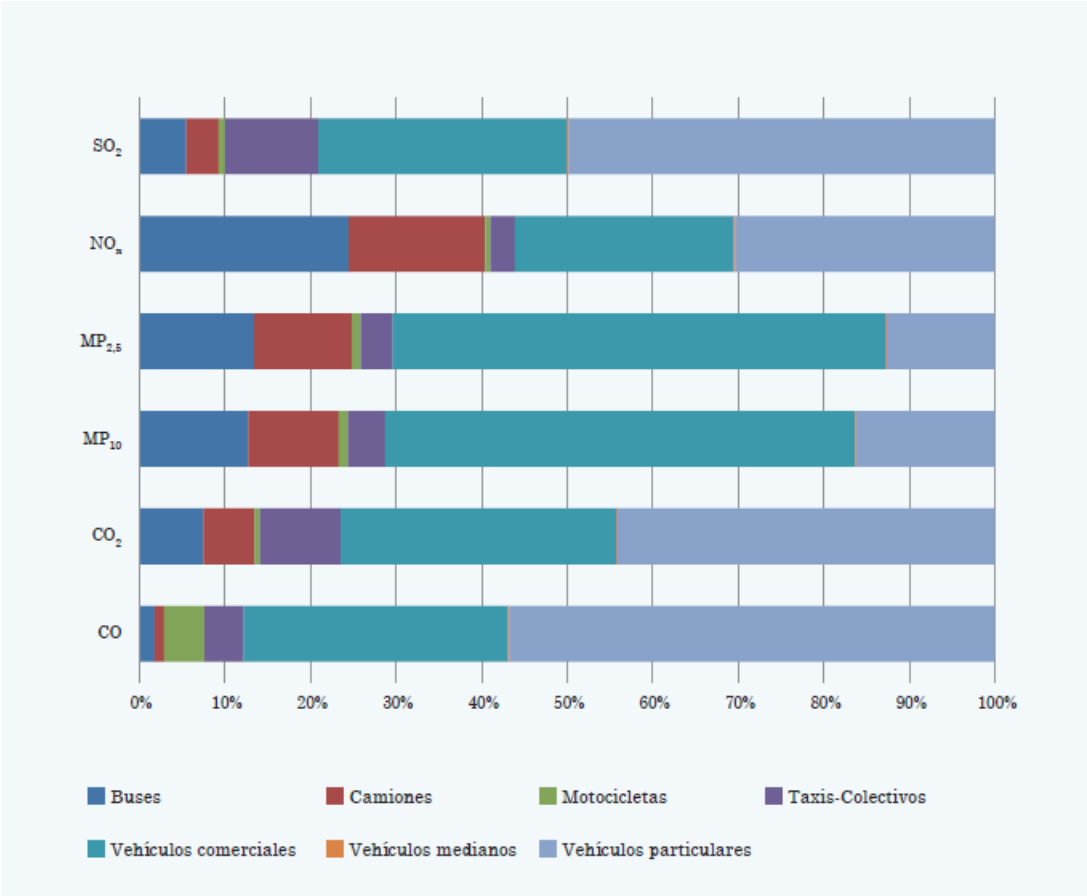


Gráfico 4. 2. Composición de Emisiones de Transporte en Ruta, por categoría vehicular Año 2016. Fuente: SECTA y RETC, 2017

[2] https://www.publimetro.cl/cl/noticias/2016/04/06/cuanto-cuesta-taxista-chile.html

4.10 Emisiones Vehículos Convencionales

4.10.1 CO2

El CO2 o dióxido de carbono es el gas mas abundante de los responsables del efecto invernadero y del cambio climático actual que ha incrementado desde que se inició la revolución industrial, el cual produce un aumento en la temperatura. Esto ocurre porque hay una gran cantidad de gases que atrapan el calor en la atmósfera, volviendo a la Tierra mas caliente.

Las emisiones de CO2 traen consecuencias en el país, puesto que modifican la temperatura, la acidez del océano, la cobertura de los glaciares y un sinfín de consecuencias climáticas (Revista Qué Pasa, 2019).

El aumento del cambio climático se ve en todo el país, tanto en las temperaturas mínimas como máximas, y se pronostica que el alza de temperatura en todo el territorio nacional fluctúe entre 0,5°C para la zona sur, y 1,5°C para la zona norte grande y altiplánica hacia el año 2030. Adicionalmente, se proyectan disminuciones en las precipitaciones entre 5% y 15% en la zona centro- sur informa el mismo medio (Revista Qué Pasa, 2019).

En Santiago, el alza llega a casi 2°C en el último siglo, donde se observa un continuo aumento de la temperatura media a razón de 0,14°C por década, un ritmo similar al del mundo (Revista Qué Pasa, 2019).

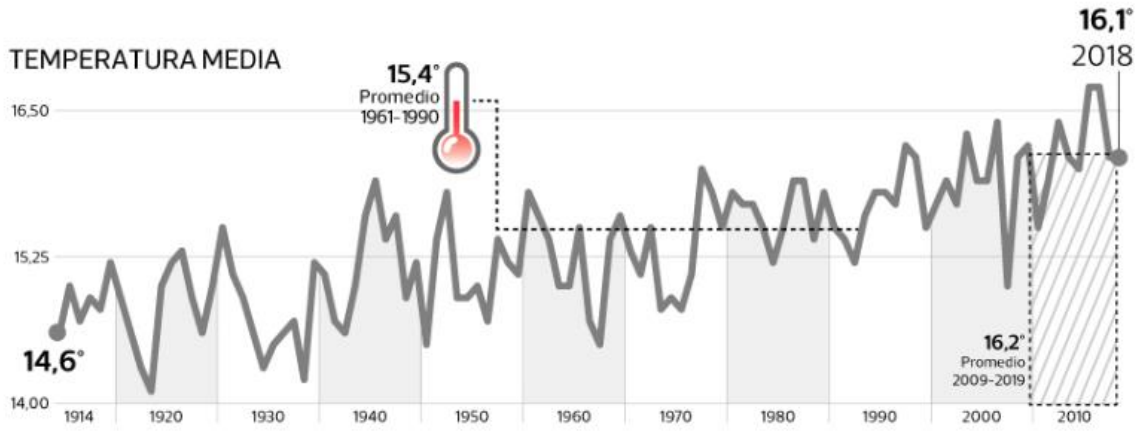


Gráfico 4. 3 Promedio de la temperatura media anual en la estación Quinta Normal entre 1914 y 2018. Fuente: Dirección Meteorológica de Chile (DMC).

Las olas de calor, son un suceso que ocurre cuando durante tres o más días seguidos se producen temperaturas máximas de 33°C en Santiago entre los meses de Enero y Febrero, o por sobre los 32°C en Marzo, esta diferencia entre los meses viene dada porque corresponde a las temperaturas máximas por sobre el percentil 90 correspondiente a ese mes del último tiempo. Estos eventos han aumentado considerablemente, aumentando sobretodo en los últimos años, donde en la década del 90 hubieron 10 eventos de este tipo, en los siguientes 10 años llegaron a 22, y entre el 2010 y 2017 se registraron 33 (Revista Qué Pasa, 2019).

Olas de Calor en Santiago	
Años	Eventos
1990-1999	10
2000-2009	22
2010-2017	33

Tabla 4. 19 Olas de Calor en Santiago por décadas. Fuente: Elaboración Propia

Las altas temperaturas provocan deshidratación. Los jóvenes y adultos se pueden dar cuenta fácilmente de esto, pero los niños pequeños y adultos mayores no tienen esa capacidad y sufren mas de estos fenómenos, donde primero se desorientan y podrían entrar rápidamente en un coma y morir. La proyección para Chile en la muerte por olas de calor es un aumento entre el 400% y 525% para el periodo comprendido entre los años 2031 y 2080 (Revista Qué Pasa, 2019).

En países del hemisferio norte las muertes por olas de calor han aumentado radicalmente, llegando a mas de 50 en Canadá, y 29 en Corea del Sur.

4.10.2 Material Particulado Fino

Las partículas MP 2,5 y MP 10 son emitidas en un 10,7% por el transporte en ruta en la Región Metropolitana, y los efectos que generan en la salud son muy graves, ya que tienen la capacidad de penetrar en las vías respiratorias con gran capacidad, depositándose en los alveolos pulmonares, e incluso pueden llegar al torrente sanguíneo ya que están compuestas por elementos que son más tóxicos, como metales pesados y compuestos orgánicos. Estas partículas tienen un diámetro inferior a 10 y 2,5 micrómetros respectivamente (Ecologistas en Acción, 2008).

Estas partículas son mas ligeras que el resto, lo cual facilita que se transporte por el viento y recorra grandes distancias, permaneciendo mas tiempo en el aire. Comparativamente, se puede decir que son 100 veces más delgados que el cabello humano como se aprecia en la imagen

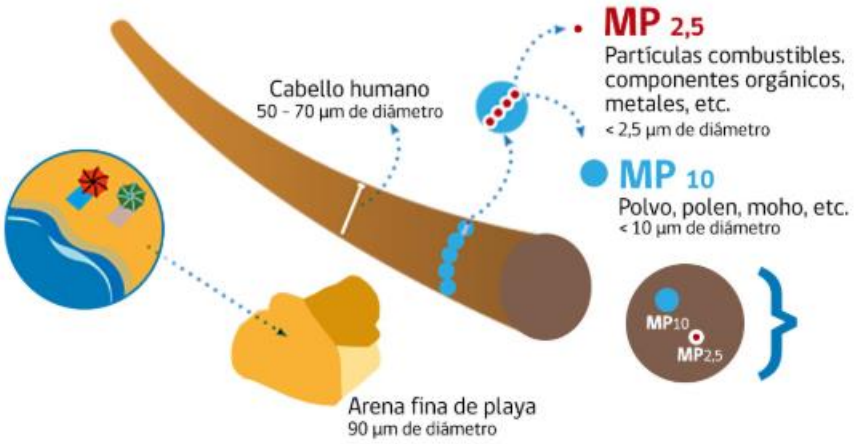


Imagen 4. 4 Comparación del tamaño de un pelo y de la arena fina de playa con partículas MP 10 y MP 2,5. Fuente: Aire Chile, Ministerio del Medio Ambiente

Existe una importante relación entre contaminación aérea e incremento por enfermedad respiratoria y asma, incremento de la frecuencia y severidad de los síntomas respiratorios como

bronquitis, tos, y agravamiento del asma, así como mayor riesgo de mortalidad posneonatal por causa respiratoria, al aumentar los contaminantes atmosféricos de MP 2,5 en particular (Barría, Calvo, & Pino, 2016).

En general, el Material Particulado puede también dañar a las plantas, inhibir el crecimiento de la vegetación y corroer materiales.

En Chile, la norma primaria de calidad del aire para MP 2,5 es 20 microgramos por metro cúbico como concentración anual, y de 50 microgramos por metro cúbico en concentración de 24 horas (Barría, Calvo, & Pino, 2016).

Estudios recientes han reportado una asociación entre la contaminación ambiental por material particulado (PM) y el riesgo de hospitalizaciones de pacientes con insuficiencia cardiaca con antecedentes de diabetes mellitus e hipertensos (Castro, y otros, 2010).

Existe evidencia de que la contaminación ambiental aumenta en forma significativa la morbimortalidad de la población general, donde se han reconocido efectos tóxicos sobre la salud cardiovascular, donde se aumenta el riesgo de eventos isquémicos agudos, altera la función autonómica e incrementa el riesgo de arritmias (Castro, y otros, 2010).

Los niños son un grupo particularmente vulnerable a los problemas respiratorios debido a las características físicas y de comportamiento. En esta etapa de su vida el pulmón no ha alcanzado su completo desarrollo: existe menor ventilación colateral y la resistencia de la aérea pequeña representa el 50% de la resistencia total del flujo aéreo. La mayoría de los alvéolos, cerca del 80% se desarrollan en el periodo postnatal. En consecuencia, tienen menor volumen pulmonar y menor superficie alveolar, por lo tanto al igual exposición que los adultos, reciben mayor dosis al organismo (Matus & Oyarzún, 2018).

De esta manera, los niños respiran con mayor frecuencia y hacen más ejercicio físico que los adultos, lo cual aumenta la dosis efectiva de contaminantes aéreos que capta el pulmón. Adicionalmente, los niños pasan mayor tiempo al aire libre que los adultos, por lo que la exposición a contaminantes atmosféricos es mayor (Matus & Oyarzún, 2018).

En el estudio de Matus y Oyarzún se tomaron en cuenta las hospitalizaciones por enfermedades respiratorias en la Región Metropolitana de niños menores de 15 años (Ver Anexo), y se encontró que un aumento de 10 microgramos por metro cúbico de MP 2,5 en el aire aumenta alrededor de un 2% las hospitalizaciones por causa respiratoria con 1 o 2 días de rezago después de la exposición. Asimismo, el porcentaje aumenta cuando la exposición se produce con 8 días de rezago. Todo esto concuerda con los resultados de otros autores, como Ostro, quien determinó que las consultas en Servicios de Urgencias aumentaban entre un 4% a un 12% cuando habían mas de 50 microgramos por metro cúbico de MP 10 en el aire.

Exposiciones a mas de 50 MP		
Enfermedad Respiratoria	Hospitalizado 1 día	Hospitalizado promedio 4 días
1-2 días de rezago	3	3
8 días de rezago	5	9
9 días de rezago	9	16
Consultas Medicas	8	14

Tabla 4. 20 Hospitalizaciones de niños con enfermedades respiratorias expuestos a mas de 50 MP en la R.M. Fuente: Revista Chilena de Pediatría. Año 2018

Año a año han aumentado las hospitalizaciones consecutivamente en el invierno, donde el peak supera a los años previos, y disminuyendo en las estaciones de más calor.

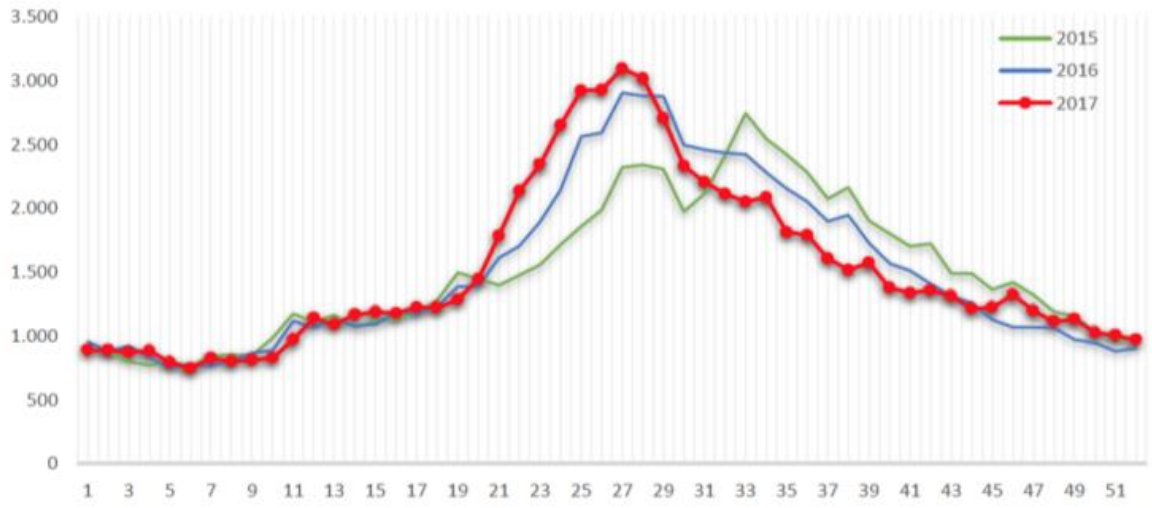


Gráfico 4. 4 Hospitalizaciones por causas respiratorias en Chile por semana de los años entre 2015 y 2017. Fuente: DEIS, 2017

Los efectos nocivos de los contaminantes atmosféricos, material particulado y ozono tienen un efecto provocador de hospitalizaciones por neumonías, bronquiolitis y asma sobre la salud respiratoria de los niños (Matus & Oyarzún, 2018).

Las condiciones especiales de la cuenca geográfica, patrones de viento, las condiciones meteorológicas cambiantes durante el año, son factores que suman para que los patrones de contaminación, comparado a otras regiones del mundo, sean especialmente relevantes (Castro, y otros, 2010).

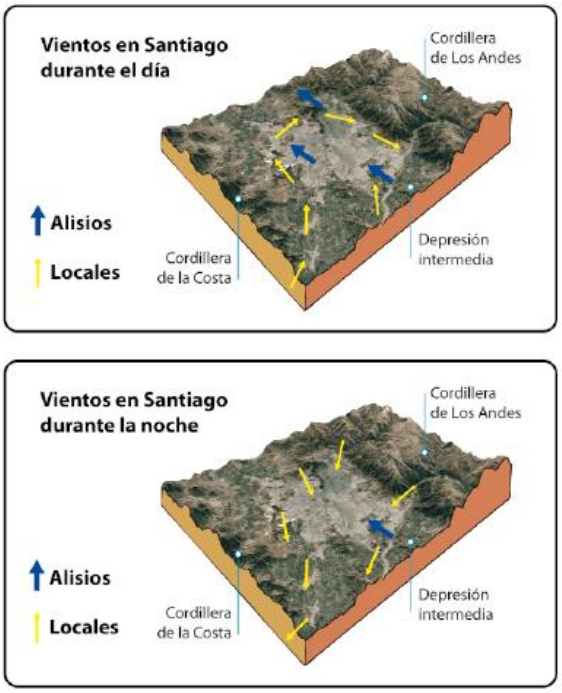


Imagen 4. 5 Vientos de Circulación Local en Santiago. Fuente: Ministerio del Medio Ambiente

La ciudad de Santiago es propensa a sufrir la inversión térmica, producida cuando las masas de aire caliente no se enfrían al ascender, ya que una masa de aire aún más caliente obstaculiza el tránsito natural, debido a las condiciones geográficas y climáticas, donde los cordones montañosos circundantes reducen las posibilidades de dispersión lateral de los contaminantes (Ministerio del Medio Ambiente, 2018).

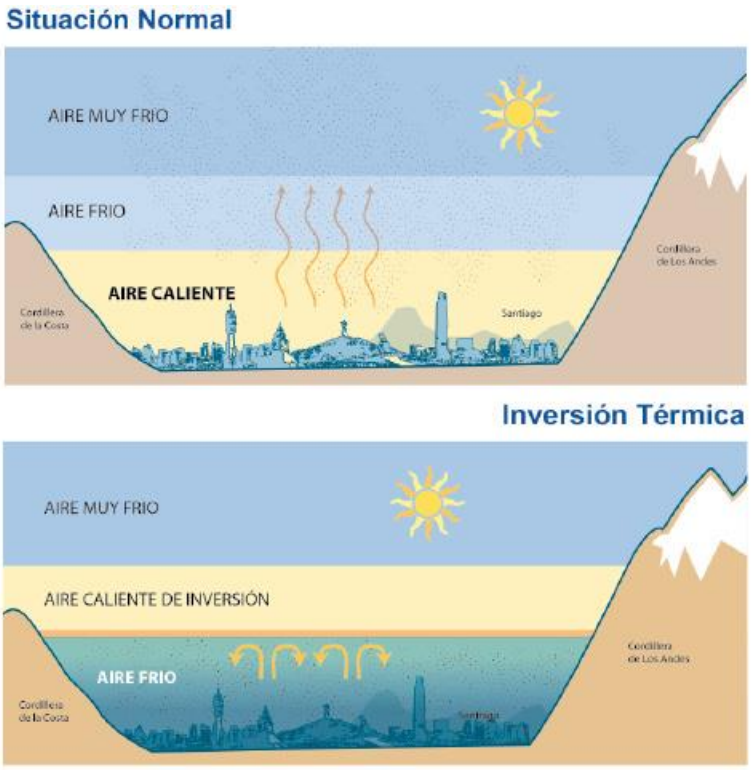


Imagen 4. 6 Inversión Térmica en la ciudad de Santiago. Fuente: Ministerio del medio Ambiente. Año 2018

Las partículas MP 10, adicional al tubo de escape del motor de combustión, provienen del polvo en suspensión de los caminos, desgaste de los neumáticos, combustión de maderas, materiales desprendidos en demoliciones y construcción de operaciones mineras e incendios forestales (Castro, y otros, 2010).

Las emisiones históricas de este material particulado en suspensión en el transporte en ruta a nivel país han ido aumentando considerablemente a través de los años, donde se puede apreciar un aumento de casi un 100% en MP 10 como en MP 2,5 en los últimos 10 años. Adicionalmente, se debe destacar que los MP 10 contienen los MP 2,5 que son los mas perjudiciales para la salud.

EMISIONES HISTÓRICAS DEL TRANSPORTE EN RUTA , 2016		
AÑO	MP 2,5 [T]	MP 10 [T]
2005	3,277	15,552
2006	3,541	16,400
2007	4,174	20,614
2008	3,754	19,999
2009	4,259	21,477
2010	4,960	25,434
2011	4,900	25,203
2012	4,534	23,156
2013	5,342	26,018
2014	5,922	28,499
2015	6,680	30,853
2016	6,746	29,127

Tabla 4. 21 Emisiones Históricas del Transporte en Ruta (2005-2016). Fuente: RETC, 2018

El Gran Santiago es el mayor emisor del material particulado fino MP 2,5 por transporte en ruta, con 2829 toneladas de este contaminante en el último año, muy por atrás del Gran Concepción con 502 toneladas (Ministerio del Medio Ambiente, 2018).

EMISIONES HISTÓRICAS DEL TRANSPORTE EN RUTA. R.M , 2016		
AÑO	MP 2,5 [T]	MP 10 [T]
2005	1,171	4,513
2006	1,258	4,467
2007	1,545	7,525
2008	1,339	7,244
2009	1,660	7,694
2010	1,699	7,893
2011	1,727	8,004
2012	1,725	7,912
2013	2,136	8,311
2014	2,503	9,373
2015	3,051	11,894
2016	2,829	10,500

Tabla 4. 22 Emisiones Historicas del Transporte en Ruta (2005-2016). Fuente: RETC, 2016

Actualmente, el Ministerio del Medio ambiente tiene en vigencia el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana, la Restricción Vehicular, la cual rige por el periodo invernal, es decir, entre el 2 de Mayo y el 31 de Agosto, y tiene como objetivo restringir la circulación de algunos vehículos dentro del interior del anillo de Américo Vespucio, y afecta a los vehículos con convertidor catalítico inscritos antes de Septiembre de 2011. El objetivo

de esta medida es reducir las emisiones y concentraciones de MP 2,5, ya que es el componente mas dañino para la salud humana y responsable indirecto de cerca de 3.700 muertes al año (Airesantiago, 2019).

La restricción vehicular afecta, en promedio, a 200 mil vehículos, ya que se aplica para 2 dígitos por día en el caso de los vehículos con sello verde, correspondientes al último número de la placa patente, entre las 07:30 y 21:00 horas, y también afecta a las motos fabricadas antes del 1 de Septiembre de 2010 con 2 dígitos.

La restricción es bastante más severa para los vehículos sin sello verde, ya que en ningún caso se permitirá su circulación por el interior del anillo de Américo Vespucio, y la restricción aplica para circular fuera del anillo, para 4 dígitos, según el último número de la patente.

Cabe destacar, que los taxis y furgones escolares están afectos a esta normativa, y podrán circular libremente hasta las 14 horas.

A su vez, se prohíbe el uso de calefactores y cocina a leña (excepto pellets) en la provincia de Santiago, y en las comunas de San Bernardo y Puente Alto. Por otra parte, se prohíben las quemas agrícolas en toda la Región Metropolitana, entre el 15 de Marzo y el 30 de Septiembre.

La Seremi de la RM recomienda en casos de Preemergencia Ambiental, o Emergencia Ambiental, que no se realicen actividades físicas en los Establecimientos Educacionales.

Esta normativa ha evitado la circulación de vehículos, ya que la multa son de hasta 70 mil pesos para los automovilistas que no respetan la restricción permanente.

El año 2014 hubieron 85 días en que se superó la norma diaria de emisiones por MP 2,5, 34 alertas ambientales, 15 preemergencias y 3 emergencias, jornadas en que la calidad del aire se torna peligrosa para la población (Instituto de Políticas Públicas en Salud, 2014).

4.11 Índice de Calidad del Aire

La Región Metropolitana fue declarada como zona saturada por MP 10, Ozono Troposférico y Monóxido de Carbono en el año 1996. Posteriormente, con la vigencia de la nueva Norma de Calidad del Aire, el año 2014 se declara Zona Saturada por MP 2,5.

La Red Oficial de Monitoreo de Calidad del Aire y Meteorología (MACAM) que tiene la Región Metropolitana, con un total de 11 estaciones emplazadas en distintas comunas de la región registran en tiempo real la concentración de material particulado MP 2,5 y MP 10 (SEREMI Medio Ambiente, 2017).

Los niveles que determinan las situaciones de episodios críticos para material particulado respirable vienen dados por la *Tabla 3.6*

Niveles	Mp10 (µg/m^{3}N) en 24 horas	MP2,5 (µg/m^{3}N) en 24 horas
1 Alerta	195 - 239	80-109
2 Preemergencia	240 - 329	110-169
3 Emergencia	330 ó superior	170 ó superior

Tabla 4. 23 Niveles de Material Particulado para declarar episodios críticos . Fuente: SEREMI, 2017

Durante el periodo 1997 y 2017, se han visto importantes mejoras en el número de episodios constatados tanto por MP 10, como por MP 2,5, minimizando el número de alertas, preemergencias y emergencias durante la Gestión de Episodios Críticos (GEI) (Airesantiago, 2019).

MP 2,5	2014	2017	Reducción %
Alerta	31	25	19
Preemergencia	14	2	86
Emergencia	3	0	100

Tabla 4. 24 Cantidad de Episodios registrados por MP 2,5 en años 2014 y 2017 en la RM. Fuente: Aire Santiago

MP10	2014	2017	Reducción %
Alerta	9	3	67
Preemergencia	3	0	100
Nº Total episodios	12	3	75

Tabla 4. 25 Cantidad de Episodios registrados por MP 10, en años 2014 y 2017 en la R.M Fuente: Aire Santiago

Las medidas incorporadas en el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la RM han ayudado a reducir los altos niveles de contaminación durante la última década, permitiendo atenuar la intensidad y duración de los episodios críticos en el tiempo. Producto de la implementación de este plan se ha logrado mejorar la calidad del aire, gracias a la aplicación de una serie de medidas tendientes a la disminución de las emisiones de los sectores de transporte, industria, combustibles, compuestos orgánicos volátiles y calefacción residencial (Airesantiago, 2019).

4.12 Sustentabilidad

La comercialización de vehículos eléctricos será sustentable para el medio ambiente, siempre que se descarbonice la matriz energética. Si esto no ocurre, la utilización de vehículos eléctricos no tendrá mucho impacto en materias de descontaminación. Los países que dependen del carbón para la generación de energía eléctrica no aportaría mucho el cambio, ya que simplemente sería trasladar el problema desde la fuente emisora a la fuente generadora de energía.

La Ley 20.257 indica un objetivo de 20% de producción de energía renovable no convencional para 2025, comprometiendo así la reducción de gases de efecto invernadero en un 20% (Kiritz, Durán, & Montaña, 2015).

Actualmente, Chile cuenta con muchos medios para poder desarrollar energía renovable no convencional, y se ha invertido fuertemente en proyectos de energía solar, por lo que el recambio de vehículos convencionales a eléctricos si aportaría a la no generación de las emisiones contaminantes.

El vehículo eléctrico no contamina nada como vehículo, en lo que se refiere al motor, sin embargo, el desgaste de ruedas, y el levantamiento de material particulado del suelo producto de la velocidad del vehículo sí se mantiene, pero esto corresponde a lo mínimo, y representa un porcentaje muy bajo dentro de la contaminación del vehículo dentro de una ciudad (Osses, 2019).

4.13 Sostenibilidad

Los esfuerzos por parte del país para descarbonizar la matriz energética, y aprovechar los recursos naturales que se ofrecen se ven presentes en el Balance Nacional de Energía, donde se permite conocer la realidad del país en materia energética, ya que de forma integrada y comparativa presenta los diferentes flujos de energía, desde la producción hasta su consumo (Energía Abierta, 2017).

Energético	Años 2016 Teracalorías	2017 Teracalorías	Variación %
Petróleo Crudo	91,617.99	93,747.35	2.32
Gas Natural	48,311.89	48,276.84	-0.07
Carbón	74,700.98	77,470.38	3.71
Biomasa	77,264.25	80,825.90	4.61
Energía Hídrica	16,439.80	18,340.13	11.56
Energía Eólica	2,108.58	3,117.98	47.87
Energía Solar	2,269.40	3,366.65	48.35
Biogás	895.07	923.40	3.16
Geotermia	-	548.68	100.00
Total	**313,607.97**	**326,617.31**	**4.15**

Tabla 4. 26 Balance de Energia Nacional. Año 2017. Fuente: Energía Abierta

El país tiene un enorme potencial en energías renovables y particularmente en no convencionales como la eólica y solar. Su mayor participación en la generación permitiría, por ejemplo: electrificar el transporte público urbano y posteriormente el parque automotriz (Pinto, 2019).

Debido a la entrada de las renovables, se observa que las emisiones de CO2 se reducen a lo largo del tiempo, a pesar de un aumento significativo de demanda. La reducción unitaria se estima entre 27% y 40% entre 2021 y 2030, y en términos totales la reducción se estima entre un 1% a un 14% (Moray PSR, 2018).

4.14 Reciclaje de Componentes de los Vehículos

Los vehículos tienen una vida útil definida por la cantidad de kilómetros recorridos, la cual se puede extender con un debido mantenimiento del vehículo, sin embargo la media es de unos 14 años por vehículo (unComo, 2017), lo cual implica que la mayoría de sus componentes ya no funcionan correctamente y por ende se transforman en deshechos para el medioambiente, lo que incluye los neumáticos como asimismo su chasis y carrosería.

La disposición inadecuada de neumáticos se ha convertido en un problema ambiental de gran envergadura, dado que las principales dificultades generadas por este residuo, tienen que ver con su disposición final, dado que la mayoría de los neumáticos fuera de uso, se encuentran botados a la orilla del camino, en sitios eriazos o en vertederos clandestinos, ocupando gran espacio y arruinando paisajes. La acumulación de neumáticos incrementa la posibilidad de incendios y la posible emanación de gases tóxicos, además de contribuir a la proliferación de roedores, insectos y otros posibles focos de infecciones (Olivares, 2006).

El polvo en suspensión producido por la actividad humana (antropogénicas) son los mas abundantes y las que nos deben preocupar. Éstos son producidos en gran parte por los motores

térmicos de los medios de transporte, asimismo la fricción en el frenado ocasiona desgaste en las pastillas de frenos esparciendo este tipo de partículas a la atmósfera, como el desgaste de los neumáticos que se fragmentan en minúsculos corpúsculos de goma que pululan en el aire (SolerPalau, 2018).

Anualmente la industria genera alrededor de 80.000 toneladas anuales de Neumáticos Fuera de USO (NFU) carretero y minero en nuestro país. El año 2009 se creó la primera planta de reciclaje de neumáticos en Chile, que tiene un nivel de tratamiento de 14.000 toneladas al año, la cual utiliza una tecnología de vanguardia, permitiendo acelerar la transformación de estos neumáticos que tienen una degradación natural de 500 años en un proceso natural. Al triturar y granular se producen gránulos, polvo y chips de caucho reciclado, que puede ser utilizado en diversas aplicaciones en el mercado, como por ejemplo, para ser utilizado en mezclas asfálticas, en la construcción de césped artificial, como aislante en la construcción, y en la producción de palmetas de seguridad para pisos, juegos infantiles, plazas y veredas (Polambiente, 2009).

Por otro lado, casi 2 millones de baterías de auto se desechan al año en el país (La Tercera, 2018), cifra que aumenta conforme pasan los años. También se han creado plantas de reciclaje para este fin, Recimat, en Calama, la cual es la única empresa en el país certificada para este labor que se encarga de la separación de componentes, proceso que consiste en procesar las baterías de plomo con un molino triturador y se obtienen electrolitos, a continuación se agrega Cal, y luego pasa por la planta de neutralización, terminando este proceso en agua industrial y yeso. Asimismo también se recicla el plástico, el cual es transformado en Polipropileno en Pellet, y el plomo que es transformado en plomo de lingotes. (Recimat).

Con la ley 20.920 de Responsabilidad Extendida del Productor (LeyChile, 2016), se impondrá, de manera gradual, la obligación a las empresas productoras de recolectar y valorizar el 90% de los neumáticos fuera de uso que se generen en el país en un plazo de 10 años, lo cual está en línea con las normativas mas exigentes de los países de la OCDE. Estos componentes son los agentes mas contaminantes que hay en el país y no basta con el 17% de reciclaje que existe en la actualidad.[3]

4.15 Baterías eléctricas y el Litio

La importancia del litio en las baterías para los vehículos eléctricos es evidente, ya que en comparación con las baterías de Ni-MH que a pesar de tener una larga vida útil, tienen un rendimiento bastante bajo, sobretodo cuando la temperatura es baja. Asimismo, las baterías de plomo, a pesar de su bajo costo, requiere de muchas revisiones lo cual no lo hace rentable.

Es por esto que se están utilizando las baterías de litio, puesto que tiene una recarga bastante rápida, una vida larga, y una eficiencia de recarga que ronda el 80%. Además utilizan un peso y volumen mínimo, teniendo en cuenta que son el mismo tipo de baterías que se utilizan en los ordenadores y smartphones (Matesanz, 2018).

[3] https://m.elmostrador.cl/agenda-pais/2018/10/05/empresas-deberan-reciclar-el-90-de-los-neumaticos-que-se-consumen-en-el-pais/ Neumaticos reciclaje

La demanda de Litio es mayor a la que se fabrica, y es por esto que los fabricantes de vehículos eléctricos requieren firmar contratos con empresas mineras para asegurar el litio a mediano y largo plazo. El nivel es tal, que su precio se ha duplicado en los últimos dos años (Matesanz, 2018).

Para tener en consideración, un vehículo eléctrico Tesla Model S utiliza mas baterías de litio que 10.000 teléfonos inteligentes según estimaciones de Goldamn Sachs (Matesanz, 2018). Asimismo, un vehículo eléctrico utiliza casi 3 veces mas de cobre que un vehículo convencional.

El rol de Chile es fundamental, ya que aquí se encuentra el 50% de las reservas de litio a nivel mundial y actualmente el país produce un 33% de la oferta mundial. Por su parte, el aumento de las exportaciones han aumentado considerablemente, creciendo un 45% en el primer semestre del año 2018, estimando que el crecimiento de la demanda seguirá en aumento (Minería Chilena, 2018).

Esto supone una oportunidad única en el país para poder explorar más en el mundo de la electromovilidad con innovación local. Durante este año 2019 y el año anterior se ha realizado la formula E, carrera de autos eléctricos, actividad auspiciada por Antofagasta Minerals, la cual ha acercado a la población a hablar de la electromovilidad y sus beneficios.

4.16 Contaminación Acústica

En 2016 se realizó la actualización del Mapa de Ruido del Gran Santiago Urbano, la cual reveló que el 19% de los habitantes del Gran Santiago están expuestos a altos niveles de ruido diurno y alrededor del 29% a un nivel de contaminación acústica nocturna según lo recomendado por la OCDE (Ministerio del Ambiente, 2017).

El ruido afecta a la salud de las personas y a diferencia de otros sonidos naturales (ruido ambiental) es generado por actividades humanas, fundamentalmente por el tránsito vehicular, principal fuente de ruido ambiental en las zonas urbanas. Otras fuentes de menor presencia son las actividades industriales, actividades de construcción, aeropuertos, trenes, entre otras (Ministerio del Medio Ambiente, 2017).

Estudios recientes, relacionan el ruido con problemas cardiovasculares y estrés. Asimismo, otras investigaciones señalan que en los niños puede generar problemas para el aprendizaje, afectando la compresión, la atención y la memoria, entre otros (Ministerio del Medio Ambiente, 2017).

De acuerdo a los resultados del Mapa de Ruido del Gran Santiago Urbano, alrededor de 1.219.837 personas estarían potencialmente expuestas a niveles de ruidos por sobre los 65 dbA en horario diurno. Por su parte, 1.879.041 estarían afectados por los niveles de ruido mayor a 55 dbA en horario nocturno. La mayor parte de la población afectada se concentra en las comunas de Santiago, Puente Alto, Maipú, Las Condes, Ñuñoa y La Florida.

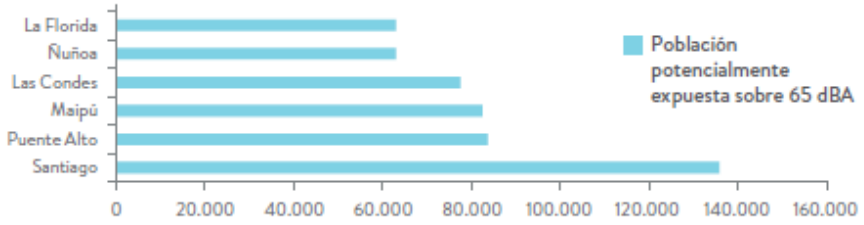


Gráfico 4. 5 Población expuesta a niveles sobre 65 dBA en las comunas más afectadas de la Región Metropolitana. Fuente: REMA, 2017.

Por otro lado, el estudio arrojó que de los 303 establecimientos de Salud, mas de la mitad en su fachada mas expuesta se encuentran en niveles inaceptables de ruido.

Establecimientos de Salud Horario Día	
32%	Aceptable
68%	sobre 65 dbA

Establecimientos de Salud Horario Noche	
20%	Aceptable
80%	sobre 55 dbA

Tabla 4. 27. Porcentaje de Establecimientos de Salud con contaminación ambiental en la RM

Asimismo, los establecimientos educacionales también se encuentran con niveles inaceptables de ruido en su fachada mas expuesta

Establecimientos Educacionales Horario Día	
29%	Aceptable
71%	sobre 65 dbA

Tabla 4. 28. Porcentaje de Establecimientos Educacionales con contaminación ambiental

El mapa de ruido modela los niveles de ruido en exteriores, donde la principal fuente de ruido corresponde al transporte terrestre, vehículos y trenes. Éste no es un promedio del ruido anual, sino que representa en la situación más frecuente de la ciudad en un día promedio, y por tal, no considera eventos especiales como manifestaciones (Universidad Austral de Chile, 2016).

El mapa de ruido en el Gran Santiago en horario de día y nocturno se representan en la *Imagen 3.7* e *Imagen 3.8*:

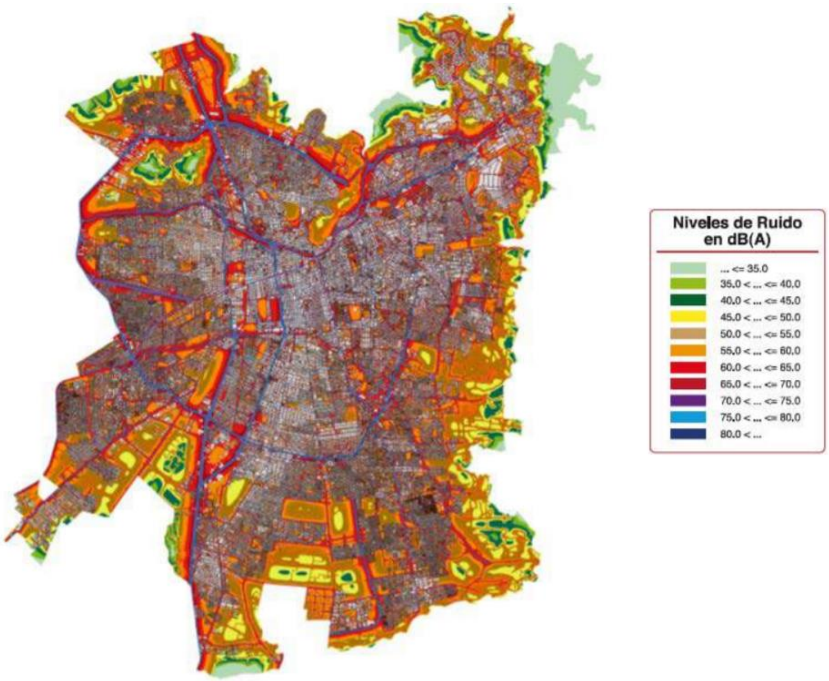


Imagen 4. 7 Niveles de Ruido en el Gran Santiago. Horario Diurno. Fuente: Ministerio del Medio Ambiente. Año 2017

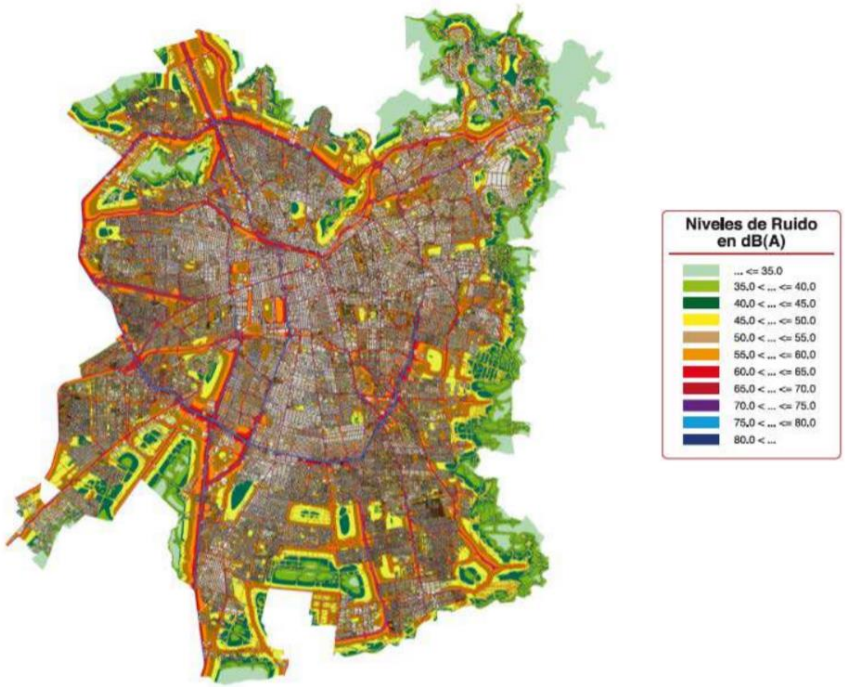


Imagen 4. 8 Niveles de Ruido en el Gran Santiago. Horario Nocturno Fuente: Ministerio del Medio Ambiente. Año 2017

El tránsito vehicular es la fuente de ruido mas significativa (70%) en las ciudades, por la alta demanda de viajes, y gran oferta de vías y medios de transportes (Universidad Austral de Chile, 2016).

La infraestructura de transporte, ya sean ferrocarriles, aeropuertos y ferrocarriles se han convertido en una gran fuente de ruido, tanto por el flujo de transporte, como por la cercanía con las comunidades (Ministerio del Medio Ambiente).

Otras fuentes de ruido son las actividades productivas como industrias, talleres, faenas de construcción, pubs y discotecas que están dispersas, pero que generan una gran importancia sobre el ambiente sonoro. Por otro lado, los actos y conductas ruidosas, como lo son los conciertos, fiestas en casa, sonidos de animales domésticos o actividades al aire libre son fuente en menor grado del ruido (Ministerio del Medio Ambiente).

Es necesario impulsar normativas ambientales, aislamiento acústico de las fachadas, entre otras acciones. Es de suponer que la utilización de buses eléctricos sería de gran ayuda para disminuir el ruido en las zonas, ya que éstos emiten 0 contaminación acústica.

Los coches eléctricos no emiten casi nada de ruido cuando circulan bajo los 30 kilómetros, pero luego de superar esa velocidad, se genera ruido por la fricción de las ruedas en el pavimento donde el motor no tiene participación en esa fuente de ruido. Muchos estudios demuestran que podrían incrementarse los números de accidentes con la circulación de estos vehículos, para el caso de personas con discapacidades severas en la visión. El número de atropellos no ha parado de incrementarse en los últimos años, y esto se debe, además de la mayor circulación de vehículos, por la expansión de la tecnología móvil entre los peatones y la excesiva confianza que dan los conductores a sus vehículos. Hay un 19% mas de probabilidades de ser atropellado por un coche eléctrico, que con aquellos con motorización interna (UrbanTecno, 2018).

Es por esto último que como normativa en Europa, desde el 2021, todos los autos eléctricos deben contar con un Avas *(Acoustic Vehicle Alert System),* dispositivo que suena como un motor tradicional, el cual se activará cuando se ande a velocidades menores a 12mph (19 km/h) (BBC, 2019).

4.17 Vehículos menores eléctricos

Los denominados vehículos menores, son las motocicletas, bicicletas, scooters, entre otros (Ministerio de Energía, 2018).

En el caso de la bicicleta ha resurgido como la alternativa ideal para movilizarse en la ciudad, amigable con el medio ambiente, mantiene el estado físico, y es muy rentable gracias a los bajos costos de mantenimiento (CityBiker, 2019).

La ciudad de Santiago en los últimos años se ha preparado para la circulación de estos ciclos, construyendo mas de 315 km de ciclovías, con el fin de que haya un espacio adecuado para ellos, al ser calificados como vehículos vulnerables en las calles. Estas rutas son altamente utilizadas, pues se realizan 617 mil viajes diarios en bicicletas. Del total de sendas destinadas a este tipo de vehículos, la comuna de Santiago lidera en extensión con 49,2 kilómetros. Seguido de la comuna de Providencia y La Pintana con 27 km y 25,1 km respectivamente (Infraestructura Pública, 2018).

Imagen 4. 9 Red de ciclovías Gran Santiago. Fuente: La Tercera

Actualmente en Santiago operan dos grandes sistemas de bicicletas públicas, BikeSantiago y MoBike.

BikeSantiago es el sistema mas antiguo de bicicletas públicas, que el año 2013 incorporó una red de bicicletas públicas, en donde el usuario debe acceder a ella mediante estaciones que se encuentran en las comunas de la capital. Actualmente está presente en 14 comunas de Santiago. El año 2017 se facilitó el uso de 3 bicicletas eléctricas, a modo de prueba, que facilitan el pedaleo, sobre todo en zonas con pendientes en la comuna de Lo Barnechea. Cada una de estas bicicletas, alcanza una velocidad máxima de 25 km/hr y una autonomía de 100 kilómetros, disponible para cargar en 5 estaciones dentro de esa misma comuna (Plataforma Urbana, 2016).

El caso de MoBike, es un nuevo sistema de bicicletas que está presente en seis comunas de Santiago que funciona mediante aplicación de smartphone para desbloquear la bicicleta que se puede encontrar en diferentes puntos de la comuna. Actualmente ya existe un modelo de bicicleta eléctrica que circula por China, llamado e-Bike, que se espera que llegue prontamente a Santiago.

Por otro lado, respecto a los scooters eléctricos, existen dos grandes empresas, Lime y Scoot. Ambas empresas funcionan de manera similar, donde el usuario debe desbloquear el scooter mediante la aplicación de smartphone, por lo que no necesita de estaciones. Los scooters Lime, se retiran en la noche, a una hora por definir, para recargarlos diariamente y devolverlos a las calles a primera hora de la mañana (Publimetro, 2018).

4.18 Ley de Convivencia de Modos

La nueva Ley de Convivencia de Modos, mas conocida como Ley de Convivencia Vial, viene a normar el uso, y relación de los distintos vehículos, regulando los lugares en los que podrán o no

transitar, la distancia mínima entre ciclistas y automóviles, equipamiento y zonas de adelantamiento. La ley fue aprobada en Marzo de 2018, y puesta en vigencia en Noviembre de ese mismo año, y fue apoyada activamente por mas de 100 organizaciones sociales de ciclistas y peatones víctimas de accidentes de tránsito (Gobierno de Chile, 2018).

El objetivo de la Ley, es poner en posición de igualdad a todos los modos de transportes en las vías, considerando que el 53% de los fallecidos en siniestros de tránsito corresponden a los usuarios mas vulnerables, como peatones, ciclistas y motociclistas.

El 6% del total de fallecidos en siniestros viales en nuestro país son ciclistas, y en la última década han fallecido 1.183 ciclistas en accidentes de tránsito. El año 2017 dejó 95 ciclistas fallecidos de un total de 3853 accidentes en los que estuvo involucrada la bicicleta, obteniendo una tasa de 2,94% de mortalidad por accidente.

Accidentes Bicicletas Año 2017	
Fallecidos	95
Lesionados	3236
Ilesos	522
Accidentes de tránsito involucrados	3853

Tabla 4. 29 Accidentes Bicicletas Año 2017. Elaboración Propia

Esta ley, hace una diferencia entre los vehículos motorizados y los ciclos, incluyendo en éste última categoría a los vehículos con asistencia eléctrica con potencia máxima de 0,25 kw que no superen los 25 km/hr.

Para los vehículos motorizados se disminuye la velocidad de 60 km/hr a 50 km/hr, además de mantener una distancia prudente con los ciclos de 1,50 metros durante toda la maniobra.

Los ciclos, vehículos de 1 o más ruedas propulsados por las personas situados en ellos, como por ejemplo, la bicicleta, patinetas, patines, monopatines, entre otros, deberán circular por la calzada derecha, siempre y cuando no haya ciclovía, en caso de existir, deben hacerlo por la ciclovía.

Además se obliga a los ocupantes de ciclos a utilizar elementos de seguridad, como focos y luces exteriores, casco protector, estar provistos de un aparato sonoro que emita sonidos de intensidad moderada, y contar con elementos reflectantes.

4.19 Taxis

Actualmente existen diferentes modalidades de taxis, los cuales según informa la Fiscalización de Transportes en su sitio web pueden ser:

- Taxi Básico: Se identifica por dar un viaje cuyo origen y destino es determinado por el pasajero, pudiendo contar con paraderos y se identifica claramente por sus colores negro y amarillo. El cobro de este servicio es exclusivo por medio del uso del taxímetro, la cual

tiene una tarifa base de 300 pesos, comúnmente llamada *bajada de bandera*, a la cual se le agrega una cifra que varía entre 110 y 140 pesos por cada 200 metros recorridos o 60 segundos, donde el ajuste depende de la voluntad de cada taxista.

- Taxi Ejecutivo: Es una submodalidad del taxi básico, y que sólo atiende viajes solicitados a distancia por cualquier persona, a través de distintos medios de comunicación, no pudiendo atender viajes solicitados en la vía pública, y no se le aplica la exigencia del color. El cobro del uso es mediante un taxímetro y se reconoce por su placa patente naranja con letras negras. Es comúnmente llamado radiotaxi.

- Taxis Colectivos: Es un servicio que sólo atiende viajes con un trazado previamente establecido. Se identifica por el color negro y por el letrero que deben llevar sobre el techo del vehículo, indicando el servicio y el trazado. La tarifa de éstos, debe ser anunciada por un letrero, ubicado en la parte inferior del parabrisas y al lado opuesto del conductor.

- Taxis de Turismo: Viaje destinado principalmente a pasajeros de hoteles, aeropuertos y otros, orientados a turistas. Estos vehículos operan con tarifa convencional y no utilizan taxímetro. Se identifican por ser siempre de color azul y con placa patente naranja con letras blancas.

4.19.1 Requerimientos

Actualmente a los taxistas deben cumplir con una serie de requerimientos para poder circular por las calles del país y recoger pasajeros. Estos requerimientos, además de tener un costo monetario, demanda mucho tiempo para obtenerlos, los cuales son:

- Un costo inicial de aproximadamente 10 millones de pesos por el derecho a circular como taxi.
- Renovar el auto si este tiene más de 12 años de antigüedad
- Seguro obligatorio para Accidentes Personales de más alto costo por ser transporte público de pasajeros, el cual ronda los 20 mil pesos.
- Revisión técnica que pueden llegar a ser 2 anuales.
- Control de Taxímetro

4.19.2 Modelos de taxis

Según un estudio realizado por EasyTaxi, actualmente el automóvil mas utilizado como taxi es el Nissan Tiida, con 3515 unidades, donde destaca por ser “económico, confortable y espacioso”, con un costo inicial que va desde los $7.590.000.

En segundo lugar, el modelo de taxi mas utilizado es el Hyundai Accent con 2548 automoviles, seguido del Toyota Yaris con 2122. En cuarto y quinto lugar se sitúan los modelos Hyundai Elantra con 838 unidades, y el Toyota Corolla con 789 vehículos respectivamente (Reyes, 2017).

MODELOS DE TAXIS MAS UTILIZADOS EN CHILE		
Modelo	Cantidad	Precio
Nissan Tiida	3,515	$ 7,590,000
Hyundai Accent	2,548	$ 6,990,000
Samsung SM3	2,197	-
Toyota Yaris	2,122	$ 7,790,000
Hyundai Elantra	838	$ 11,390,000
Toyota Corolla	789	$ 9,990,000
Nissan V16	563	-
Nissan Versa	172	$ 9,490,000
Nissan Sentra	145	$ 11,110,000
Hyundai Sonata	128	-

Tabla 4. 30 Cantidad de taxis inscritos en EasyTaxi por modelo, 2017. Fuente: Emol. Elaboración Propia

4.19.3 Emisiones de CO2 por modelo de vehículo

Los taxis tradicionales están regulados para que sólo puedan ser del tipo sedán. Las emisiones que emite cada vehículo, depende del modelo del auto, la cantidad de kilómetros recorrido y de su respectivo motor, donde existen algunos que contaminan mas que otros, y los índices van desde los 43 g/km , hasta 182 g/km.

Ecovehículos, realizó una lista con los autos que menos contaminan en la ciudad de México, difundida por el medio Motor Pasion en Abril de 2016, y donde se encuentra el modelo Toyota Yaris (el tercero mas popular dentro de los taxistas), el cual contamina 172 g/km (García, 2016).

Contaminación Toyota Yaris	
Kilómetros	CO2/km [g]
1	172
CO2 EMITIDO DIARIO (200 kms)	34400 [g]

Tabla 4. 31 Contaminación Vehículo modelo Toyota Yaris Año 2016. Fuente: Ecovehiculos

Asimismo, el consumo de bencina para este modelo de vehículo es de 15,2 km/litro en ciudad (Conducción Eficiente, 2019).

Consumo bencina Toyota Yaris	
Litros	Kilómetros
1	15.2
KILÓMETROS POR LITRO	15.2 [L]

Tabla 4. 32 Consumo bencina Vehículo modelo Toyota Yaris Fuente: Conducción Eficiente

4.20 Precios del combustible

El Reporte de Precios de combustibles en estaciones de servicio en Chile, se ha desarrollado para poner a disposición del público, reportes basados en información de precios de combustibles líquidos de uso vehicular del sistema Bencina en Linea, desarrollado por la Comisión de Energía (Reportes CNE, 2019).

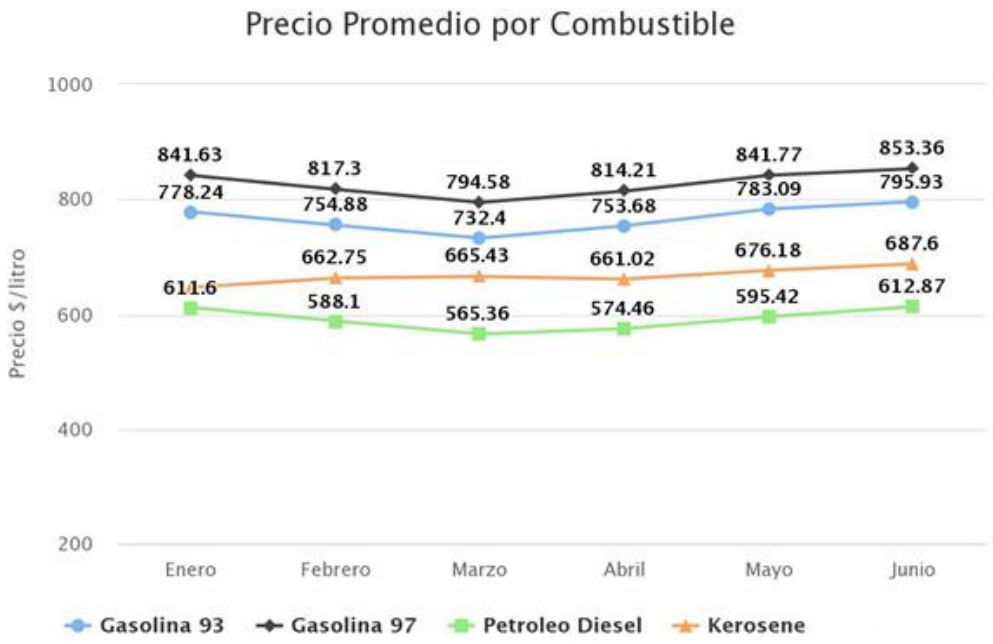


Gráfico 4. 6 Precio promedio por combustible en la Región Metropolitana. Año 2019. Fuente: Reportes CNE

Durante el año 2019, el precio ha sido muy variable, llegando la gasolina de 93 octanos a un precio de $732 el litro, y el máximo, en Junio con $795,93 por litro, lo cual comprende un diferencial de $63 pesos por litro. Esta variabilidad depende de factores económicos externos, dependiendo de la oferta y demanda de este combustible. Por otra parte, la gasolina de 97 octanos registra precios más altos, debido a su naturaleza por ser un tipo de gasolina más refinada.

El Anuario Nacional de Energía del año 2018, indicó que el Precio Promedio Nacional de la gasolina de 93 octanos y el petróleo diesel fueron de $799 y $595 respectivamente.

Precio del litro de Combustible	
Gasolina 93 Octanos	$ 799
Petróleo Diesel	$ 595

Tabla 4. 33 Promedio Precio Nacional del litro de Combustible. Fuente: Anuario Estadístico de Energía. Año 2018

4.20.1 Impuestos al combustible

Actualmente, los impuestos vigentes al combustible, según indica el Servicio de Impuestos Internos (SII, 2017) son tres:

1. Impuesto Valor Agregado, que corresponde al 19%.

2. Impuesto Específicos a los Combustibles establecidos en la Ley N° 18502, en donde se cobrará según lo indicado a continuación:
   Impuesto Base:
   a. Gasolina Automotriz: 6 UTM por metro cúbico.
   b. Petróleo Diesel: 1,5 UTM por metro cúbico.
   c. Gas Natural Comprimido: 1,93 UTM por 1000 metros cúbicos
   d. Gas Licuado de Petroleo: 1,40 UTM por metro cubico

3. Componente Variable que incrementarán o bajarán el Impuesto Base, de acuerdo al precio de paridad. Este componente variable estará gravado o actuará como crédito, considerando la diferencia entre el precio de paridad y el precio de referencia, según corresponda. El monto por metro cúbico será igual a la diferencia entre los dos factores nombrados.

La recaudación fiscal por concepto de impuesto específico a los combustibles es considerable, y la composición del precio que pagan los consumidores por la gasolina, es entre un 47% y un 49.8% corresponde a impuestos (específico e IVA). Por su parte, el diesel, tiene una menor relevancia, pero lo que se recauda por impuestos, entre específico e IVA corresponde entre un 26,3% y un 28,8%.

Combustible / Año		Precio en refinería	Margen bruto comercialización	IVA	Impuesto Específico	Precio promedio venta público
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Gasolina 93	2016	40,4%	9,7%	9,5%	40,3%	100%
	2017	43,2%	8,0%	9,7%	39,1%	100%
	2018*	45,3%	7,7%	10,1%	36,9%	100%
Kerosene	2016	56,1%	27,4%	15,9%	No Aplica	100%
	2017	58,9%	25,3%	16,0%	No Aplica	100%
	2018*	62,0%	22,1%	16,0%	No Aplica	100%
Diésel	2016	56,8%	14,4%	13,5%	15,3%	100%
	2017	59,5%	12,5%	13,7%	14,3%	100%
	2018*	62,6%	11,2%	14,0%	12,3%	100%

Tabla 4. 34 Desglose promedio porcentual del precio al público por combustible. Fuente: Análisis al Impuesto específico a los combustibles y MEPCO. Año 2018

Respecto a la recaudación fiscal por Impuesto Específico al Combustible, un 80.1% corresponde a impuesto a la gasolina, y 19.3% al impuesto diesel. Asimismo, su participación en los ingresos tributarios es la tercera con un 5.1% del total de este tipo de ingresos, sólo sobrepasado por el IVA (48.2%) y el Impuesto a la Renta (39.8%) (Bernal N. G., 2018).

4.21 Nuevas Tecnologías en el Transporte

La irrupción de nuevas tecnologías y de servicios de aplicaciones de transporte han generado un gran debate en la Región Metropolitana en primera instancia y luego en el resto de las regiones, puesto que por parte del gremio de taxistas les parece una competencia desleal que éstos circulen por las calles de la capital sin ningún permiso especial, ni se les exija licencia de conducir profesional (licencia que asegura que la persona conoce la normativa de tránsito y está capacitada para trasladar pasajeros).

En materia de transporte privado de pasajeros, la regulación aplicable se encuentra en el Decreto 80, el que sin lugar a dudas deja vacíos o espacios de interpretación que una regulación adecuada podría subsanar (Revista Capital, 2018).

Las aplicaciones mas conocidas son: Uber, Cabify y Beat, aplicaciones internacionales, y lo que el proyecto de Ley espera es obligar a estas aplicaciones a constituirse como empresas de transporte en Chile, a fin de que declaren y paguen impuestos, y se les permita a los taxis tradicionales ser parte de ellas. También se les exigirá la contratación de un seguro de responsabilidad civil para resguardar la seguridad de los usuarios, entre otras medidas, las que parecen colocar el foco donde corresponde, en beneficio de los miles de chilenos que utilizan el servicio, según indica la Revista Capital.

En Octubre de 2016, Cabify dio a conocer un estudio sobre el comportamiento de lo usuarios que utilizan esta aplicación para movilizarse en Chile. Del 100% de los usuarios que utilizan la aplicación, un 55% son mujeres, quienes lo usan por la seguridad que brinda el sistema, y la gran mayoría se moviliza en Providencia y Las Condes. Otro dato que dejó el estudio, fue que la mayoría de los usuarios tienen entre 25 y 60 años de edad, quienes corresponden al 60%, personas con trabajo estable (CIVICO Santiago, 2016).

En Cabify, el 80% de los viajes se realizan en hora punta, y los momentos de mayor demanda se desarrollan los días de semana, de Lunes a Viernes, entre las 07:00 y 10:00 de la mañana, y de 17:00 a 20:00 horas. Asimismo, los fin de semana, la mayor actividad frecuenta entre las 22:00 y las 05:00 de la mañana y domingos entre las 12:00 a 16:00 horas (CIVICO Santiago, 2016).

Las aplicaciones de taxis que se han lanzado al mercado, y que tienen el apoyo de la Confederación de Taxistas de Chile (Confenatach), tales como EasyTaxi, Taxicity, entre otras, han invertido mucho en marketing, sin embargo no han podido ganarle la batalla a las aplicaciones internacionales que dominan el mercado.

Recientemente, Cabify anunció que EasyTaxi se incorporó a su plataforma inicial en Chile, es decir, que los usuarios podrán usar ambos servicios desde una misma aplicación, de esta manera los taxistas podrán acceder a muchos más usuarios que con los métodos tradicionales (FayerWayer, 2018).

Uber tiene 70.000 conductores, donde el el 67% de ellos maneja menos de 10 horas a la semana, por lo que tienen un horario mucho mas flexible. Por otra parte, 21.000 dedican más de 40 horas semanales a este trabajo. Asimismo, Cabify cuenta con 25.500 choferes y 11.500 a jornada completa. La cantidad de conductores permanentes en el país son 23.000, el mismo número de taxis básicos que hay en la Región Metropolitana (Economía y Negocios, 2018).

Estas nuevas tecnologías, tienen el gran potencial de generar muchos datos, con el fin de analizar a la gente de dónde para dónde se traslada, los tiempos de viaje y en qué horarios. Es por esto que la plataforma Uber, ha desarrollado Uber Movement, que actualmente está disponible en varias ciudades del mundo, y en Chile sólo está disponible para la ciudad de Santiago.

Estas plataformas de transporte tienen una alta eficiencia de costos, ya que a diferencia del taxi, gracias a la tecnología permiten mayor tasa de utilización de los vehículos (menor tiempo y distancia sin pasajeros), lo que se transfiere en un ahorro de tiempo y combustible, es decir, mayor ingreso por hora para los conductores, y menor tiempo de espera para los pasajeros (Gana, 2018).

Por último, se estima que los trabajadores de las aplicaciones Uber y Cabify representan al 1,13% de los ocupados y un 5,3% de los trabajadores por cuenta propia, lo cual implica que este trabajo impacta fuertemente en los balances de tasa de desempleo (LaNación, 2018).

5 METODOLOGÍA

En primer lugar, para el desarrollo de esta memoria se han empleado diversas fuentes para obtener la información para determinar la problemática inicial y los antecedentes, basado en información tanto cualitativa como cuantitativa, con el objetivo de identificar la base teórica en el tema de la electromovilidad.

Los índices cuantitativos se han obtenido de publicaciones oficiales del Gobierno de Chile, de los ministerios, y de organismos e instituciones expertas en el tema.

5.1.1 Emisiones de Aire del Transporte en Ruta

En el RETC, las emisiones del transporte en ruta, se estiman de acuerdo a un modelo de transporte elaborado por el Programa de Viabilidad y Transporte Urbano del SECTRA, la cual consiste en estimar los niveles de actividad de las diferentes categorías vehiculares y asociarles a cada una de ellas un factor de emisión. Para los vehículos motorizados, el nivel de actividad es representado por el kilometraje recorrido por el vehículo en el tiempo, y en el área donde se desarrolla (Ministerio del Medio Ambiente, 2018).

Adicionalmente, se obtuvo información de seminarios de Electromovilidad realizados en la Región Metropolitana, y de entrevistas de larga duración con cuestionario previamente preparado a investigadores, y a representantes de las instituciones involucradas.

Finalmente, se realiza un análisis de costos desde el punto de vista del Estado para medir la rentabilidad social, ya que es muy necesaria para darles un valor cuantitativo a beneficios cualitativos, la cual está basada en las Metodologías y Precios Sociales del Ministerio de Desarrollo Social, que constituyen Documentos Oficiales para la formulación y evaluación social de iniciativas de inversión pública en el marco del Sistema Nacional de Inversiones de Chile (SNI) (Ministerio de Desarrollo Social; Bejerano, 2018).

6 PROYECTO

Existirán dos escenarios, situación con proyecto y situación sin proyecto.

6.1.1 Situación con proyecto

Se considera el reemplazo de la flota de taxis por taxis eléctricos, teniendo en cuenta los kilómetros recorridos proyectados por los taxis de la Región Metropolitana, y el ahorro de emisiones de CO2 que se dejarían de emitir por recargarse mediante energía eléctrica y no por combustible de origen fósil.

Además, se considera la infraestructura necesaria para la libre circulación de este tipo de vehículos por las calles, que incluye las electrolineras y el personal humano que se debe capacitar para que cuente con las habilidades técnicas para su debido mantenimiento, y los incentivos que se darán a los taxistas como el ahorro en gasto de permiso de circulación, entre otros.

6.1.2 Situación sin proyecto

Se considera la libre circulación de los taxis en circunstancias normales y cotidianas al día de hoy, tomando en cuenta factores como el gasto en combustible según los kilómetros recorridos proyectados por los taxis de la RM, los mantenimientos, emisiones de gases contaminantes y permisos de circulación del vehículo.

Es importante considerar indicadores económicos comparables entre estas dos situaciones para evaluar qué tan beneficioso resulta para la economía un recambio de la flota de taxis.

7 DESARROLLO

7.1 Alcance

La Región Metropolitana es la mayor emisora de fuentes contaminantes del transporte en ruta en el país, representando el 63% de las emisiones del transporte en ruta de todo el país *(Tabla 6.1)*.

TRANSPORTE EN RUTA	
REGIÓN	CO2 [T]
Región Metropolitana	8,633,941
País	13,749,435
% DE PARTICIPACIÓN	62.79%

Tabla 7. 1 Contaminación de Participación del Transporte en Ruta en R.M Fuente: RETC, 2016

Bajo estos antecedentes, este trabajo se enfoca en la Región Metropolitana. Asimismo, es importante señalar que estas emisiones se generan, en mayor medida por la combustión interna del motor del vehículo que está en circulación.

El transporte público, junto con el transporte de carga son los que más kilómetros recorren durante el día. Actualmente, se han tomado medidas para el transporte de pasajeros con el nuevo estándar RED, que incluye buses eléctricos y buses que cumplen con la normativa EURO VI, sin embargo, lo que respecta al transporte público menor aún no, por lo que este proyecto toma en cuenta los taxis de la Región Metropolitana en todas sus modalidades; taxi básico, taxi de turismo, taxi colectivo y taxi ejecutivo.

7.2 Estudio Técnico

7.2.1 Autonomía

La autonomía de los vehículos eléctricos es de unos 250 kilómetros en promedio, lo cual hace que se deban recargar casi a diario si es que se recorren distancias muy grandes, como es el caso de los taxis en la Región Metropolitana, que según cifras del gremio, es entre 200 y 300 kilómetros la distancia promedio que recorren, dependiendo de factores externos, como el día de la semana y el sector donde circula.

AUTONOMÍA	
Vehículo	**Autonomía [Km]**
Toyota Yaris	**630**
Vehículo Eléctrico	**250**

Tabla 7. 2 Autonomía de los vehículos comparativos. Elaboración Propia

Es importante tener un factor de seguridad durante la circulación del vehículo que prevenga que el vehículo quede en *panne,* acción que realizan las empresas de buses eléctricos que actualmente circulan por la ciudad de Santiago. Para prevenir este tipo de situaciones están las electrolineras, donde actualmente hay 81 en la Región Metropolitana, correspondiente al 54% de las presentes en el país.

Electrolineras	
Región Metropolina	81
País	149
% Electrolineras en R.M	54%

Tabla 7. 3 Electrolineras en la Región Metropolitana. Fuente: SEC, 2019

La evidencia a nivel internacional demuestra que los dueños de los vehículos eléctricos tienen su propio cargador eléctrico en su domicilio, para poder utilizar la recarga de éste durante la noche, lo cual a largo plazo es económicamente mas rentable, sin embargo esto se traduce en tiempos de carga muy largos, entre 7 a 10 horas, y como los trayectos de circulación de un taxi son, en promedio mayores que su autonomía, el vehículo no le permitirá completar su cuota necesaria, interrumpiendo la jornada del taxista cada día que supere los 250 kilómetros, teniendo la obligación de recargar el vehículo en alguna electrolinera cercana y que sea compatible con su vehículo.

Otros tipos de vehículos eléctricos, tales como los de hidrógeno con celdas de combustible permitirían una mayor autonomía o los híbridos enchufables, sin embargo el valor comercial de los

vehículos de hidrógeno con celdas de combustible es mayor, lo cual no justifica desembolsar un mayor costo inicial. Por otra parte, los vehículos híbridos enchufables es una tecnología de transición, y tampoco cumpliría con el objetivo principal de evitar disminuir las emisiones contaminantes, puesto que la componente eléctrica es de una baja autonomía, haciendo que el vehículo igual emita estos componentes luego de consumir la energía de la batería.

7.2.2 Electrolineras

Los tiempos de carga, para llegar hasta el 80% de carga completa son variables y dependen de varios factores, los cuales son: la potencia disponible en el cargador, la capacidad de almacenamiento de la batería que posea el vehículo, la potencia máxima permitida y el control de la temperatura en la batería (Ministerio de Energía, 2018).

Capacidad de energía de la batería en [kWh]	Potencia disponible en el cargador							
	AC						DC	
	2,2 [kW]	3,5 [kW]	7[kW]	11 [kW]	22 [kW]	43 [kW]	50 [kW]	175 [kW]
24	11 h	5,5 h	3,5 h	1,5 h	50 min	25 min	20 min	7 min
30	14 h	7 h	3 h	2 h	1 h	30 min	30 min	8 min
40	18 h	9 h	4,5 h	3 h	1,5 h	45 min	40 min	11 min
53	24 h	12 h	6 h	4 h	2 h	1 h	50 min	15 min
85	39 h	19 h	9,5 h	6 h	3 h	1,5 h	1,3 h	23 min
90	41 h	20 h	10 h	6,5 h	3,5 h	1,5 h	1,5 h	25 min

Tabla 7. 4 Tiempo de Carga vehículo eléctrico. Fuente: Guía Electromovilidad. Ministerio de Energía. Año 2018

Sin embargo, si se utiliza constantemente la carga rápida disponible en las electrolineras de alta potencia, disminuye la capacidad de almacenamiento de la batería del vehículo rápidamente.

La vida útil en promedio es de unos 15 años para su uso para el transporte, sin embargo, en 8 años la batería del vehículo sólo llegaría a una capacidad de 80%, y al final de los 15 años esta llegaría a un 65% de capacidad (Hachim Campos, 2018).

Los taxis en la Región Metropolitana, no podrían circular adecuadamente con un 65% de capacidad en su batería, dado que afectaría gravemente a su autonomía, y tendrían que detenerse a media jornada a recargar el vehículo en más de una oportunidad, lo cual gastaría tiempo valioso en su horario laboral, el cual puede llegar a superar los 60 minutos, dependiendo de la potencia del cargador que se utilice, disminuyendo sus ingresos y aumentando costos. Adicionalmente, en proporción, las electrolineras de la ciudad se encuentran concentradas en el sector oriente de la capital, lo cual implicaría que sólo debiesen circular por esas comunas, o invertir los pocos kilómetros de autonomía que le quedan para llegar al lugar de recarga, es por esto que sólo se considerarán los primeros 8 años de vida útil para realizar el recambio de batería.

Vida Útil Batería	
Batería Ion-Litio	Años
1	8

Tabla 7. 5 Vida útil Batería Vehículo Eléctrico. Fuente: Seminario Electromovilidad. Año 2019

La utilización de cargadores de red domiciliaria es la más común dentro de los vehículos eléctricos, puesto que cargándolo durante toda la noche es posible recargar el vehículo en un 80%, porcentaje aconsejado, ya que después de ese porcentaje en general los vehículos realizan revisiones automáticas y demoran mayor tiempo.

En el caso de los buses y otras empresas comerciales; flotas cautivas que han adoptado vehículos eléctricos, cuentan con electroterminales propios y no requieren de recargas externas, sin embargo, estas flotas tienen un recorrido predeterminado, lo cual hace que el kilometraje no sea un factor determinante, ya que se anticipan a la recarga del vehículo. Situación similar ocurriría para los taxis colectivos que también tienen un recorrido predeterminado y podrían anticiparse al el momento óptimo para la recarga, a diferencia de los taxis básicos, ejecutivos o de turismo que el origen y destino de cada viaje lo determina el propio pasajero.

Los conductores de taxis son muchas veces dueños de los vehículos o están contratados por agencias, pero la gran mayoría estaciona el vehículo en su propio hogar. La instalación de un cargador eléctrico domiciliario es necesario para un vehículo que recorre grandes distancias diariamente, y la instalación no es muy complicada para casas. En el caso de los edificios modernos, tienen la posibilidad de instalar una electrolinera interna, sin embargo los edificios antiguos están en desventaja, porque no fueron diseñados para eso.

7.3 Estudio de Mercado

7.3.1 Participación de Mercado

Actualmente existen más vehiculos de aplicaciones de transporte que taxis, donde en Chile hay 50 mil choferes inscritos en la plataforma de Uber a nivel nacional. La cantidad de usuarios incrementó en gran cantidad, tanto de pasajeros, como de conductores el año 2016, ya que la plataforma Uber permitió pago en efectivo, lo que se expandió más aún al público que pide el servicio.

Las plataformas de transporte son la principal competencia para los taxistas, y tienden a tener menores precios, ya que gracias a la tecnología, permiten una mayor tasa de utilización de los vehículos (menor tiempo y distancia sin pasajeros), lo que se transfiere en una reducción de tiempo y combustible (por mayor velocidad promedio). Asimismo, en mayor ingreso por hora para los conductores, y en menor tiempo de espera para los pasajeros, una ventaja imposible de reproducir fuera de las plataformas gracias al uso de la tecnología (Gana, 2018).

Las plataformas de transporte poseen una mayor concentración de clientes jóvenes menores a 40 años, ocupados, y con relativamente mayores ingresos que la población nacional y regional. Sin

embargo, los usuarios de las aplicaciones de transporte, no se utiliza como un medio de transporte principal ni secundario, sino que para el ocio o trámites (Comisión Nacional de Productividad, 2018).

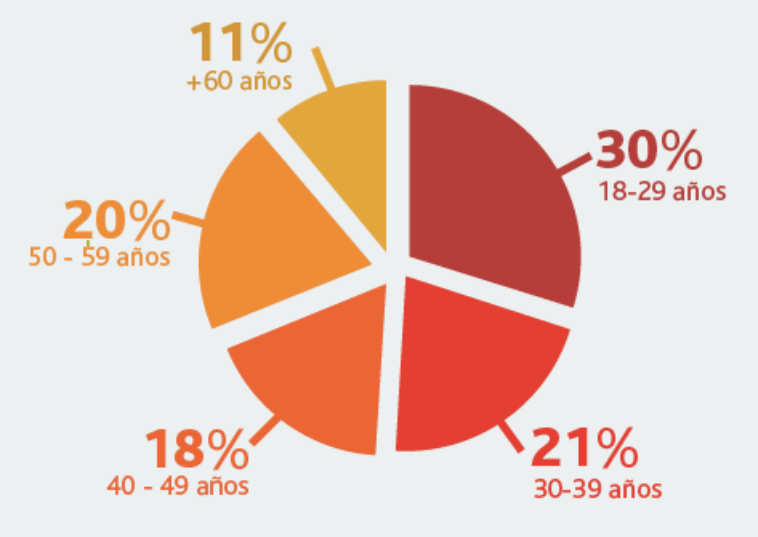


Gráfico 7. 1 Distribución de Usuarios Frecuentes según rangos etarios. Fuente: Análisis de Plataformas Digitales Transporte. Comisión Nacional de Productividad. Año 2018

Las plataformas de transporte es utilizada en su mayoría como un sustituto del taxi y del sistema de transporte público, dado que ofrece una mayor comodidad, seguridad, seguido de que es más barato que otras alternativas (Comisión Nacional de Productividad, 2018).

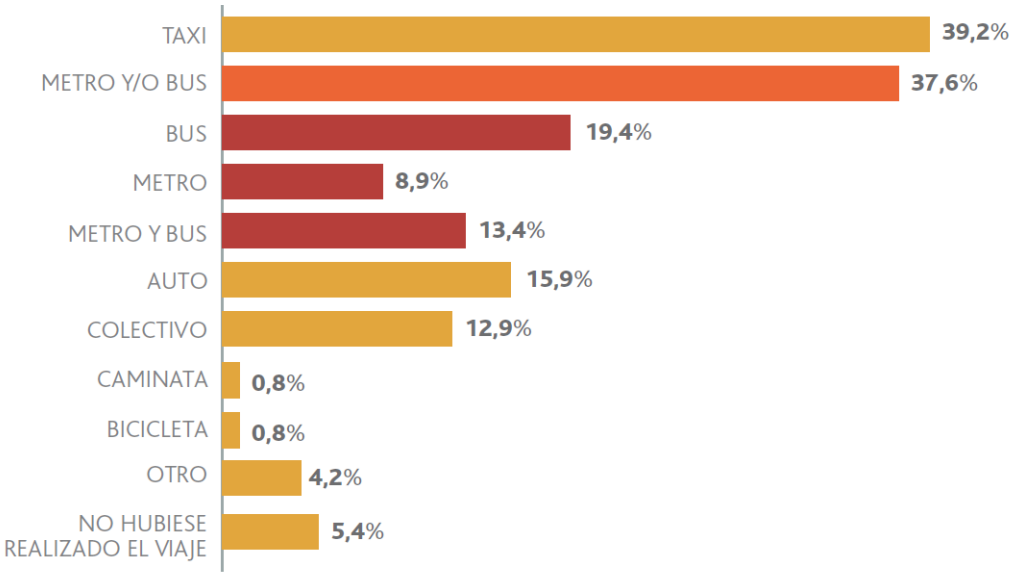


Gráfico 7. 2 Sustituto de los viajes en plataformas de transporte. Fuente: Análisis de Plataformas Digitales Transporte. Comisión Nacional de Productividad. Año 2018

7.3.2 Percepción de los usuarios

Los estudios han demostrado que los taxis, según la percepción del pasajero, están categóricamente peor evaluados que las principales plataformas de transporte.

Las denuncias a los taxistas el año 2016 llegaron a 509, donde el 75% de ellas correspondían a problemas con tarifas o al taxímetro.

DENUNCIAS A TAXIS R.M 2016	
Total	509

Tabla 7. 6 Denuncias al Ministerio de Transporte hacia taxistas en la Región Metropolitana. Fuente: Comisión Nacional de Productividad. Año 2016

En la encuesta realizada por la ODECU el año 2017, se encontró que los taxis demostraron utilizar su celular personal para responder mensajes personales. Asimismo, debido a la experiencia de conocer las calles de la región muestran conocimientos de las rutas de tránsito, tomando vías alternativas y con ello aumentando considerablemente el tiempo de viaje y en consecuencia, el costo del viaje.

Aspectos a evaluar	Cabify	Easy Taxi	Taxi básico	Uber	Promedio
Saludo al usuario	7,0	6,4	4,1	6,6	6,0
Trato y cortesía del conductor	6,7	6,2	4,8	6,5	6,0
Presentación personal del conductor	6,9	5,9	4,2	5,8	5,7
Variaciones o cumplimiento del recorrido	6,4	5,8	6,4	6,5	6,3
Uso de cinturón de seguridad en el conductor	7,0	6,0	5,3	7,0	6,3
Información sobre uso de cinturón de seguridad para el ocupante	2,7	1,0	1,0	2,6	1,8
Estado exterior del vehículo	6,9	6,0	5,4	6,5	6,2
Estado interior del vehículo	6,9	5,5	5,6	6,5	6,1
Higiene y limpieza del vehículo	6,9	5,4	5,3	6,3	6,0
Uso de vías exclusivas para transporte público[ss]	6,9	7,0	5,7	6,9	6,7
Uso del celular durante la conducción	6,1	6,3	6,3	4,5	5,8
Velocidad de operación	6,7	6,4	4,8	6,7	6,2
Desempeño y seguridad de la conducción	6,7	6,4	5,1	6,3	6,1
Seguridad del usuario al descender del vehículo	6,9	6,0	5,2	6,4	6,1
Promedio de notas	6,5	5,7	4,9	6,1	5,8

Tabla 7. 7 Percepción Usuarios Plataforma de Transporte. Fuente: ODECU, 2017

El aumento del uso de estas aplicaciones es considerable desde que se iniciaron el año 2015, donde se puede apreciar que los usuarios están muy interesados, donde Uber lleva la gran ventaja en comparación a las otras empresas de aplicaciones digitales.

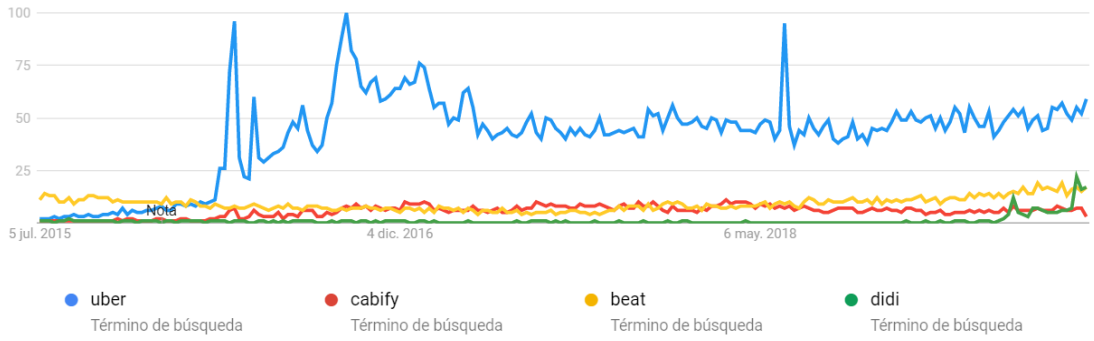


Gráfico 7. 3 Búsquedas en la web de las aplicaciones de transporte en la Región Metropolitana. Fuente: Google Trends. Año 2019

Para las diferentes opciones de transporte de taxi, las búsquedas han disminuido considerablemente, donde actualmente el término mas buscado es taxi, seguido de colectivo y en último lugar radiotaxi.

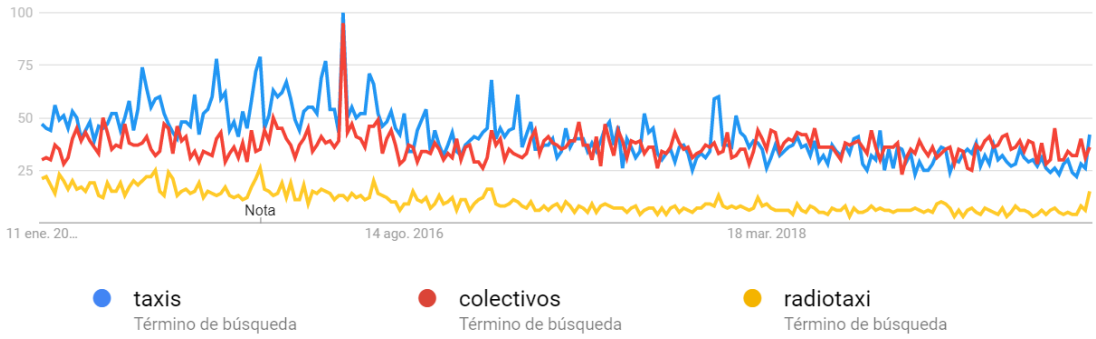


Gráfico 7. 4 Búsquedas en la web de diferentes opciones de taxis en la Región Metropolitana. Fuente: Google Trends. Año 2019

Comparando la aplicación de transporte mas utilizada; Uber, con el término de búsqueda; Taxi, es posible notar el impacto que ha traído para los taxistas la irrupción de estas nuevas tecnologías, donde el segundo semestre del año 2016 logró superarla en cantidad de búsquedas.

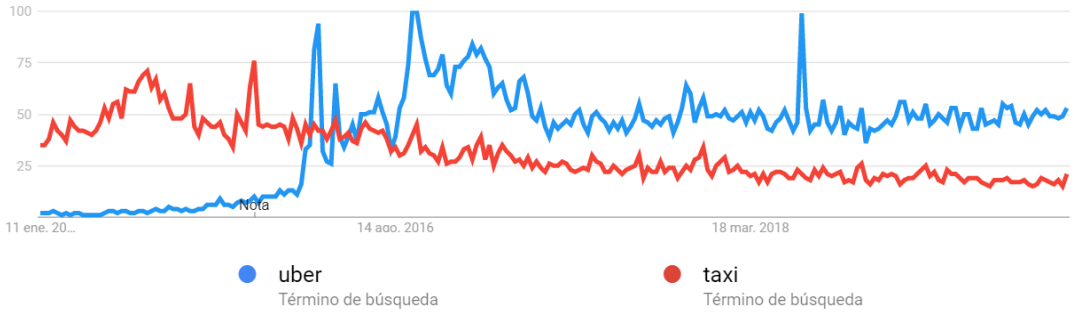


Gráfico 7. 5 Comparación de Búsquedas entre término Uber y Taxi en la Región Metropolitana entre 2015 y 2019. Fuente: Google Trends. Año 2019

7.3.3 Transporte verde

La satisfacción de los usuarios del transporte público, con respecto a la renovación de la flota a buses eléctricos y con normativa Euro VI con el nuevo estándar RED es muy positiva, en la cual se ha podido comparar y medir el impacto que ha tenido la incorporación de estos nuevos tipos de buses.

Los estudios realizado por la Dirección de Tránsito Metropolitano arrojaron que si un servicio es operado por buses con nuevo estándar, la satisfacción de los usuarios con su recorrido tiende a aumentar considerablemente (Dirección de Transporte Público Metropolitano, 2019).

De 1 a 7, como en el colegio, en general ¿con qué nota evalúa el servicio entregado por el recorrido?	Estándar Transantiago	Estándar Red 2% de los servicios operando con nuevo estándar	Aumento Satisfacción
SERVICIOS METBUS 516 - 507c - 519	5,6	6,3	+0,7
SERVICIOS METBUS 408 - 408e*	4,8	5,8	+1,0
SERVICIOS VULE 111 - 126*	4,5	5,8	+1,3
PROMEDIO PONDERADO	5,2	6,1	+0,9

Tabla 7. 8 Resultados de con qué nota evalúa el servicio entregado por el recorrido. Fuente: DTP. Año 2019

Asimismo, las empresas multinacionales, están comprometidas con un transporte ejecutivo sin emisión, como es el caso de Engie, TransVip o E-Mov, quienes presetan un servicio multimodal de

transporte ejecutivo carbono neutral que poseen en su flota a vehículos 100% eléctricos. En el caso de esta última, adicionalmente entrega un valor agregado, ya que emite un certificado mensual de disminuición de CO2, dado que los beneficios de este tipo de vehículos son medibles, trazables y demostrables.

7.4 Estudio Ambiental

Los vehículos eléctricos no contaminan nada operacionalmente, es por esto que los países que tienen energía renovable pasarse a eléctrico conviene bastante, ya que en caso contrario, si su matriz energética dependiese totalmente del carbón, sería tan sólo trasladar el problema desde la fuente de emisión a la generación de energía.

En el caso de Chile, se han hecho los esfuerzos para descarbonizar la matriz energética, con el uso creciente de energías renovables y la incorporación de tecnologías energéticas. En los últimos 4 años, la evolución de los proyectos de generación eléctrica declarados en construcción han tenido una fuerte participación las energías renovables no convencionales (Comisión Nacional de Energía, 2018).

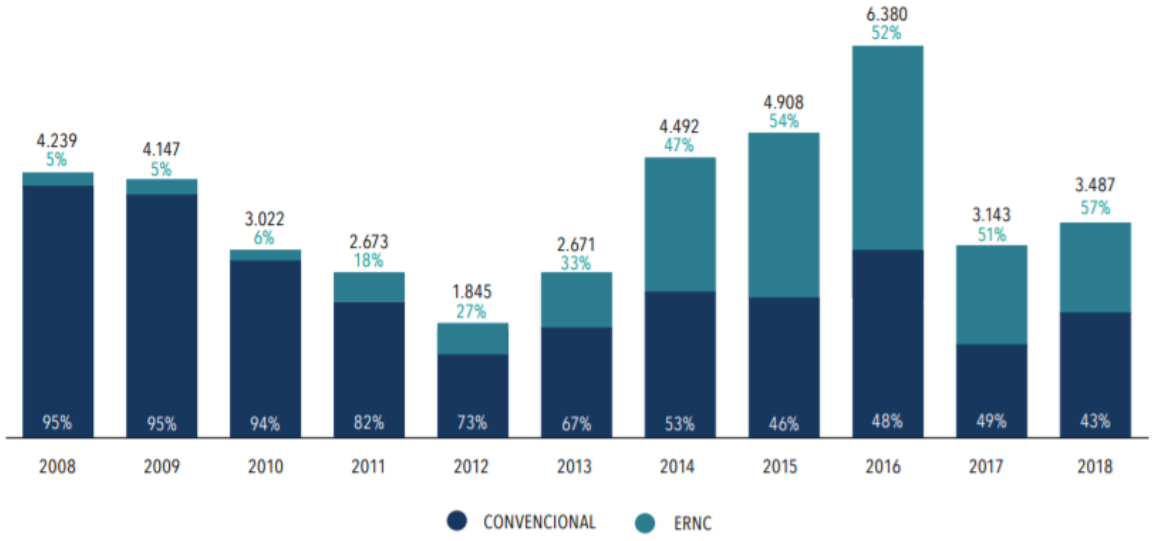


Gráfico 7. 6 Evolución de los proyectos de generación eléctrica declarados en construcción en MW. Fuente: Anuario Estadístico de Energía 2018. Comisión Nacional de Energía

La meta es que el año 2025 la participación de las energías renovables no convencionales dentro del año sea de un 20%, la cual está próxima a cumplirse, ya que el año 2018, estas lograron aportar un 18% a la matriz energética, con un 9,39% de energía solar, seguido de 6,02% energía eólica, y un 3,02% en energía hidráulica.

Es por esto que la oportunidad para Chile de invertir en electromovilidad con vehículos eléctricos es beneficiosa y podría dar solución (en parte) a combatir contra las emisiones mas importantes.

Enfocarse en los taxis es un punto muy relevante porque son vehículos que están en circulación durante gran parte del día, emitiendo diariamente mas que un vehículo particular común que se

utiliza en su mayoría para un solo fin, que es el traslado desde el hogar al trabajo, donde el vehículo se mantiene estacionado por gran parte del día y se utiliza durante las horas peaks.

El transporte colectivo tiene un rol muy importante en las ciudades porque ayudan a descongestionar las calles y avenidas principales. Actualmente en el país ya se han adoptado medidas con la renovación de los buses del Transantiago con el nuevo estándar RED, pero no con los taxis.

7.4.1 Ahorro de CO2

El ahorro del carbono que se dejará de emitir irá aumentando año a año, dado que más taxis irán siendo renovados, conforme la tasa de reemplazo, y dejarán de emitir gases de efecto invernadero.

Cada taxi ejecutivo o de turismo incorporado con esta nueva tecnología, impide la liberación de 3 toneladas de CO2 (Reporte Sostenible, 2018)

Asimismo, el taxi colectivo, o el taxi básico dejarán de emitir 6,8 toneladas de CO2 anualmente, debido a la mayor cantidad de kilómetros recorridos en un año. Esta disminuición de emisiones podría aumentar hasta llegar a 10,1 toneladas si el vehículo se recargara con fuentes de generación totalmente limpias, sin embargo como la matriz energética actualmente sólo posee un 20% de energías renovables no convencionales, la huella de carbono se traspasa al vehículo al utilizar esa energía para el desplazamiento.

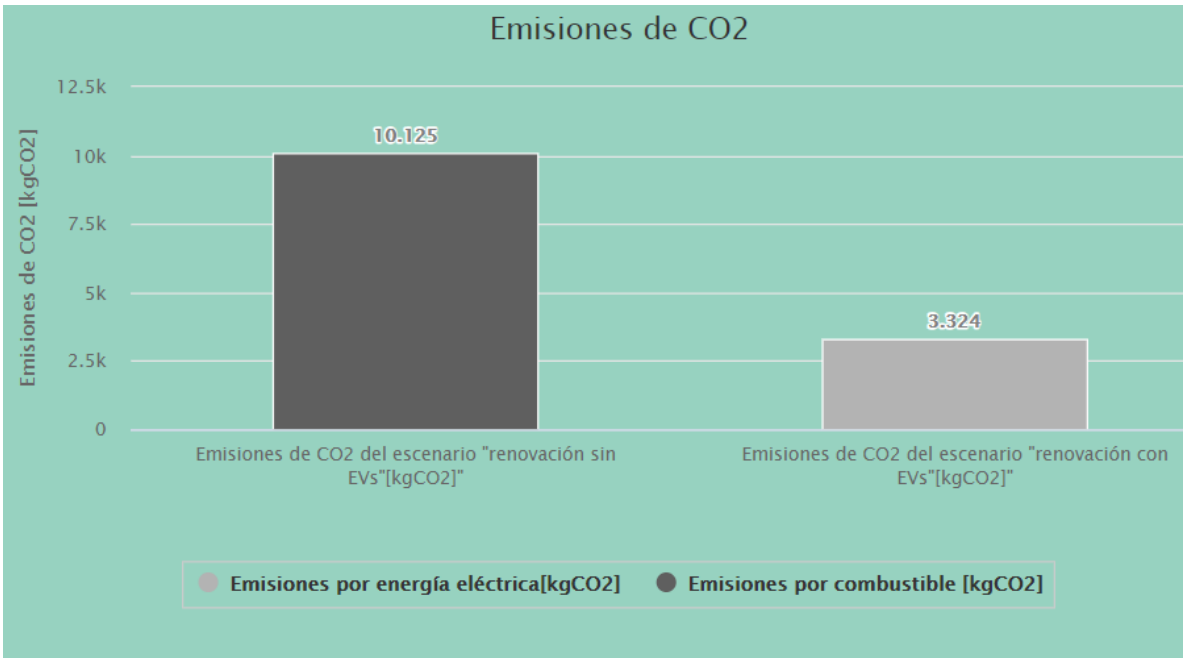


Tabla 7. 9 Emisiones generadas por un vehículo convencional y un vehículo 100% eléctrico. Fuente: Plataforma Electromovilidad.

Finalmente, se calcula un promedio ahorro de emisiones por taxi, el cual resulta 6,43 toneladas al año.

EMISIONES DE CO2 ANUAL		
Tipo de Taxi	Taxi Básico y Taxi Colectivo	Taxi Ejecutivo y de Turismo
CO2	6.8	3
Proporción	90.15%	9.85%
PROMEDIO DE AHORRO DE EMISIONES	6.43	

Tabla 7. 10 Promedio de Ahorro Generado por un taxi eléctrico anualmente. Elaboración Propia

El ahorro de CO2 se acumula año a año, puesto que cada año se reemplazarán más taxis convencionales por vehículos eléctricos y se sumarán a los ya existentes, contribuyendo positivamente a la disminución de gases de efecto invernadero emitidos.

7.4.2 Disminución del Material Particulado

El transporte en ruta es en un 48,5% responsable de la emanación de material particulado fino (MP 10 y MP 2,5) en la Región Metropolitana, el cual también podría verse disminuido ya que los taxis aportan en gran medida a la emisión de este material contaminante al estar durante gran parte del día en circulación, y en un 50% sin pasajeros.

Esta situación se intensifica en la Región Metropolitana, donde el transporte en ruta tiene una mayor participación, al tener la ciudad con mayor población, lo cual representa un 74,9% de las emisiones

Actualmente, los taxis colectivos en el país emiten 147,6 toneladas de material particulado fino, donde 112,5 toneladas corresponden a MP 2,5, que es el componente más contaminante y dañino para la población.

CATEGORÍA VEHICULAR	CO	CO_2	MP_{10}	$MP_{2,5}$	NO_X	SO_2
Buses	3.451,07	1.029.360,70	428,29	408,78	13.255,02	11,32
Camiones	2.216,26	823.287,52	358,07	348,90	8.637,28	7,87
Motocicletas	9.319,09	81.951,32	36,60	32,60	330,43	1,54
Taxis-Colectivos	8.974,86	1.302.687,57	147,61	112,58	1.564,02	22,69
Vehículos comerciales	60.883,84	4.422.275,41	1.854,73	1.757,84	13.865,97	60,44
Vehículos medianos	347,81	23.001,02	3,89	3,89	89,42	0,34
Vehículos particulares	111.709,88	6.066.871,38	547,53	387,41	16.431,32	103,50
Total	**196.902,80**	**13.749.434,94**	**3.376,72**	**3.052,00**	**54.173,46**	**207,71**

Tabla 7. 11 Composición de Emisiones de Transporte en Ruta por Categoría Vehícular en el país. Fuente: RETC. Año 2017

Esta disminuición del material particulado en la capital es relavante, puesto que tendría muchas consecuencias positivas en la población:

- Disminuición de Alertas Ambientales, Pre-Emergencias y Emergencias Ambientales
- Disminuición de hospitalizaciones por enfermedades respiratorias
- Disminuición de Consultas Médicas en periodos declarados como Episodios Críticos
- Aumento del deporte al aire libre

7.5 Propuesta

7.5.1 Emisiones por tipo de taxi

Las emisiones de cada taxi depende del tipo de convertidor catalítico que posea el motor de combustión interna, tipo de combustible fósil que utilice, velocidad promedio de circulación, sin embargo el factor más relevante es la cantidad de kilómetros recorridos que el vehículo circule.

7.5.1.1 Taxis Básicos y Colectivos

En el caso de los taxis básicos son la mayoría de la Región Metropolitana, con 23.529 vehículos, representando un 56% de los taxis de la Región. Por otro lado, los taxis colectivos corresponden a 14.152, representando el 33,8% de los taxis de la región.

Estos tipos de taxis recorren aproximadamente unos 200 ó 300 kilómetros diarios, lo que se traduce en aproximadamente a 50.000 y hasta 90.000 kilómetros anuales, promediando unos 70.000 kilómetros (Boletín 2.701-15, 2004).

En lo que corresponde al combustible fósil necesario para ponerse en marcha, el taxi convencional en ciudad anualmente se debería recargar con entre 4500 y 4800 litros de gasolina ó petróleo, según corresponda (Plataforma de Electromovilidad, 2019).

7.5.2 Taxis Ejecutivos y Taxis de Turismo

En el caso de esta modalidad de taxis, ambas representan 4.119 vehículos de este tipo, representando un 9,8% de los taxis de la región, donde en proporción, hay 5 veces más taxis ejecutivos que taxis de turismo *(Ver Anexo).*

TAXIS REGIÓN METROPOLITANA		
Tipo de Taxi	**Cantidad**	**%**
Taxi Básico y Taxi Colectivo	37,681	90.15%
Taxi Ejecutivo y Taxi de Turismo	4,119	9.85%

Tabla 7. 12 Cantidad de Taxis existentes en la Región Metropolitana. Fuente: INE, 2017

Este tipo de taxis, por su parte, operan de manera diferente a los taxis básicos o colectivos, ya que no deben tomar pasajeros directamente desde la calle mientras están en circulación, sino que por un canal de comunicación diferente, lo cual permite que el vehículo este detenido una parte del

tiempo y por tanto, los kilómetros recorridos anual son menor, en promedio, que las otras modalidades de taxis. Asimismo, la cantidad de litros de combustible que utiliza es menor, correspondiente a 1300 litros anuales.

De acuerdo a la información brindada por el Ministerio de Transportes sobre las emisiones y consumo de un taxi ejecutivo[4], y utilizando el Evaluador de la Plataforma de Electromovilidad del Ministerio de Energía, fue posible estimar que un taxi ejecutivo recorre 60 kilómetros diarios, es decir, 20.000 kilómetros anuales.

KILÓMETROS RECORRIDOS ANUAL	
Tipo de Taxi	**Cantidad [Kms]**
Taxi Básico y Taxi Colectivo	70.000
Taxi Ejecutivo y Taxi de Turismo	20.000

Tabla 7. 13 Cantidad de Kilómetros Recorrido por tipo de taxi. Fuente: Elaboración propia, con información recopilada de MTT y Comisión de Transportes Senado.

LITROS DE COMBUSTIBLE ANUAL	
Tipo de Taxi	**Litros [Ltrs]**
Taxi Básico y Taxi Colectivo	4600
Taxi Ejecutivo y Taxi de Turismo	1300

Tabla 7. 14 Cantidad de Litros de combustible fósil quemados por tipo de taxi anualmente. Fuente: Elaboración propia, con información recopilada de MTT y Plataforma Electromovilidad.

7.5.3 Tasa de Reemplazo de Taxis

Para la realización de este proyecto, será necesario reemplazar progresivamente año a año la totalidad de taxis existentes en la Región Metropolitana, puesto que técnica y económicamente no es posible realizar el reemplazo de la totalidad de la flota en un periodo de tiempo de 1 año.

Actualmente, de los 41800 taxis en la Región Metropolitana en todas sus modalidades; taxi básico, taxi colectivo, taxi de turismo y taxi ejecutivo, la cifra se encuentra congelada para las tres primeras categorías, y sólo para los taxis ejecutivos se han autorizado la inscripción de 145 nuevas inscripciones de taxis ejecutivos para el año 2020, cupos que se abren ocasionalmente cada ciertos años.

Cantidad de Taxis R.M Año 2019	
Total Taxis	41800

Tabla 7. 15 Cantidad de Taxis en la Región Metropolitana Año 2019 Fuente: INE

[4] La Operación de estos taxis eléctricos ejecutivos impide la liberación de tres toneladas de CO2 y la quema de 1300 litros de gasolina al año https://www.gob.cl/noticias/ministerio-de-transportes-y-telecomunicaciones-presenta-primera-flota-de-taxis-ejecutivos-electricos-del-pais/

Cantidad de Taxis R.M Año 2020	
Total Taxis	41945

Tabla 7. 16 Cantidad de Taxis en la Región Metropolitana Año 2020. Fuente: MTT e INE

Las meta de Chile, es que al año 2050, exista una movilización 100% eléctrica para el transporte público y un 40% para los vehículos particulares, entendiendo que el 60% de los vehículos privados restantes corresponderán a vehículos antiguos que progresivamente van a ir renovándose a la electromovilidad.

Para el del transporte público menor, los taxis, es necesaria una tasa de reemplazo de vehículos convencionales a vehículos eléctricos, acorde a los lineamientos del gobierno, la cual se podría dividir en 2 periodos de tiempo, considerando una tasa fija anual para los primeros 10 años desde el inicio, y otra tasa fija anual, correspondiente a los siguientes 21 años restantes, esto con el fin de amortizar la inversión en un periodo de tiempo mayor y a la vez, para poder evaluar los impactos que la llegada de éstos tendrán en la sociedad, y compararlos con los impactos esperados.

1° Tasa de Reemplazo Anual
1.19%

Tabla 7. 17 1°Tasa de Reemplazo de Taxis para lograr meta del Gobierno. Elaboración propia.

Esta primera tasa de reemplazo, significaría el reemplazo anual de 500 taxis convencionales por vehículos eléctricos en el periodo de tiempo comprendido entre el 2020 y el 2030.

Por su parte, la segunda tasa de reemplazo, esta correlacionada con la primera, dado que correspondería a los taxis convencionales restantes dividido en el periodo de tiempo restante, es decir, 21 años.

2° Tasa de Reemplazo Anual
4.20%

Tabla 7. 18 2° Tasa de reemplazo anual para lograr la meta del Goberno. Elaboración Propia

Esta segunda tasa de reemplazo, significaría el reemplazo anual de 1393 taxis convencionales por vehículos eléctricos.

De esta manera el parque vehicular de los taxis, quedaría definido de la siguiente manera:

Año	Taxi Convencional	Taxis Eléctricos
2019	41800	23
2020	41445	500
2021	40945	1000
2022	40445	1500
2023	39945	2000
2024	39445	2500
2025	38945	3000
2026	38445	3500
2027	37945	4000
2028	37445	4500
2029	36945	5000
2030	35185	6760
2031	33425	8520
2032	31665	10280
2033	29905	12040
2034	28145	13800
2035	26385	15560
2036	24625	17320
2037	22865	19080
2038	21105	20840
2039	19345	22600
2040	17585	24360
2041	15825	26120
2042	14065	27880
2043	12305	29640
2044	10545	31400
2045	8785	33160
2046	7025	34920
2047	5265	36680
2048	3505	38440
2049	1745	40200
2050	0	41960

Tabla 7. 19 Parque vehicular de los taxis proyectados hasta el año 2050 según tasa de reemplazo definida. Elaboración Propia

Actualmente, según la normativa vigente, los taxis no pueden tener una antigüedad mayor a los 12 años, sin embargo, el reemplazo de un taxi convencional a un taxi eléctrico significaría un cambio irrevocablemente definitivo, sin posibilidad de que el taxi vuelva a circular como un vehículo con motor de combustión fósil, por lo que un subsidio para incentivar al recambio de un taxi en el horizonte de evaluación definido, seguiría beneficiando positivamente a la población una vez que el vehículo quedase fuera de circulación, porque el que lo sustituya también debe ser parte de la electromovilidad.

7.5.4 Precio Social CO2

El Ministerio de Desarrollo Social, con el objetivo de que la inversión pública nacional tenga siempre presente mejorar la calidad y el mayor bienestar de la sociedad, ha desarrollado una metodología para poder estimar el precio social del carbono, entendiendo este último, como el

precio del CO2, o de cantidades equivalentes de gases de efecto invernadero (Ministerio de Desarrollo Social, 2017).

El precio del carbono, corresponde a cuánto está dispuesta a pagar la sociedad hoy, para evitar un daño futuro causado por una tonelada adicional de carbono, considerando un modelo de integración integrada, que combina un modelo económico global y un modelo del sistema físico del clima, para finalmente cuantificar los efectos que tendría una tonelada adicional de carbono sobre el bienestar humano (Ministerio de Desarrollo Social, 2017).

Para cuantificar el precio sombra del carbono, se tomaron tres escenarios, los cuales corresponden a la meta de lograr la reducción de un porcentaje de toneladas de CO2, lo que conlleva que para cada escenario se toman medidas de mitigación diferente, es por esto, que el valor central no corresponde al valor promedio entre el valor inferior y valor superior.

- Meta incondicional: Valor inferior. Reducir en un 30% las emisiones

- Meta Condicional Baja: Valor Central. Reducir en un 35% las emisiones

- Meta Condicional Alta: Valor Superior. Reducir en un 45% las emisiones

Precio Sombra del Carbono [USD/Tonelada CO2]		
Valor inferior	**Valor central**	**Valor superior**
20.2	32.5	43.2

Tabla 7. 20 Precio Sombra del Carbono [USD/Tonelada CO2]. Fuente: Ministerio de Desarrollo Social. Año 2017

Considerando que a la fecha 11 de Octubre del año 2019, basándose en la información oficial del Banco Central, el valor del dólar observado es $720,61 pesos chilenos, seguido del valor de la Unidad de Fomento (UF), que a la misma fecha es $28065,35 pesos chilenos, se puede dejar actualizado el precio sombra del carbono en términos de UF, obteniendo los valores expresados en la *Tabla 21.*

Precio Sombra del Carbono [UF/Tonelada CO2]		
Valor inferior	**Valor central**	**Valor superior**
0.52	0.83	1.11

Tabla 7. 21 Precio Sombra del Carbono [UF/Tonelada CO2]. Fuente: Ministerio de Desarrollo Social. Año 2017

7.5.5 Inversión Pública

Para incentivar a los taxis que se renueven y utilicen otro tipo de vehículos más amigables con el medio ambiente, será necesario ofrecerle un subsidio, que cubrirá la diferencia que cuesta un vehículo convencional y un vehículo eléctrico.

Actualmente, en promedio un taxi convencional corriente que circula por la Región Metropolitana, tomando en cuenta los actuales modelos presentes en la capital, tiene un precio promedio de $8.064.953.

Precio Promedio de Taxi	
$	8,064,953

Tabla 7. 22 Precio Promedio de Taxi en Chile. Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, los precios de los vehículos eléctricos son variables, que oscilan desde los $13.600.000, hasta los $42.000.000, donde estos valores varían debido a la autonomía de la batería del vehículo, y el rendimiento del motor.

Un modelo 100% eléctrico que se adapta bastante a las condiciones de un taxi, debido a la autonomía de su batería de 280 kms y un rendimiento del motor de 8.8 [km/kwh], es el Hyundai Ionic, el cual tiene un precio de mercado de $26.190.000.

Precio Vehículo 100% Eléctrico	
$	26,190,000

Tabla 7. 23 Precio Vehículo 100% eléctrico. Fuente: Hyundai. Año 2019

Es por esto, que la diferencia existente entre un vehículo convencional y uno 100% eléctrico es de $18.125.047.

Subsidio	
$	18,125,047

Tabla 7. 24. Subsidio del Estado por cada taxi convencional reemplazado por uno eléctrico. Elaboración Propia

Esto indica que para el reemplazo de la totalidad de la flota de taxis, con la tasa de reemplazo definida, la inversión sería de $206.609.936.561

Total Inversión Estado
-$206,609,936,561

Tabla 7. 25. Inversión del Estado para subsidiar el reemplazo de 41.800 taxis eléctricos. Elaboración Propia

Esta inversión es comparable con la construcción anual de 555 viviendas sociales evaluadas en 520 UF [5] durante el periodo comprendido entre los años 2020 y 2050.

El objetivo de entregar este subsidio por parte del Estado, es que el taxista esté dispuesto a renovar su vehículo a uno eléctrico, y que debido al alto costo inicial que esto conlleva, no se encuentra en condiciones de proveer por sí solo esta inversión. El beneficio social para las

[5] Ley N° 19.537 sobre Copropiedad Inmobiliaria, articulo 40.

personas será el ahorro de las emisiones de CO2, sin embargo el beneficio económico se lo llevarán los taxistas principalmente, puesto que desembolsarán menos recursos económicos por la inversión inicial y por su operación, dado que el valor del kilómetro recorrido en un auto eléctrico es de un 70% de menor valor que en un auto convencional.

Actualmente, ya existen cierto tipo de incentivos, para el gremio de los taxistas de regiones, con el programa "*Renueva tu Colectivo*", el cual entrega subsidios de acuerdo al rendimiento urbano de cada vehículo, con recursos provenientes de la Ley Espejo del Transantiago. Con respecto a los vehículos eléctricos, el actual subsidio del estado para los taxistas es de $6.800.000.

A pesar de que las diferencias de precios entre un vehículo convencional y uno eléctrico ha disminuido conforme pasan los años, el subsidio ha ido en aumento para los taxis colectivos que opten por este tipo de tecnologías.

Subsidios Rendimiento Urbano	
Año	**Monto**
2015	$ 6,100,000
2016	$ 6,300,000
2017	$ 6,500,000
2018	$ 6,600,000
2019	$ 6,800,000

Tabla 7. 26 Subsidios Renueva Tu Colectivo en Regiones para Vehículos Eléctricos . Fuente: División de Transporte Público Regional

Finalmente, el nuevo plan del gobierno Regional, ha creado un Programa de Renovación de Taxis Colectivos en la Región Metropolitana, el cual entrega $8.000.000 de subsidio para los autos eléctricos, donde se puede postular el año 2019 y comenzará a partir del año siguiente.

7.6 Estudio Económico

La evaluación de esta propuesta se verá desde el punto de vista del Estado y las personas, sin embargo se analizarán diferentes escenarios.

- Flujos Económicos del Estado.
- Flujos Económicos del Privado, es decir, de los taxistas.
- Flujos desde el punto de vista del Estado y las personas, como sociedad en conjunto.

Adicionalmente, se realizarán diferentes análisis de sensibilidad para las variables en cada escenario, hallando cuál posee mayor elasticidad y afecta en mayor medida al VAN.

Esta inversión, depende de factores, como la tasa de descuento, en la cual se utilizará la definida por el Ministerio de Desarrollo Social, correspondiente al 6%.

Tasa de Descuento Social
6%

Tabla 7. 27. Tasa de Descuento Social. Fuente: Ministerio de Desarrollo Social

7.6.1 Flujo Económicos Estado

El Estado deberá desembolsar una inversión de alto costo para renovar la flota de taxis de la Región Metropolitana, correspondiente a la diferencia de precio entre el valor actual de un vehículo convencional y uno 100% eléctrico, es decir, $18.125.047 por cada taxi.

Adicionalmente, también influye la tasa de reemplazo, que es relevante debido a que se debe traer a valor presente la inversión generada el año que corresponda, y se debe tomar en cuenta el valor actual del vehículo en el periodo que corresponda, donde se tomaron dos precios, según las proyecciones de precio de los vehículos eléctricos.

Precio Vehículo Eléctrico 1° Periodo [2020-2029]	
$	26,190,000

Precio Vehículo Eléctrico 2° Periodo [2030-2050]	
$	20,166,300

Tabla 7. 28. Precio Vehículo Eléctrico en los periodos de tiempo evaluados. Elaboración propia

La inversión inicial traída a valor presente será de $206.609.936.561.

VAC Inv 0
$-206,609,936,561

Tabla 7. 29 Valor actual de la inversión realizada por el Estado. Elaboración Propia

7.6.1.1 Beneficios

Uno de los beneficios será el del ahorro de CO2, el cual está valorado en $23.097 por cada tonelada, valor actualizado con la UF del día 11 de Octubre del año 2019.

A la tasa de reemplazo definida, la proyección de CO2 ahorrado por año se demuestra en la *Tabla 31*.

La cantidad de CO2 que se dejaría de emitir en el horizonte de evaluación de 31 años, es decir, al año 2050 sería de 3.463.755 toneladas de CO2, que valorizado socialmente, y traído a un valor presente es de $22.915.002.922

Valor social de CO2 ahorrado	
$	22,915,005,922

Tabla 7. 30 Valor social de CO2 ahorrado acumulado desde la implementación del proyecto al año 2050. Elaboración Propia

Año	Toneladas CO2 Emitido	CO2 Ahorrado	Acumulación CO2 Ahorrado
2019	268,588	-	-
2020	266,307	3,213	3,213
2021	263,094	6,426	9,638
2022	259,881	9,638	19,277
2023	256,668	12,851	32,128
2024	253,456	16,064	48,192
2025	250,243	19,277	67,468
2026	247,030	22,489	89,958
2027	243,817	25,702	115,660
2028	240,605	28,915	144,575
2029	237,392	32,128	176,703
2030	226,083	43,437	220,139
2031	214,774	54,746	274,885
2032	203,465	66,055	340,939
2033	192,156	77,364	418,303
2034	180,847	88,673	506,976
2035	169,538	99,981	606,957
2036	158,229	111,290	718,247
2037	146,920	122,599	840,847
2038	135,611	133,908	974,755
2039	124,302	145,217	1,119,973
2040	112,993	156,526	1,276,499
2041	101,684	167,835	1,444,334
2042	90,375	179,144	1,623,478
2043	79,066	190,453	1,813,931
2044	67,757	201,762	2,015,694
2045	56,448	213,071	2,228,765
2046	45,139	224,380	2,453,145
2047	33,830	235,689	2,688,834
2048	22,522	246,998	2,935,832
2049	11,213	258,307	3,194,139
2050	-	269,616	3,463,755

Tabla 7. 31. Proyección de cantidad de Emisiones de CO2 ahorradas por el reemplazo de la flota de taxis. Elaboración Propia.

Adicionalmente, se percibirán nuevos ingresos, provenientes de otra industria, ya que los vehículos eléctricos deben recargarse con energía eléctrica, y considerando el precio del kilowatt hora, y la capacidad de la batería, es posible estimar el nuevo ingreso para el estado.

Consumo Promedio Anual Taxi Eléctrico		
Tipo de Taxi	**Taxi Básico y Taxi Colectivo**	**Taxi Ejecutivo y de Turismo**
Precio kwh [$/kwh] Tarifa BT1	$ 119.3	$ 119.3
Eficiencia Motor [km/kwh]	8.8	8.8
Kilómetros Anuales promedio	70,000	20,000
PROMEDIO	$948,977	$271,136
Proporción	90.15%	9.85%
	$882,210	

Tabla 7. 32 Consumo Promedio Anual Taxi Eléctrico para diferente modalidad de taxi, considerando. Elaboración propia

Este nuevo consumo por parte del conductor, está afecto al impuesto de primera categoría, de 27% por parte de las empresas eléctricas, las cuales se verán beneficiadas por el mayor consumo energético, es por esto que un beneficio en impuestos para el Estado sería, en promedio de $164.715 por cada nuevo taxi eléctrico anualmente.

Impuesto generado por mayor consumo de Energía Eléctrica
$164,715

Tabla 7. 33 Impuesto generado por mayor consumo de Energía Eléctrica por cada taxi. Elaboración Propia

Proyectados al año 2050, con toda la flota de taxis reemplazados a vehículos eléctricos el beneficio por concepto de recaudación fiscal por mayor consumo de energía eléctrica asciende a $36.762.408.007.

Valor actual de recaudación fiscal por mayor consumo de Energía Eléctrica
$36,762,408,007

Tabla 7. 34 Valor actual de recaudación fiscal por mayor consumo de Energía Eléctrica. Elaboración Propia

7.6.1.2 Costos

El recambio de la flota de taxis a vehículos eléctricos repercutirá negativamente en la recaudación fiscal por impuestos, debido a que, en promedio, los impuestos al combustible; que incluye al impuesto de valor agregado (IVA) sumado a los impuestos específicos del combustible (IEC), corresponden a un 44,5% por litro en los vehículos convencionales que utilizan gasolina o diesel.

Asimismo, se ha utilizado un precio de combustible de $773, correspondiente al promedio proporcional entre el precio de mercado de la gasolina y diesel, con el porcentaje de vehículos en la Región Metropolitana que consumen dichos combustibles *(Ver Anexo)*.

El consumo promedio de un taxi, depende de factores, como la cantidad de litros consumidos, y del motor de combustión que posea, y si es que utiliza gasolina o petróleo.

Consumo Promedio Anual Taxi Convencional		
Tipo de Taxi	**Taxi Básico y Taxi Colectivo**	**Taxi Ejecutivo y de Turismo**
Litros Anuales	4,605	1,300
Precio Promedio Litro Combustible	$ 773	$ 773
COSTO ANUAL COMBUSTIBLE	$3,559,665	$1,004,900
Proporción	90.15%	9.85%
	$3,308,021	

Tabla 7. 35. Consumo Promedio Anual de un Taxi Convencional. Elaboración Propia

Es por esto que un costo para el estado, de realizarse este recambio de vehículos con esta nueva tecnología, implicará no percibir por cada taxi $1.471.953, cifra correspondiente al impuesto específico del combustible sumado al impuesto de valor agregado.

Impuesto no generado por NO Consumo de Combustible fósil
$1,471,953

Tabla 7. 36. Impuesto no percibido por no utilizar combustible fósil en los taxis. Elaboración Propia

Proyectado al año 2050, la cantidad de impuestos que no se generarán por no consumir combustibles fósiles será de $227.169.365.840.

Déficit de Impuestos por no consumo de combustible fósil
$-227,169,365,840

Tabla 7. 37 Deficit Tributario por no consumo de Combustible Fósil. Elaboración Propia

Utilizando el análisis de Crystal Ball, que aplica modelos predictivos, de simulación y optimización es posible percatarse que no es posible que el VAN del Estado alcance en alguna oportunidad un valor positivo, por lo cual se desprende que el Estado, con un 100% de confiabilidad no verá un retorno de su inversión con el reemplazo de la flota de taxis de la Región Metropolitana.

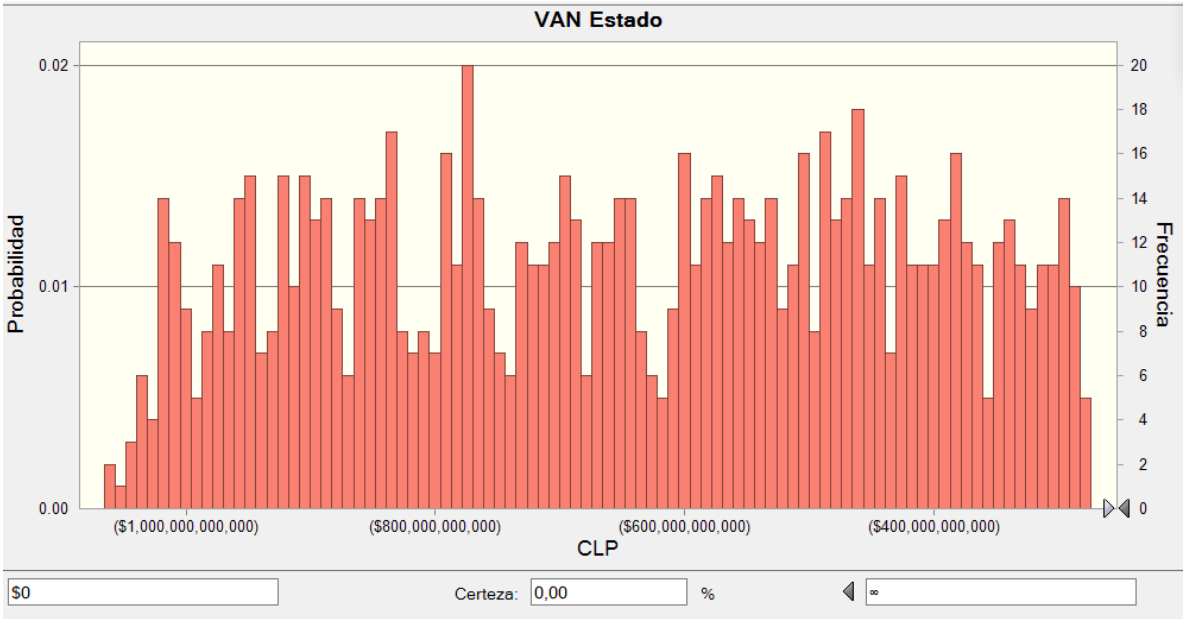


Gráfico 7. 7. Simulaciones del VAN del Estado por la inversión. Elaboración Propia

Asimismo, los análisis de sensibilidad, demuestran que la variable más elástica es la primera tasa de reemplazo de la flota de taxis, puesto que en ese periodo de tiempo, el vehículo tiene un mayor valor, y además los valores traídos a valor presentes son mayores que en los últimos años, debido a la tasa de descuento.

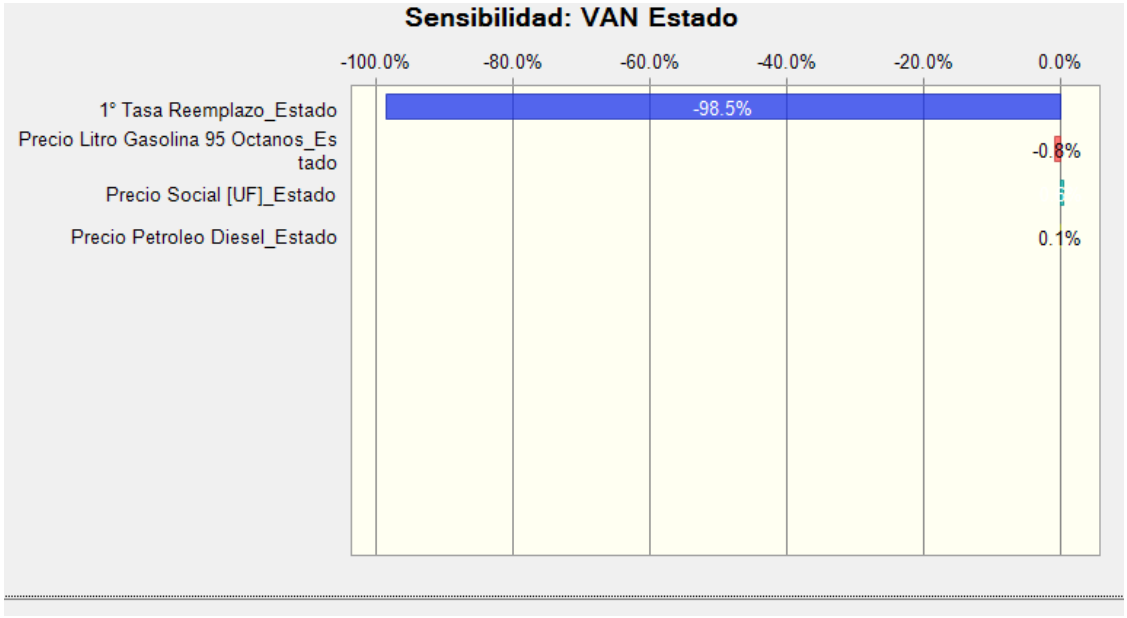


Gráfico 7. 8. Análisis de Sensibilidad para las variables del VAN para el Estado. Elaboración Propia

En el gráfico se puede apreciar que el VAN del Estado disminuye conforme aumenta la tasa de reemplazo los primeros 10 años, donde el beneficio social del ahorro de CO2 no basta para amortizar la inversión realizada, y el VAN siempre se mantiene negativo.

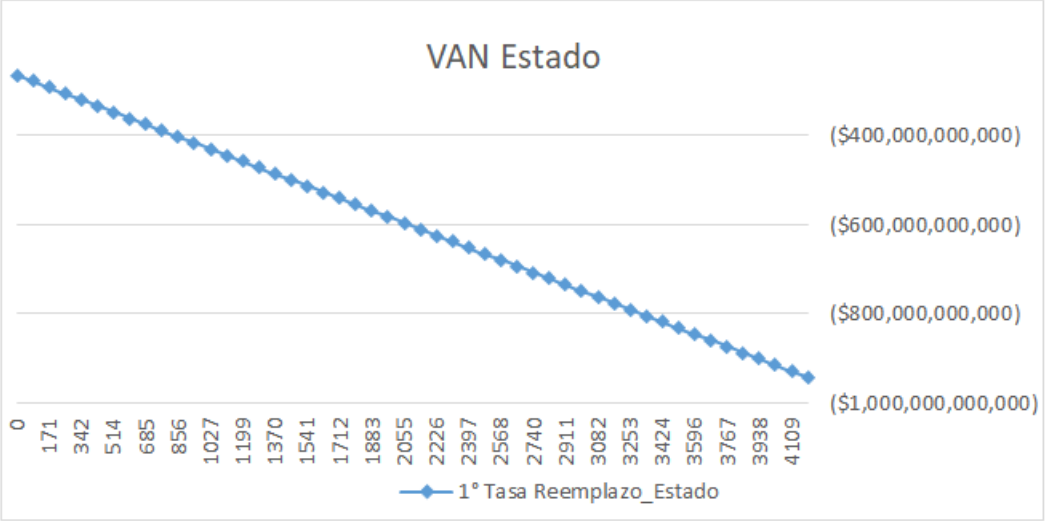


Gráfico 7. 9. Comportamiento del VAN Estado ante diferentes tasas de reemplazo. Elaboración Propia.

7.6.2 Flujo Económico Privado

El taxista, para hacer el reemplazo de su vehículo convencional por uno eléctrico, no deberá realizar ninguna inversión adicional por la compra del vehículo nuevo, puesto que en esta propuesta sólo se consideran los gastos adicionales, y como el Estado subsidiará esa diferencia en precio adicional no se considera en el flujo económico privado.

Sin embargo, existen otro tipo de gastos adicionales, si lo desean realizar para su comodidad, los cuales son: la instalación de una electrolinera domiciliaria, y el recambio de una nueva batería al octavo año de operación.

7.6.2.1 Beneficios

El taxi se verá beneficiado económicamente y operacionalmente al realizar la recarga del vehículo por energía eléctrica en vez de utilizar combustibles fósiles, puesto que el valor de la energía eléctrica tiene un menor precio.

La diferencia existente entre el kilómetro varía radicalmente según el tipo de combustible que se utiliza, donde el menor costo es el de un vehículo eléctrico, y el de mayor costo es el del que es alimentado con gasolina.

Costo Kilómetro Vehículo Convencional con Gasolina	Costo Kilómetro Vehículo Convencional con Diésel	Costo Kilómetro Vehículo Eléctrico
$53.88	$39.14	$13.56

Tabla 7. 38. Valor del kilómetro recorrido con diferentes tipos de automóviles. Elaboración Propia

De esta manera, el beneficio económico de los taxistas, por realizar el recambio, traído a valor presente resulta $374.376.274.013.

Beneficio operacional de taxistas por cambiar a vehículo eléctrico
$374,376,274,013

Tabla 7. 39 Beneficio Operacional de Taxistas por cambiar a vehículo eléctrico. Elaboración Propia

Asimismo, según expertos, la mantención del vehículo eléctrico es menor, debido a que ésta se realiza en menor tiempo, porque se realiza electrónicamente y no requiere de cambios de aceites ni lubricantes, por lo que el costo llegaría a ser hasta un 40% menor, donde los taxis, debido a la cantidad de kilómetros recorridos deben realizar 2 mantenciones anuales.

Costo Mantenimiento		
Vehículo Convencional	$	237,000
Vehículo Eléctrico	$	119,359

Tabla 7. 40 Costo del mantenimiento de un Vehículo Convencional y Eléctrico. Elaboración Propia

El beneficio por mantenimiento, proyectado al año 2050 traído a valor presente sería de $24.571.550.685.

Beneficio por mantenimiento [2020-2050]
$24,571,550,685

Tabla 7. 41. Beneficio por ahorro en costos de mantenimiento por recambio a taxis eléctricos. Elaboración Propia

7.6.2.2 Costos

La instalación de una electrolinera domiciliaria es necesaria para un vehículo que circula muchos kilómetros durante el día, puesto que al tener una conexión de baja potencia, permite que la batería del vehículo no se desgaste tan rápidamente como si se recargara con una electrolinera de alta potencia, y del mismo modo, permite que el conductor no destine sus kilómetros de autonomía en ir y volver a un centro de recarga, puesto que actualmente la cantidad de electrolineras son insuficientes para la cantidad de vehículos que se desea renovar anualmente. Asimismo, este gasto debe ser considerado como una inversión, puesto que se recupera al recargar el vehículo, ya que el costo del kilowatt depende de la tarifa BT1, que actualmente está valorizado en $119,3 (Enel Chile, 2019), mucho menor a las tarifas dispuesta por las electrolineras actuales que llegan a un precio de $230 por kilowatt.

Precio Kilowatt-hora
$119.3

Tabla 7. 42. Precio Kilowatt Hora para Clientes Residenciales. Fuente: ENEL. Septiembre 2019

	175 kW	50 kW	22 kW
Tiempos de carga	8 minutos	20-30 minutos	2-3 horas
Tipo de Carga	Ultra rápida	Carga rápida	Carga semi-rápida
$/Km	35	35	25
% de ahorro	50%	50%	64%
Precio	230 $/KWh	230 $/kWh	50 $/min

Tabla 7. 43. Precios de Recarga en Electrolineras de Copec Voltex. Fuente: Copec Voltex

Por otra parte, es necesario hacer un recambio de la batería del vehículo a los 8 años de uso, puesto que ésta, debido a su uso natural se desgasta con el transcurso del tiempo, disminuyendo su capacidad y por ende, la autonomía eléctrica del vehículo.

	Batería Ion- Litio	
	Vida Útil	Precio
Años [2020-2030]	8	$ 4,681,600
Años [2031-2050]	8	$ 2,128,000

Tabla 7. 44. Vida Útil y precio de una batería de 280 kwh. Fuente: Elaboración Propia.

Finalmente, el pago del permiso de circulación de un vehículo eléctrico es mucho mayor, puesto que es fijado de acuerdo a la valorización fiscal del vehículo que da el Servicio de Impuestos Internos (SII). Actualmente los precios de los permisos de circulación del modelo Hyundai Ionic son comparativamente mayores que el modelo Nissan Tiida, donde el precio es superado en más de un 600%.

Año Fabricació	Marca	Modelo	Tipo Motor	Valor Fiscal	Permiso de Circulación
2017	NISSAN	TIIDA	Bencina	5,230,000	$ 75,588

Año Fabricació	Marca	Modelo	Tipo Motor	Valor Fiscal	Permiso de Circulación
2017	HYUNDAI	IONIQ	Electrico	$ 16,620,000	$ 456,882
2018	HYUNDAI	IONIQ	Electrico	$ 19,240,000	$ 561,682

Tabla 7. 45. Valor del Permiso de Circulación para los modelos de taxi convencional y taxi eléctrico. Fuente: Servicios de Impuestos Internos. Año 2019

Respecto al impuesto verde, no existirá diferencia alguna, puesto que los taxis, al comprar un vehículo convencional deben pagar este impuesto, sin embargo, pueden solicitar su devolución en la Tesorería General de la República, una vez que hayan inscrito el vehículo como taxi en el Ministerio de Transporte, por lo que no habría diferencia, ya que, por su naturaleza, el vehículo eléctrico está exento de pagar este impuesto.

Debido a los costos y beneficios mencionados anteriormente, la variable mas sensible para el cálculo del VAN Privado es la Tasa de Reemplazo que se realiza entre los años 2020 y 2030, la cual mientras mayor, mas elástico se comporta el VAN Privado, asimismo, también afectan positivamente el precio de la gasolina de 95 octanos o del petróleo diesel, ya que mientras mayor sea el precio de estos, mayor será la diferencia en beneficio operacional de recarga del taxista, y por tanto del VAN privado.

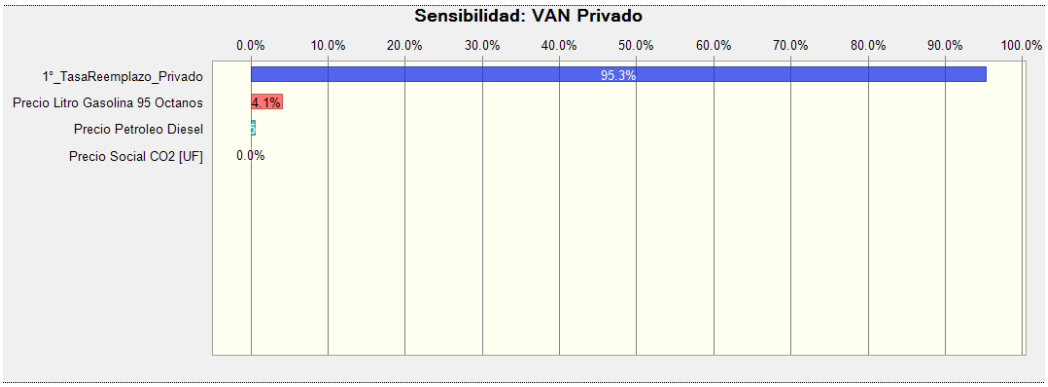


Gráfico 7. 10. Sensibilidad de las variables definidas para el VAN Privado. Elaboración Propia

Según los pronósticos del software Crystal Ball, existe un 100% de probabilidades de que el proyecto sea rentable para el privado, modelando diferentes alternativas entre las variables.

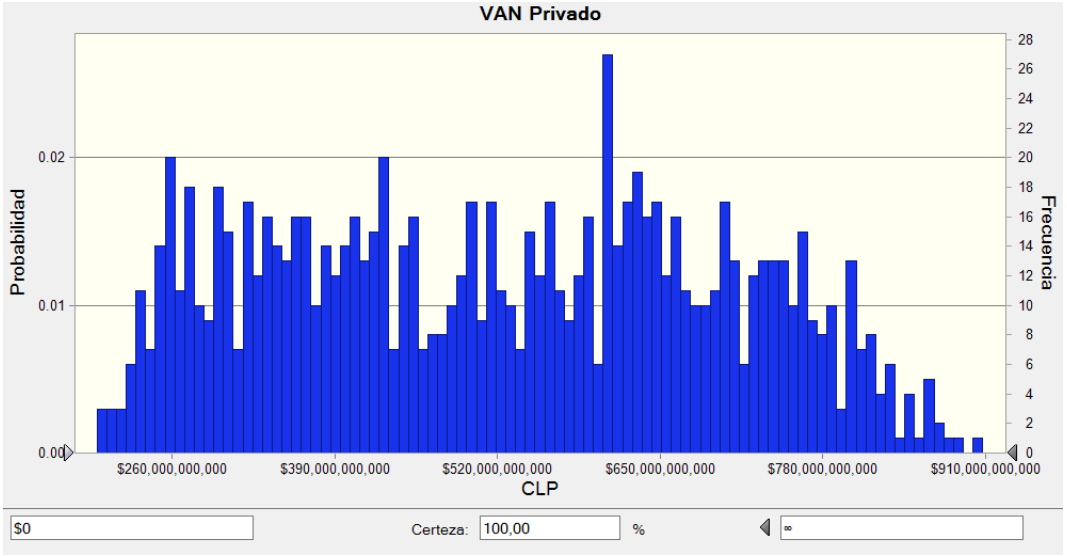


Gráfico 7. 11. Comportamiento del VAN Privado, modelando diferentes escenarios de las variables. Elaboración propia

7.6.3 Flujos Económicos Social

En el tercer escenario se analizan los flujos desde el punto de vista de la sociedad, es decir, considerando al Estado y a las personas, utilizando y tomando en cuenta las variables previamente mencionadas en los dos flujos anteriores que se analizan en un flujo en conjunto.

Los beneficios traídos a valor presente (VAB), ascienden a $458.625.238.626 pesos, sin embargo no son suficientes para que el VAN sea positivo, puesto que los costos traídos a valor presente (VAC) son de $520.994.655.513.

VAB	VAC
$458,625,238,626	$-520,994,655,513

Tabla 7. 46. Valor actual de los beneficios y costos. Elaboración propia

El presente proyecto tiene un VAN Social de $ -62.369.416.887 pesos chilenos.

VAN Social
$-62,369,416,887

Tabla 7. 47 Van Social del proyecto. Elaboración Propia

De acuerdo a los análisis de sensibilidad, nuevamente se encuentra que la tasa de reemplazo es la variable independiente mas elástica, conforme incrementa, el VAN Social disminuye aún mas.

Caso contrario ocurre con el precio del combustible fósil, gasolina, petróleo y valor social del CO2, dado que conforme aumentan, el valor del VAN Social aumenta.

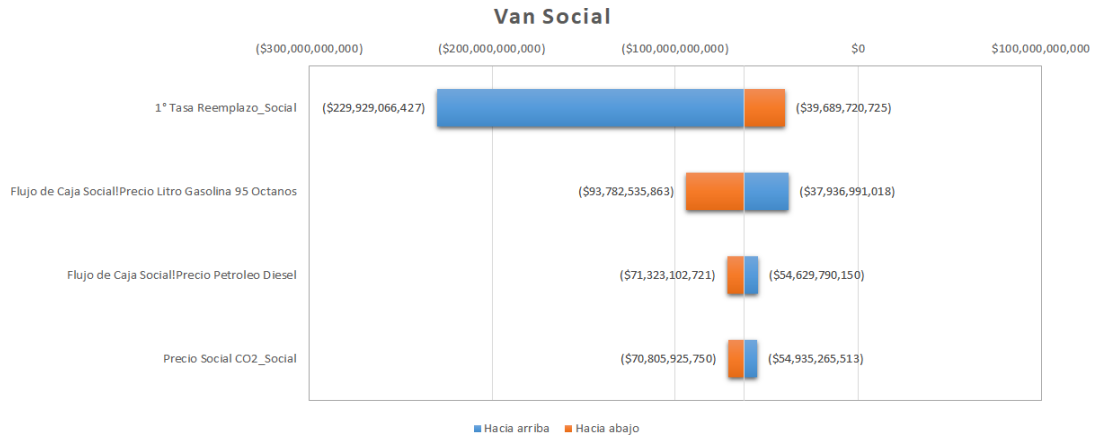


Gráfico 7. 12 Análisis de Tornado modelado con software Crystall Ball. Elaboración Propia

Al realizar el modelamiento con el software Crystall Ball, se puede apreciar de que la inversión inicial no se recupera, siendo con un 100% de confiabilidad que el VAN resulte negativo, modelando las variables.

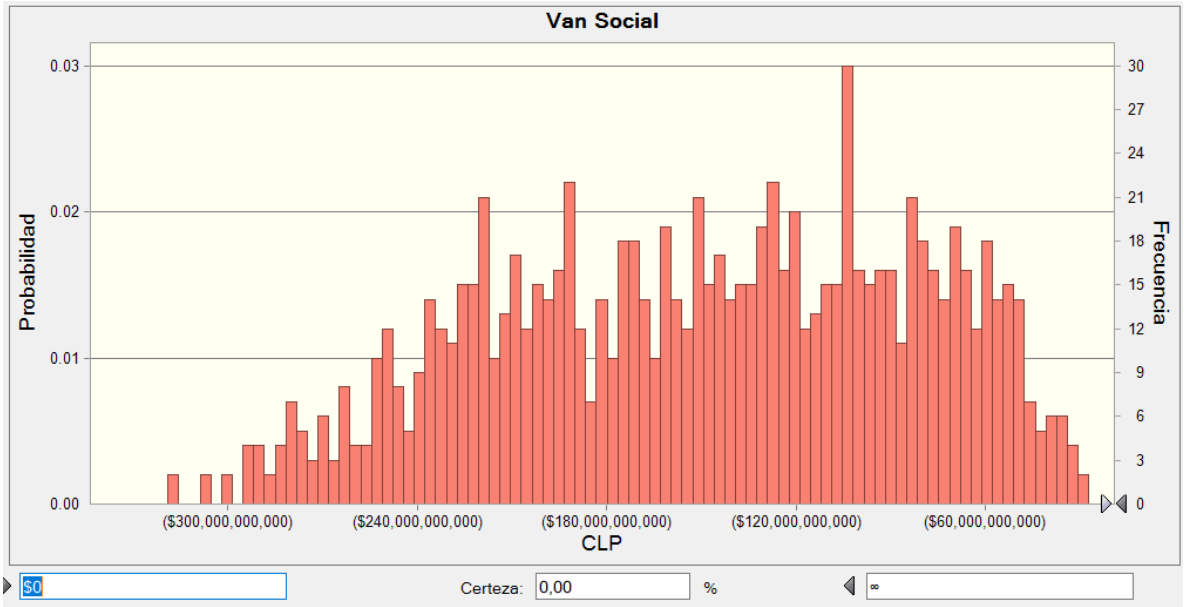


Gráfico 7. 13 Predicciones del Van Social modelado con Crystall Ball. Elaboración Propia

7.6.4 Conclusiones del Estudio Económico

Bajo estos resultados, surge la interrogante de cuánto debería ser la inversión del privado, es decir, del taxista, para que la Inversión Pública se recuperase en el horizonte de evaluación definido y que el VAN Social sea positivo, llegando a un valor de $4.092.084.

Inversión Privada Adicional	
$	4,092,084

Tabla 7. 48. Inversión Privada Necesaria para que el VAN sea rentable.

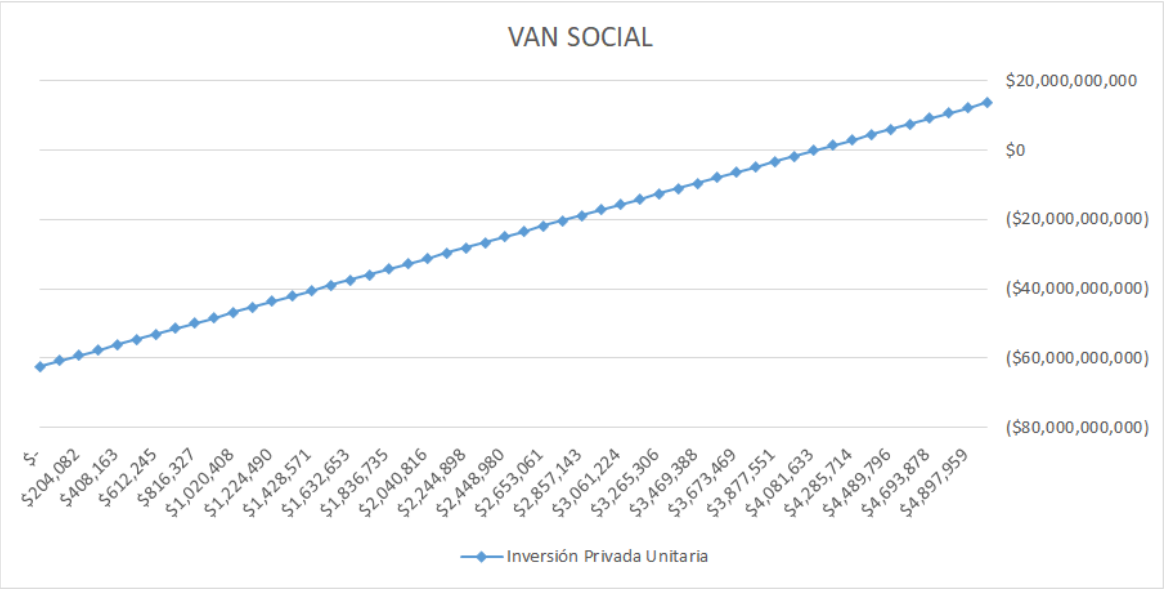


Gráfico 7. 14. Comportamiento del VAN Social variando la Inversión Privada. Elaboración Propia

Finalmente, para la realización de este proyecto, el monto mínimo que cada taxista debe añadir, adicional al gasto de un vehículo convencional debe ser de $4.092.084, para que el VAN resulte apenas positivo, cercano a $0.

Con esta inversión inicial, el taxista aún así seguiría teniendo un VAN Privado positivo, recuperando la inversión al cuarto año.

Inversión Inicial Privada	Inversión Inicial Pública
$-62,369,423,242	$-144,240,513,319

Tabla 7. 49. Inversión traída a valor presente necesaria para que el VAN Social sea positivo. Elaboración Propia

VAN Privado
$243,763,235,410

Tabla 7. 50 VAN privado con inversión mínima privada. Elaboración Propia

8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El VAN social del proyecto resultó negativo, producto de las altas inversiones que debe realizar el Estado para incentivar el uso de vehículos eléctricos a los taxistas, por lo que no es posible que el Estado pueda asumir y subsidiar en su totalidad la diferencia de precios existente entre un vehículo convencional y un vehículo eléctrico.

A pesar del resultado negativo del VAN social, esto no quiere decir que el recambio de la flota de taxis convencionales por taxis eléctricos no se deba realizar, ya que, evaluando otras opciones de inversión, es posible encontrar un punto de equilibrio, en el cual el taxista deba aportar con una inversión privada, con el fin de que la inversión pública sea menor.

La llegada masiva de estos vehículos, implicará que el Estado verá afectado sus ingresos tributarios, ya que dejará de percibir el impuesto específico del combustible, junto con el impuesto de valor agregado generado por el consumo de combustibles fósiles, sin embargo, estos son costos que previamente fueron asumidos, debido a los compromisos adoptados para que el transporte público sea 100% eléctrico al año 2050, y que podrían ser amortizados con un impuesto a la electricidad, sin embargo, esto se debe definir en el corto plazo, ya que los futuros compradores de vehículos lo deben tener en cuenta al momento de hacer la inversión.

Las energías renovables no convencionales han aumentado su mayor participación en la matriz energética del país año a año, llegando a un 20% el 2019, y la descarbonización beneficiaría aún mas al ahorro de emisiones de carbono producidos por los taxis eléctricos, quienes no contaminan nada como vehículo porque no poseen tubo de escape, sin embargo si contaminarían eventualmente si se recargan con fuentes generadoras de energía contaminantes.

Actualmente, la escasez de electrolineras público-privadas, y la baja autonomía de los vehículos eléctricos en comparación con los vehículos convencionales, los limitaría a desplazarse dentro de un área determinada, sin embargo en la Región Metropolitana se concentran la mayor cantidad de electrolineras del país, y aunque no son suficientes, irán en aumento conforme pasen los años. A pesar de esto, la necesidad de instalar una electrolinera domiciliaria para vehículos que recorren grandes distancias a diario se convierte en un requisito fundamental, puesto que ayudaría a disminuir los costos de recarga, y asimismo, entregaría mayor independencia al dueño del taxi eléctrico.

Por su parte, los taxis son al estar en circulación durante gran parte del día, su recambio por vehículos eléctricos serían notorios para la sociedad, ya que a pesar de ser pocos taxis en el parque automotriz de la Región Metropolitana, su nivel de participación en las emisiones de carbono son considerablemente mayores. Mientras antes se realice este recambio de vehículos, antes se verán reflejados los beneficios para la población de ahorro de carbono.

Asimismo, la imagen pública de los taxistas, que se ha visto perjudicada por malas prácticas de unos pocos, ha tenid una pérdida en la cuota de participación de traslado de usuarios con la llegada de las nuevas plataformas de transporte, disminuyendo sus ingresos. El recambio a vehículos eléctricos podría cambiar y mejorar la percepción de los usuarios, y asimismo, sus costos operacionales disminuirán, beneficiando la utilidad neta de los taxistas.

Esta última década la tecnología ha traído muchos cambios en la industria automotriz, y los taxis deben saber adaptarse para poder seguir funcionando como tal, es por esto que también se deben enfocar en el ofrecimiento de un mejor servicio que sea competitivo con las plataformas de transportes, analizando la posibilidad de adaptar taxímetros digitales, y de otros métodos de pago, puesto que son muchos los taxistas que sólamente ofrecen el medio de pago tradicional, el efectivo.

Finalmente, la evidencia internacional demuestra que los incentivos económicos son el factor principal para que un conductor decida renovar su vehículo convencional por uno eléctrico. El evidente menor costo de operación de un vehículo eléctrico es atractivo no sólo para los taxistas, sino que para cualquier dueño de un vehículo particular, y la llegada masiva de éstos puede aportar a posicionar a la electromovilidad como una opción viable y reconocida en la población, seguido de que es esencial para frenar la crisis climática, y disminuir la emisión de estos gases de efecto invernadero.

9 BIBLIOGRAFÍA

Airesantiago. (2019). *Airesantiago*. Obtenido de Airesantiago: http://airesantiago.gob.cl/

Barría, R., Calvo, M., & Pino, P. (2016). Contaminación intradomiciliaria por material particulado fino Mp 2,5 en hogares de recien nacidos. *Revista Chilena de Pediatria*, 2.

BBC. (30 de Junio de 2019). *BBC.* Obtenido de Electric cars: New vehicles to emit noise to aid safety: https://www.bbc.com/news/business-48815968

BBC Mundo. (17 de Junio de 2017). *BBC*. Obtenido de ¿Cuáles son los países del mundo donde los autos eléctricos tienen mas éxito?: https://www.bbc.com/mundo/noticias-40136231

Bejerano, P. G. (7 de Mayo de 2018). *BlogThinkBig.* Obtenido de Así afectan los autobuses eléctricos en China al consumo mundial de petróleo: https://blogthinkbig.com/autobuses-electricos-en-china

Bernal, N. G. (2018). *Analisis Al Impuesto específico a los Combustibles y MEPCO.* Santiago.

Bernal, N. G. (Mayo de 2019). Electromovilidad: Tendencias y experiencias nacional e internacional. Santiago, Chile.

Blanco, F. M. (23 de Enero de 2019). *Pauta*. Obtenido de La formula para impulsar la electromovilidad en Chile: https://www.pauta.cl/calidad-de-vida/la-formula-para-la-impulsar-la-electromovilidad-en-chile

Boletín 2.701-15. (2004). *Informe de la Comisión de Transportes y Telecomunicaciones.* Valparaiso: Comisión Senado.

Castro, P., Vera, J., Cifuentes, L., Wellenius, G., Verdejo, H., Sepúlveda, L., y otros. (2010). Polución por material particulado fino (PM 2,5) incrementa las hospitalizaciones por insuficiencia cardiaca. *Revista Chilena de Cardiología*, 306-314.

Catalán, C. (29 de Diciembre de 2017). *Repositorio USM.* Obtenido de Prefactibilidad de Instalación de Electrolineras Con Fuente Mixta de Energía Entre El Sistema Eléctrico y Energía Renovable: https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/24606/3560900257245UTFSM.pdf

CityBiker. (2019). *CityBiker*. Obtenido de CityBiker: http://www.bicicletaselectricas-chile.cl/bicicletas-chile.php

CIVICO Santiago. (20 de Octubre de 2016). Mujeres lideran el ranking de uso de APP de transportes en Santiago. *Mujeres lideran el ranking de uso de APP de transportes en Santiago*.

Coches Electricos. (Julio de 2019). *Foro Coches Electricos*. Obtenido de https://forococheselectricos.com/2019/07/en-noruega-el-70-de-los-propietarios-de-un-coche-electrico-tiene-que-hacer-cola-para-usar-los-cargadores-rapidos.html

Comisión Chilena del Cobre. (2018). *Mercado Internacional del Litio y su Potencial en Chile.* Santiago.

Comisión Nacional de Energía. (2018). *Anuario Estadístico de Energía 2018.* Santiago.

Comisión Nacional de Productividad. (2018). *Conocimiento y Uso de las Plataormas Digitales en Chile.* Santiago.

Conducción Eficiente. (2019). *Conduccion Eficiente*. Obtenido de Conduccion Eficiente: https://www.conduccioneficiente.cl/5-autos-que-rinden-mas-de-18-kml/

Diario Estrategia. (07 de Noviembre de 2018). *Diario Estrategia*. Obtenido de Diario Estrategia: http://www.estrategia.cl/texto-diario/mostrar/1246505/como-funcionaran-nuevos-paraderos-inteligentes-transantiago

Dirección de Transporte Público Metropolitano. (2019). *Satisfacción de Los Usuarios Con Operadores y El Sistema VS Percepción de Buses del nuevo Estándar.* Santiago.

Ecologistas en Acción. (2008). ¿Qué son las PM2,5 y cómo afectan a nuestra salud? *Ecologistas en Acción*.

Economía y Negocios. (17 de Abril de 2016). Aunque el parque de taxis está congelado, el ministerio ha autorizado a casi 15 mil autos para hacer transporte privado remunerado. *Aunque el parque de taxis está congelado, el ministerio ha autorizado a casi 15 mil autos para hacer transporte privado remunerado*, pág. http://www.economiaynegocios.cl/noticias/noticias.asp?id=243577.

Economía y Negocios. (05 de Marzo de 2018). Uber y Cabify se acercan a los 100 mil conductores y ya duplican la plaza de taxis. *Uber y Cabify se acercan a los 100 mil conductores y ya duplican la plaza de taxis*.

Economista de America. (01 de Agosto de 2017). *Buses híbridos y buses Euro 6 como opciones para la renovación de flota de Transantiago*. Obtenido de https://www.eleconomistaamerica.cl/empresas-eAm-chile/noticias/8532225/08/17/Buses-hibridos-y-buses-Euro-6-como-opciones-para-la-renovacion-de-flota-de-Transantiago.html

El Mercurio. (26 de Diciembre de 2018). En tramos de la Alameda, siete de cada diez vehículos en pistas para buses son taxis. pág. C 6.

Electromov. (04 de Abril de 2019). *Electromov*. Recuperado el 2019, de Electromov: http://www.electromov.cl/2019/04/24/enel-x-instalaria-100-nuevas-electrolineras-este-ano/

Enel Chile. (Octubre de 2019). *TARIFAS DE SUMINISTRO ELÉCTRICO DESTINADAS A USUARIOS RESIDENCIALES.* Obtenido de TARIFAS DE SUMINISTRO ELÉCTRICO DESTINADAS A USUARIOS RESIDENCIALES: https://www.enel.cl/content/dam/enel-cl/personas/tarifas-y-reglamentos/tarifas/tarifas-vigentes/vigentes/Tarifas%20Suministros%20Clientes%20Regulados%20-%20Octubre%202019.pdf

Energía Abierta. (2017). *Balance Nacional de Energia.* Chile.

FayerWayer. (05 de Diciembre de 2018). *FayerWayer*. Obtenido de https://www.fayerwayer.com/2018/12/cabify-easy-taxi-alianza/

Flores, A. F. (2018). *CARACTERIZACIÓN DE LA DEMANDA POR VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN SANTIAGO, CHILE.* Santiago.

Gana, J. (2018). *Plataformas de Transporte.* Santiago.

García, G. (6 de Abril de 2016). *Motor Pasion Mexico*. Obtenido de Motor Pasion Mexico: https://www.motorpasion.com.mx/industria/autos-que-menos-contaminan-mexico-2016

Gobierno de Chile. (03 de Octubre de 2018). *Gobierno de Chile*. Obtenido de Gobierno de Chile: https://www.gob.cl/noticias/3000-nuevos-buses-mas-modernos-ecologicos-y-seguros-para-santiago/

Gobierno de Chile. (09 de Noviembre de 2018). *Gobierno de Chile*. Obtenido de Gobierno de Chile: https://www.gob.cl/noticias/este-domingo-entra-en-vigencia-la-ley-que-promueve-una-mejor-convivencia-vial/

Guy Edwards, Lisa Viscidi & Carlos Mojica. (Septiembre de 2018). Cargando el Futuro: El Crecimiento de los mercados de autos y autobuses eléctricos en las ciudades de América Latina.

Hachim Campos, M. F. (2018). *EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA SEGUNDA VIDA ÚTIL DE BATERÍAS DE ION LITIO PROVENIENTES DE LA ELECTROMOVILIDAD PARA LA AGROINDUSTRIA.* Santiago: Uchile.

INE. (2017). *Instituto Nacional de Estadísticas.* Obtenido de INE: https://www.ine.cl/estadisticas/economicas/transporte-y-comunicaciones?categoria=Anuarios

Infraestructura Pública. (10 de Diciembre de 2018). *InfraEstructura Pública*. Obtenido de Infraestructura Pública: http://www.infraestructurapublica.cl/ranking-ciclovias-comuna-santiago-lidera-49-kilometros/

Instituto de Políticas Públicas en Salud. (16 de Noviembre de 2014). *Instituto de Políticas Públicas en Salud*. Obtenido de Instituto de Políticas Públicas en Salud: http://www.ipsuss.cl/ipsuss/actualidad/santiago-es-declarado-zona-saturada-por-contaminacion-del-aire-por-pm-2-5/2014-11-16/185020.html?pertenece=termometro

Kiritz, G., Durán, V., & Montaña, A. (2015). Ordenamiento Territorial Energético en Chile: legitimización social de la matriz energética nacional e impactos en el Archipielago de Chiloé. *Boletin del Patrimonio Natural de Chiloé*, 3-21.

La Tercera. (20 de Julio de 2018). Casi dos millones de baterías de autos se desechan al año en el país.

La Tercera. (22 de Octubre de 2018). *Combustibles: peso de impuestos en el precio final en Chile es uno de los más bajos de la OCDE*. Obtenido de Combustibles: peso de impuestos en el precio final en Chile es uno de los más bajos de la OCDE:

https://www.latercera.com/pulso/noticia/combustibles-peso-impuestos-precio-final-chile-uno-los-mas-bajos-la-ocde/371571/

LaNación. (07 de Marzo de 2018). *LaNación*. Obtenido de LaNación: http://lanacion.cl/2018/03/07/que-tanto-incide-la-fuerza-de-trabajo-de-uber-y-cabify-en-la-tasa-de-desempleo/

LeyChile. (01 de Junio de 2016). *ESTABLECE MARCO PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS, LA RESPONSABILIDAD EXTENDIDA DEL PRODUCTOR Y FOMENTO AL RECICLAJE.* Obtenido de ESTABLECE MARCO PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS, LA RESPONSABILIDAD EXTENDIDA DEL PRODUCTOR Y FOMENTO AL RECICLAJE: https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1090894

Matesanz, V. (07 de Abril de 2018). *Computerhoy*. Obtenido de Computerhoy: https://computerhoy.com/noticias/life/dilema-del-litio-gran-reto-del-coche-electrico-78713

Matus, P., & Oyarzún, M. (2018). Impacto del Material Particulado aéreo (MP2,5) sobre las hospitalizaciones por enfermedades respiratorias en niños: estudio caso-control alterno. *Revista Chilena de Pediatría*, 166-174.

Minería Chilena. (9 de Julio de 2018). *Minería Chilena: Información Confiable y Oportuna*. Obtenido de Minería Chilena: Información Confiable y Oportuna: http://www.mch.cl/2018/07/09/exportacion-litio-chileno-se-dispara-138-junio-registra-segundo-mejor-mes-la-historia/

Ministerio de Desarrollo Social. (2017). *Estimación del Precio Social CO2.* Santiago.

Ministerio de Desarrollo Social. (s.f.). *Ministerio de Desarrollo Social*. Obtenido de Ministerio de Desarrollo Social: http://sni.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/evaluacion-iniciativas-de-inversion/evaluacion-ex-ante/metodologias-y-precios-sociales-nuevos-sectores/

Ministerio de Energía. (2018). Buenas Practicas en Movilidad Electrica. Santiago.

Ministerio de Energía. (27 de Diciembre de 2018). *Estrategia Nacional de Electromovilidad.* Obtenido de Ministerio de Energía: http://www.minenergia.cl/archivos_bajar/2018/electromovilidad/estrategia_electromovilidad-27dic.pdf

Ministerio de Energía. (2018). *Ministerio de Energía*. Obtenido de Guía Electromovilidad: http://www.minenergia.cl/archivos_bajar/2018/electromovilidad/Guia_Electromovilidad.pdf

Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. (03 de Julio de 2018). *Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.* Obtenido de Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones: http://www.mtt.gob.cl/archivos/19066

Ministerio del Ambiente. (26 de Abril de 2017). *Ministerio del Ambiente*. Obtenido de Ministerio del Ambiente: https://mma.gob.cl/mapa-del-ruido-diurno-y-nocturno-identifica-lugares-con-mayor-y-menor-contaminacion-acustica-en-gran-santiago/

Ministerio del Medio Ambiente. (2017). *Tercer Reporte del Estado del Medio Ambiente.* Ministerio del Medio Ambiente.

Ministerio del Medio Ambiente. (2018). *Guia Para docentes sobre la calidad del aire.*

Ministerio del Medio Ambiente. (2018). *INFORME CONSOLIDADO DE EMISIONES Y TRANSFERENCIAS DE CONTAMINANTES 2005-2016.* Santiago.

Ministerio del Medio Ambiente. (08 de Febrero de 2018). *Ministerio del Medio Ambiente*. Obtenido de Ministerio del Medio Ambiente: https://mma.gob.cl/nueva-tecnologia-de-buses-de-transantiago-de-baja-emision-apoyaran-plan-para-descontaminar-la-capital/

Ministerio del Medio Ambiente. (s.f.). *Ministerio del Medio Ambiente*. Obtenido de Ministerio del Medio Ambiente: https://ruido.mma.gob.cl/

Moray PSR. (2018). *Análisis de Largo Plazo para el Sistema Electrico Nacional de Chile Consdierando Fuentes de eEnergia Varaibles e Intermitentes.* Chile: Asociacion de Generadoras de Chile.

Nación Mexico. (4 de Diciembre de 2014). *Nación México*. Obtenido de Nación: https://www.nacion.com/ciencia/los-10-automoviles-mas-ahorrativos-en-gasolina/S7FF7W6EGBE2LJEKG6WBIVEC2Y/story/

Naciones Unidas. (2015). Acuerdo de Paris. *Acuerdo de Paris*, (pág. 2).

Olivares, D. C. (14 de Septiembre de 2006). Planta de reciclaje de caucho: Comercialización de miga de caucho. Santiago, Chile.

Osses, M. (24 de Julio de 2019). Entrevista acerca de electromovilidad. (E. Lastra, Entrevistador)

Pais Circular. (21 de Marzo de 2019). Electrolineras a domicilio: Aumenta la oferta de infraestructura de carga privada, pero el parque de autos eléctricos frena crecimiento.

Pinto, F. (2019). Cambio climático en Chile: del desafío global a la oportunidad local. *Friedrich Ebert Stingfung*.

Plataforma de Electromovilidad. (2019). *Ministerio de Energía*. Obtenido de http://energia.gob.cl/electromovilidad/vehiculos-electricos

Plataforma Urbana. (25 de Septiembre de 2016). *Plataforma Urbana*. Obtenido de Plataforma Urbana: http://www.plataformaurbana.cl/archive/2016/09/25/lo-barnechea-tiene-las-primeras-bicicletas-electricas-publicas-de-santiago/

Polambiente. (2009). *Polambiente*. Obtenido de Polambiente: https://www.polambiente.com/nosotros

Publimetro. (21 de Diciembre de 2018). *Publimetro*. Obtenido de Publimetro: https://www.publimetro.cl/cl/tacometro/2018/11/21/scooters-electricos-la-nueva-forma-transporte-compartido.html

Recimat. (s.f.). *Recimat*. Obtenido de Recimat: http://recimat.cl/

RED. (Marzo de 2019). *Red Metropolitana de Movilidad*. Obtenido de RED: www.red.cl

Reporte Sostenible. (18 de Octubre de 2018). *Taxis eléctricos evitarán la emisión de 3 toneladas de CO2 y la quema de 1300 litros de gasolina al año.* Obtenido de http://www.reportesostenible.cl/Taxis-electricos-evitaran-la-emision-de-3-toneladas-de-CO2-y-la-quema-de-1300-litros-de-gasolina-al-ano

Reportes CNE. (2019). *Reportes CNE*. Obtenido de Reportes CNE: http://reportes.cne.cl/

Revista Capital. (20 de Diciembre de 2018). *Revista Capital*. Obtenido de Revista Capital: https://www.capital.cl/ley-uber-cabify-en-la-linea-correcta-pero/

Revista EI. (17 de Enero de 2018). *Revista EI*. Recuperado el 2019, de Revista EI: http://www.revistaei.cl/reportajes/sec-facilita-instalacion-puntos-carga-autos-electricos/

Revista Qué Pasa. (21 de Abril de 2019). Cambio climático: el implacable aumento de la temperatura en Chile. Santiago, Chile.

Reyes, V. (26 de Julio de 2017). Difunden los modelos de autos mas usados como taxi en Chile. *BiobioChile.cl*, págs. https://www.biobiochile.cl/noticias/economia/actualidad-economica/2017/07/26/difunden-los-modelos-de-autos-mas-usados-como-taxi-en-chile.shtml.

Salazar, N. (Febrero de 2019). *Pisapapeles.net*. Obtenido de Avance en la electromovilidad en Chile: Las electrolineras: https://pisapapeles.net/avances-en-la-electromovilidad-en-chile-las-electrolineras/

SEREMI Medio Ambiente. (2017). *Secretaría Regional Ministerial Medio Ambiente.* Obtenido de Secretaría Regional Ministerial Medio Ambiente: https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/12/INFORME-_GEC_2017_version-final-publicada.pdf

SII. (06 de Julio de 2017). *SII*. Obtenido de SII: http://www.sii.cl/preguntas_frecuentes/iva/001_030_0739.htm

SolerPalau. (31 de Mayo de 2018). *SolerPalau*. Obtenido de https://www.solerpalau.com/es-es/blog/particulas-suspension/

Teletrece. (07 de Febrero de 2019). *Teletrece*. Obtenido de Teletrece: http://www.t13.cl/noticia/nacional/adios-bip-otros-medios-pago-tendra-transantiago

TomTom Traffic Index. (2016). *TomTom Traffic Index*. Obtenido de TomTom Traffic Index: https://www.tomtom.com/en_gb/trafficindex/city/santiago-de-chile

Tomtom Trafic. (2017). *Tomtom Trafic*. Obtenido de Tomtom Trafic: https://www.tomtom.com/en_gb/traffic-index/santiago-traffic#statistics

Treguer, F. (18 de Julio de 2018). *Autocosmos*. Obtenido de Autocosmos: https://noticias.autocosmos.cl/2017/07/18/en-que-consiste-la-norma-euro-de-emisiones

unComo. (16 de Mayo de 2017). *unComo*. Obtenido de https://motor.uncomo.com/articulo/cual-es-la-vida-util-de-un-coche-21763.html

Universidad Austral de Chile. (2016). *Actualizacion del Mapa de Ruido del Gran Santiago.*

UrbanTecno. (02 de Marzo de 2018). *UrbanTecno*. Obtenido de UrbanTecno: https://urbantecno.com/motor/contaminacion-acustica-coche-electrico

Vi-e. (18 de Marzo de 2018). *Vi-Educativo*. Obtenido de Vi-Educativo: https://www.vi-e.cl/congestion-vehicular-en-santiago.html

10 ÍNDICE DE TABLAS

No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.

Tabla 4. 1 Cantidad de Vehículos en Chile según Tipo de Transporte Fuente: INE, 2017 11
Tabla 4. 2 Cantidad de Vehículos en la Región Metropolitana según Tipo de Transporte. Fuente: INE, 2017. 11
Tabla 4. 3 Cantidad de Vehículos de Transporte Colectivos en la Región Metropolitana según Tipo de Vehículos. Fuente: INE, 2017 12
Tabla 4. 4 Cantidad de Vehículos de Transporte Colectivos en la Provincia de Santiago según Tipo de Vehículos. Fuente: INE, 2017 12
Tabla 4. 5 Cantidad de Vehículos de Taxis Colectivos en el país. Fuente: INE, 2017 13
Tabla 4. 6 Cantidad de Taxis en la Región Metropolitana. Fuente: INE, 2017..... 13
Tabla 4. 7 Índice de Congestión Vehicular en Sudamérica. Fuente: TomTom. Año 2017 14
Tabla 4. 8 Congestión en Santiago, por hora y día. Fuente: TomTom. Año 2017..... 14
Tabla 4. 9 Cantidad de Zonas de Pago en el Transantiago. Fuente: Diario Estrategia, 2018..... 16
Tabla 4. 10 Flota Transantiago al año 2017. Fuente: Ministerio del Medio Ambiente 18
Tabla 4. 11 Cantidad de buses con estándar RED. Fuente: Ministerio de Transporte. Mayo 2019 18
Tabla 4. 12 Comparativa en precio de diferentes estándares de buses. Fuente: Economista de América 18
Tabla 4. 13 Tiempos de carga para completar el 80% de la batería. Fuente: Ministerio de Energía 22
Tabla 4. 14 Electrolineras en el país y en la Región Metropolitana. Fuente: EcoCarga . Año 2019..... 23
Tabla 4. 15 Porcentaje de la participación del Transporte en Ruta en el total de emisiones al aire en el país. Fuente: Informe RETC, 2016. Elaboración propia 23
Tabla 4. 16 Porcentaje de participación del Transporte en Ruta en el total de emisiones al aire en la Región Metropolitana. Fuente: Informe RETC, 2016. Elaboración propia..... 24
Tabla 4. 17 Emisiones de CO2 por tipo de fuentes desagregadas en la R.M. Fuente: Informe RETC, 2016. Elaboración propia 24
Tabla 4. 18 Composición del Total de Emisiones al aire por categoría vehicular. Fuente: Informe RETC, 2016 25
Tabla 4. 19 Olas de Calor en Santiago por décadas. Fuente: Elaboración Propia 27
Tabla 4. 20 Hospitalizaciones de niños con enfermedades respiratorias expuestos a mas de 50 MP en la R.M. Fuente: Revista Chilena de Pediatría. Año 2018..... 29
Tabla 4. 21 Emisiones Históricas del Transporte en Ruta (2005-2016). Fuente: RETC, 2018 32
Tabla 4. 22 Emisiones Historicas del Transporte en Ruta (2005-2016). Fuente: RETC, 2016 32
Tabla 4. 23 Niveles de Material Particulado para declarar episodios críticos . Fuente: SEREMI, 2017 34
Tabla 4. 24 Cantidad de Episodios registrados por MP 2,5 en años 2014 y 2017 en la RM. Fuente: Aire Santiago..... 34
Tabla 4. 25 Cantidad de Episodios registrados por MP 10, en años 2014 y 2017 en la R.M Fuente: Aire Santiago..... 34
Tabla 4. 26 Balance de Energia Nacional. Año 2017. Fuente: Energía Abierta 36
Tabla 4. 27. Porcentaje de Establecimientos de Salud con contaminación ambiental en la RM..... 39
Tabla 4. 28. Porcentaje de Establecimientos Educacionales con contaminación ambiental..... 39
Tabla 4. 29 Accidentes Bicicletas Año 2017. Elaboración Propia 43
Tabla 4. 30 Cantidad de taxis inscritos en EasyTaxi por modelo, 2017. Fuente: Emol. Elaboración Propia 45
Tabla 4. 31 Contaminación Vehículo modelo Toyota Yaris Año 2016. Fuente: Ecovehiculos 45
Tabla 4. 32 Consumo bencina Vehículo modelo Toyota Yaris Fuente: Conducción Eficiente 45
Tabla 4. 33 Promedio Precio Nacional del litro de Combustible. Fuente: Anuario Estadístico de Energía. Año 2018..... 46
Tabla 4. 34 Desglose promedio porcentual del precio al público por combustible. Fuente: Análisis al Impuesto específico a los combustibles y MEPCO. Año 2018 47

Tabla 7. 1 Contaminación de Participación del Transporte en Ruta en R.M Fuente: RETC, 2016 51
Tabla 7. 2 Autonomía de los vehículos comparativos. Elaboración Propia 52
Tabla 7. 3 Electrolineras en la Región Metropolitana. Fuente: SEC, 2019..... 52
Tabla 7. 4 Tiempo de Carga vehículo eléctrico. Fuente: Guía Electromovilidad. Ministerio de Energía. Año 2018..... 53
Tabla 7. 5 Vida útil Batería Vehículo Eléctrico. Fuente: Seminario Electromovilidad. Año 2019..... 54
Tabla 7. 6 Denuncias al Ministerio de Transporte hacia taxistas en la Región Metropolitana. Fuente: Comisión Nacional de Productividad. Año 2016 56
Tabla 7. 7 Percepción Usuarios Plataforma de Transporte. Fuente: ODECU, 2017..... 56
Tabla 7. 8 Resultados de con qué nota evalúa el servicio entregado por el recorrido. Fuente: DTP. Año 2019 58
Tabla 7. 9 Emisiones generadas por un vehículo convencional y un vehículo 100% eléctrico. Fuente: Plataforma Electromovilidad..... 60
Tabla 7. 10 Promedio de Ahorro Generado por un taxi eléctrico anualmente. Elaboración Propia..... 61
Tabla 7. 11 Composición de Emisiones de Transporte en Ruta por Categoría Vehícular en el país. Fuente: RETC. Año 2017 61
Tabla 7. 12 Cantidad de Taxis existentes en la Región Metropolitana. Fuente: INE, 2017 62
Tabla 7. 13 Cantidad de Kilómetros Recorrido por tipo de taxi. Fuente: Elaboración propia, con información recopilada de MTT y Comisión de Transportes Senado. 63
Tabla 7. 14 Cantidad de Litros de combustible fósil quemados por tipo de taxi anualmente. Fuente: Elaboración propia, con información recopilada de MTT y Plataforma Electromovilidad. 63
Tabla 7. 15 Cantidad de Taxis en la Región Metropolitana Año 2019 Fuente: INE 63
Tabla 7. 16 Cantidad de Taxis en la Región Metropolitana Año 2020. Fuente: MTT e INE 64
Tabla 7. 17 1°Tasa de Reemplazo de Taxis para lograr meta del Gobierno. Elaboración propia. 64
Tabla 7. 18 2° Tasa de reemplazo anual para lograr la meta del Goberno. Elaboración Propia..... 64
Tabla 7. 19 Parque vehicular de los taxis proyectados hasta el año 2050 según tasa de reemplazo definida. Elaboración Propia 65
Tabla 7. 20 Precio Sombra del Carbono [USD/Tonelada CO2]. Fuente: Ministerio de Desarrollo Social. Año 2017..... 66
Tabla 7. 21 Precio Sombra del Carbono [UF/Tonelada CO2]. Fuente: Ministerio de Desarrollo Social. Año 2017 66
Tabla 7. 22 Precio Promedio de Taxi en Chile. Fuente: Elaboración propia..... 67
Tabla 7. 23 Precio Vehículo 100% eléctrico. Fuente: Hyundai. Año 2019..... 67
Tabla 7. 24. Subsidio del Estado por cada taxi convencional reemplazado por uno eléctrico. Elaboración Propia 67
Tabla 7. 25. Inversión del Estado para subsidiar el reemplazo de 41.800 taxis eléctricos. Elaboración Propia 67
Tabla 7. 26 Subsidios Renueva Tu Colectivo en Regiones para Vehículos Eléctricos . Fuente: División de Transporte Público Regional..... 68
Tabla 7. 27. Tasa de Descuento Social. Fuente: Ministerio de Desarrollo Social..... 69
Tabla 7. 28. Precio Vehículo Eléctrico en los periodos de tiempo evaluados. Elaboración propia 69
Tabla 7. 29 Valor actual de la inversión realizada por el Estado. Elaboración Propia..... 69
Tabla 7. 30 Valor social de CO2 ahorrado acumulado desde la implementación del proyecto al año 2050. Elaboración Propia 69
Tabla 7. 31. Proyección de cantidad de Emisiones de CO2 ahorradas por el reemplazo de la flota de taxis. Elaboración Propia. 70
Tabla 7. 32 Consumo Promedio Anual Taxi Eléctrico para diferente modalidad de taxi, considerando. Elaboración propia 71
Tabla 7. 33 Impuesto generado por mayor consumo de Energía Eléctrica por cada taxi. Elaboración Propia 71

Tabla 7. 34 Valor actual de recaudación fiscal por mayor consumo de Energía Eléctrica. Elaboración Propia 71
Tabla 7. 35. Consumo Promedio Anual de un Taxi Convencional. Elaboración Propia 72
Tabla 7. 36. Impuesto no percibido por no utilizar combustible fósil en los taxis. Elaboración Propia 72
Tabla 7. 37 Deficit Tributario por no consumo de Combustible Fósil. Elaboración Propia 73
Tabla 7. 38. Valor del kilómetro recorrido con diferentes tipos de automóviles. Elaboración Propia 75
Tabla 7. 39 Beneficio Operacional de Taxistas por cambiar a vehículo eléctrico. Elaboración Propia 75
Tabla 7. 40 Costo del mantenimiento de un Vehículo Convencional y Eléctrico. Elaboración Propia 75
Tabla 7. 41. Beneficio por ahorro en costos de mantenimiento por recambio a taxis eléctricos. Elaboración Propia 76
Tabla 7. 42. Precio Kilowatt Hora para Clientes Residenciales. Fuente: ENEL. Septiembre 2019 76
Tabla 7. 43. Precios de Recarga en Electrolineras de Copec Voltex. Fuente: Copec Voltex 76
Tabla 7. 44. Vida Útil y precio de una batería de 280 kwh. Fuente: Elaboración Propia. 77
Tabla 7. 45. Valor del Permiso de Circulación para los modelos de taxi convencional y taxi eléctrico. Fuente: Servicios de Impuestos Internos. Año 2019 77
Tabla 7. 46. Valor actual de los beneficios y costos. Elaboración propia 79
Tabla 7. 47 Van Social del proyecto. Elaboración Propia 79
Tabla 7. 48. Inversión Privada Necesaria para que el VAN sea rentable. 80
Tabla 7. 49. Inversión traída a valor presente necesaria para que el VAN Social sea positivo. Elaboración Propia 81
Tabla 7. 50 VAN privado con inversión mínima privada. Elaboración Propia 81

11 ANEXOS

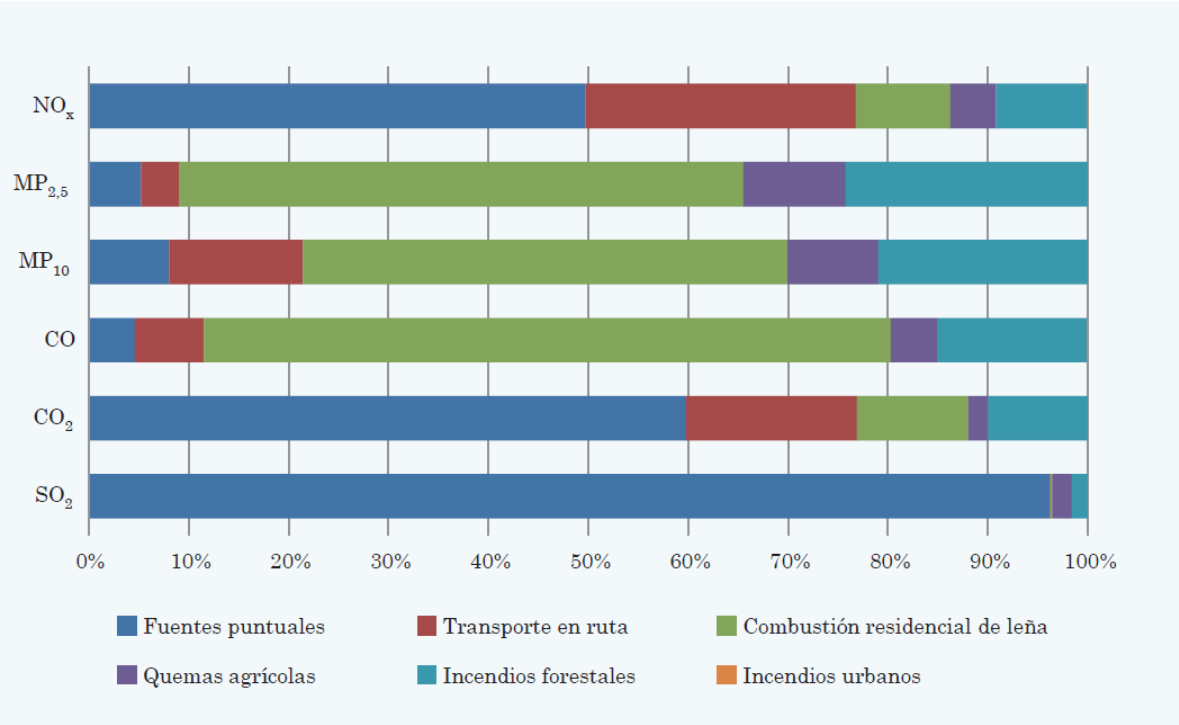
RM	Flota RNSTPP
Taxi básico urbano	23.382
Taxi ejecutivo urbano	3.146
Taxi turismo urbano	610

Anexo 1. Cantidad de Taxis Ejecutivos y de Turismo Año 2015

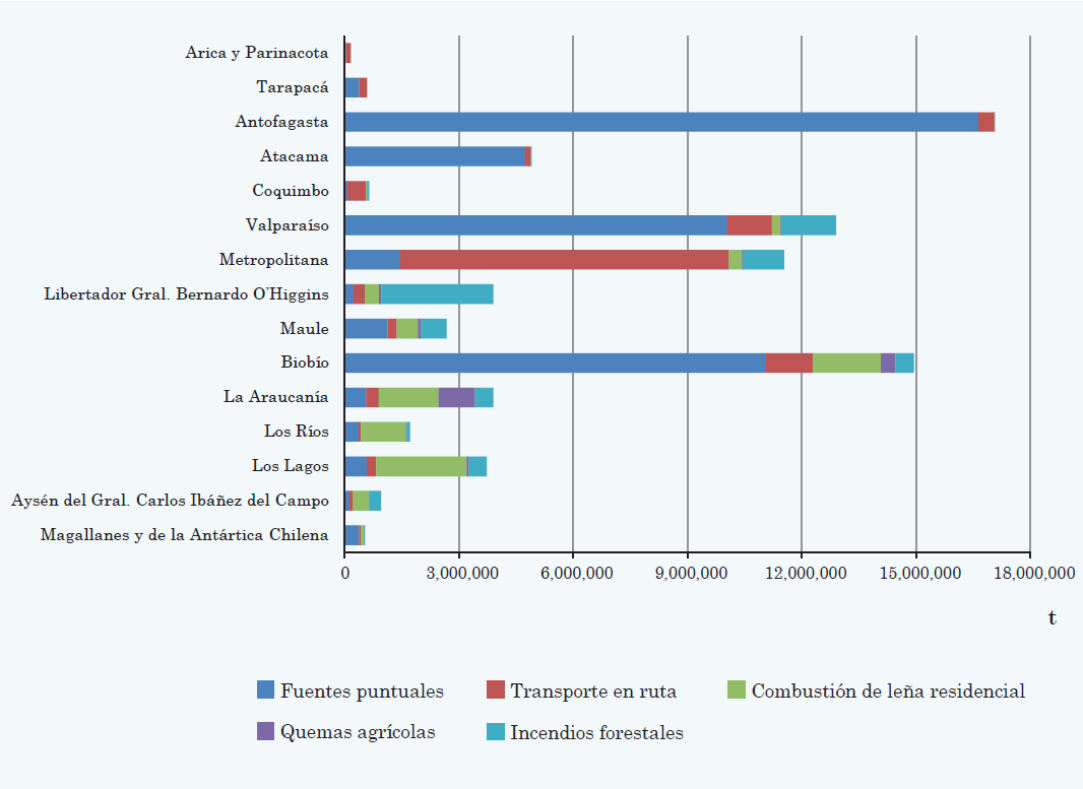
Tabla 1. Características de los niños hospitalizados por enfermedades respiratorias, residentes en la Región Metropolitana, 2001-2005 (n = 72.479)

Variable	n	(%)
Edad al ingreso		
0-1	37.334	(51,5)
2-5	21.066	(29,1)
6-14	14.079	(19,4)
Sexo		
Masculino	40.955	(56,5)
Femenino	31.524	(43,5)
Previsión		
Beneficiarios Sistema Público	59.367	(81,9)
Isapres	10.639	(14,7)
Particular	927	(1,3)
Otro	1.546	(2,1)
Diagnósticos de egreso		
Enfermedades del Sistema Respiratorio (J00-J98)*	72.479	(100,0)
Neumonía (J12-J18)*	21.220	(29,3)
Bronquiolitis (J21.0-J21.9)*	3.276	(4,5)
Asma (J45-J46)*	1.037	(1,4)
Otras enfermedades respiratorias	46.946	(64,8)
Días de estada		
≤ 1 día	25.652	(35,4)
2 a 6 días	46.827	(64,6)

Anexo 2. Caracterísiticas de los niños hospitalizados por enfermedades respiratorias, residentes en la región metropolitana entre 2001 y 2005



Anexo 3. Composicion del total de emisiones al aire, 2016



Anexo 4. Emisiones de CO2 por tipo de fuente desagregadas por región, 2016

CIUDAD	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Arica	95,97	117,46	138,94	121,44	117,83	117,33	103,30	95,72	122,20	124,59	130,01	146,57
Iquique	102,85	116,03	115,76	82,37	55,06	73,89	100,85	111,63	58,93	77,87	79,81	156,15
Antofagasta	121,03	178,65	177,54	162,23	169,49	192,82	190,81	193,30	232,79	261,92	266,44	239,52
Calama	50,92	54,04	63,65	48,30	63,16	77,49	76,24	72,23	107,93	109,37	110,17	82,01
Copiapó	40,96	34,11	34,09	32,64	38,74	45,41	43,23	44,46	78,88	81,86	84,53	100,77
La Serena-Coquimbo	120,00	138,91	173,20	134,69	127,45	137,21	137,29	137,09	180,94	177,95	185,87	282,08
Ovalle	59,89	53,78	64,32	68,41	68,56	80,87	72,59	20,82	22,25	21,51	21,55	17,94
Gran Valparaíso	229,49	202,16	287,03	193,41	196,24	209,72	212,80	213,74	287,55	289,50	288,79	276,11
San Felipe	39,54	36,68	44,48	48,07	45,91	56,91	58,12	65,55	73,72	83,72	135,16	153,54
Los Andes	35,85	35,07	46,84	46,34	47,49	63,31	62,09	72,31	84,21	94,13	136,79	154,72
San Antonio	44,55	42,08	50,73	56,52	57,74	90,82	79,64	92,74	95,89	111,67	129,60	188,59
Gran Santiago	1.171,60	1.258,51	1.545,28	1.339,28	1.660,47	1.699,88	1.727,89	1.725,17	2.136,68	2.503,34	3.051,07	2.828,83
Rancagua	39,77	42,94	42,20	54,43	87,37	109,48	106,88	110,45	142,54	146,26	122,18	133,28
San Fernando	37,46	35,42	39,26	43,43	46,14	57,37	58,04	65,63	76,43	88,54	144,91	159,70
Curicó	66,49	64,26	74,04	82,93	84,51	96,83	95,16	24,58	23,27	23,67	23,98	33,02
Talca	37,04	53,66	59,50	56,40	81,81	91,49	78,78	77,64	101,30	103,14	104,28	125,27
Linares	50,84	47,38	56,04	61,75	65,55	74,51	73,30	32,31	38,87	39,76	40,60	40,35
Chillán	65,09	54,90	53,47	51,68	65,68	79,15	82,41	98,42	95,82	114,83	94,39	103,57
Gran Concepción	399,77	449,07	456,20	424,28	446,09	542,95	548,84	508,80	517,61	554,15	570,12	502,15
Los Ángeles	25,44	19,27	33,03	29,71	32,54	49,00	53,72	73,98	94,91	97,81	98,41	84,50
Angol	23,76	22,31	28,65	25,06	31,44	37,92	42,23	21,01	23,16	24,22	25,60	54,16
Temuco-PLC	88,84	124,38	158,11	140,55	132,90	142,82	136,17	135,39	136,05	169,27	173,32	238,50
Valdivia	45,15	44,65	46,02	44,18	42,64	51,71	50,15	49,23	60,32	63,06	52,30	54,82
Osorno	107,29	114,03	98,47	88,45	88,45	92,29	90,41	85,55	94,43	94,97	88,26	112,57
Puerto Montt	66,44	63,70	112,96	143,50	235,00	444,56	373,75	294,15	330,52	326,44	321,79	255,29
Coyhaique	42,98	41,62	51,12	49,32	50,44	61,02	63,72	74,20	82,60	96,19	156,16	172,87
Punta Arenas	68,21	96,08	123,11	125,23	121,21	183,37	181,59	38,30	42,25	43,16	44,79	49,71
Total	**3.277,24**	**3.541,15**	**4.174,04**	**3.754,61**	**4.259,94**	**4.960,12**	**4.900,02**	**4.534,40**	**5.342,04**	**5.922,90**	**6.680,88**	**6.746,58**

Anexo 5 . Emisiones de Material Particulado Fino (MP 2,5) en ciudades con trannsporte en ruta con polvo en suspensión . Año 2016

PERCEPCIÓN USUARIOS	
Medio de Transporte	**NOTA**
Cabify	6,5
Taxi Básico	4,9
Uber	6,1

Anexo 6. Percepción Usuarios de Taxis y Aplicaciones de transporte

Vehículo Eléctrico Hyundai Modelo Ioniq AE 4P

Eléctrico Puro

- **Marca**: Hyundai
- **Modelo**: Ioniq AE Automóvil 4P. T/A Motor Eléctrico
- **Carroceria**: Hatch Back
- **Emisiones de CO_2**: 0 [g de CO_2/km]
- **Capacidad de batería**: 28,0 [kWh]
- **Rendimiento eléctrico**: 8,8 [km/kWh]
- **Autonomía eléctrica**: 246 [km]

Anexo 7. Vehículo Hyundai Modelo Ioniq AE 4P. Fu

Consumo Promedio Anual Combustible		
Tipo de Taxi	**Taxi Basico y Taxi Colectivo**	**Taxi Ejecutivo y de Turismo**
Litros	4605	1300
Proporción en Taxis	90.2%	9.9%
PROMEDIO	4280	

Anexo 8. Cálculo de consumo promedio Taxis en la Región Metropolitana. Elaboración propia.

Precio Promedio Combustible		
Tipo de Combustible	Gasolina	Petróleo / Diesel
Precio	$819	$595
Proporción	79.3%	20.7%
PROMEDIO	$773	

Anexo 9. Precio Promedio Combustible en la Región Metropolitana. Fuente: Elaboración Propia

Impuestos Combustible		
Tipo de Combustible	Gasolina	Petróleo / Diesel
Impuestos	49%	28%
Proporción de vehículos	79.3%	20.7%
PROMEDIO	**44.5%**	

Anexo 10. Impuestos al Combustible. Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del INe y MEPCO. Año 2017

Consumo Promedio Anual Taxi Convencional		
Tipo de Taxi	Taxi Básico y Taxi Colectivo	Taxi Ejecutivo y de Turismo
Litros Anuales	4,605	1,300
Precio Promedio Litro Combustible	$ 773	$ 773
GASTO ANUAL COMBUSTIBLE	$3,559,665	$1,004,900
Proporción	90.15%	9.85%
	$3,308,021	

Anexo 11. Consumo Promedio Anual Taxi Convencional

EMISIONES DE CO2 ANUAL		
Tipo de Taxi	Taxi Básico y Taxi Colectivo	Taxi Ejecutivo y de Turismo
CO2	6.8	3
Proporción	90.15%	9.85%
COSTO ANUAL COMBUSTIBLE	6.43	

Anexo 12. Emisiones de CO2 Anual por tipo de taxi. Elaboración Propia

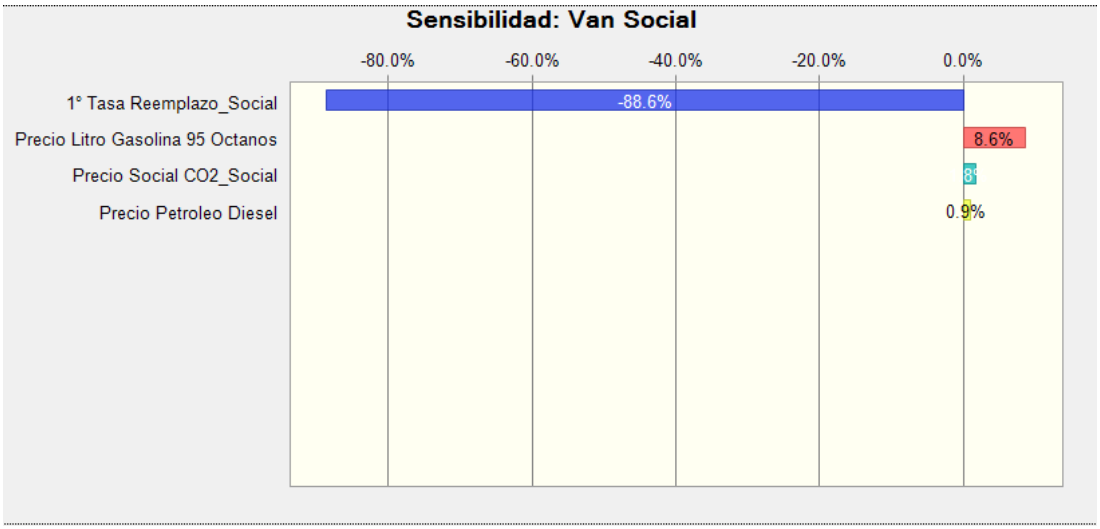
Inicio / Shop / Mantenimiento / Mantencion de 40.000 km Toyota Yaris

Mantencion de 40.000 km Toyota Yaris

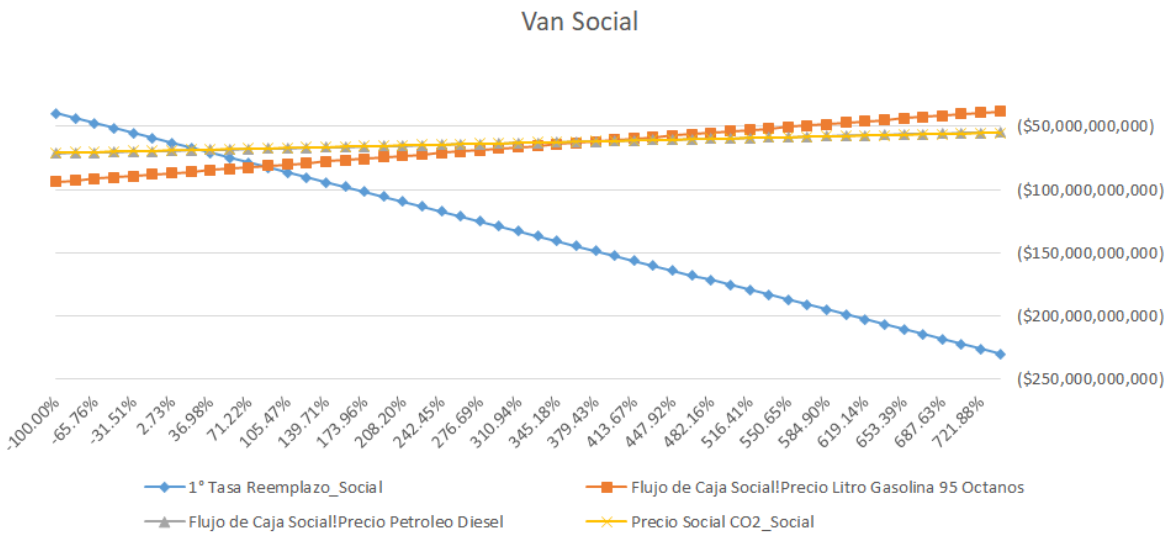
$237.000

1 COMPRA TU MANTENCIÓN

Anexo 13. Mantención Toyota Yaris



Anexo 14. Análisis de Sensibilidad de las variables del VAN Social



Anexo 14. Gráfico Spider del Van Social.