

Análisis de co-impactos

Resultados Paneles de Expertos Sector Transporte

Noviembre 2015

Cita sugerida: MAPS Chile, 2015. Análisis de co-impactos. Resultados Paneles de Expertos Sector Transporte. Ministerio del Medio Ambiente y Gobierno de Chile, Santiago, Chile.

ADVERTENCIA: La responsabilidad principal de los contenidos de este documento es del equipo profesional de MAPS Chile. No obstante lo anterior, gran parte de los temas abordados han sido analizados gracias a la activa participación de diversos actores relevantes. El Grupo de Construcción de Visión, así como los Paneles de Expertos, y el Comité Directivo del proyecto, han tenido la oportunidad de revisar estos contenidos y, en caso de discrepancias, éstas son descritas en las secciones correspondientes.

MAPS Chile

Opciones de mitigación del cambio climático para un desarrollo bajo en carbono

2011-2015

El proyecto MAPS Chile

MAPS es un acrónimo en inglés que quiere decir *Mitigation Action Plans and Scenarios*. El proyecto tiene su origen en Sudáfrica, en una iniciativa de investigación y participación de múltiples actores que investigó escenarios posibles para la reducción de emisiones de gases efecto invernadero (GEI) entre 2005 y 2008 y que se llamó LTMS, *Long Term Mitigation Scenarios*. Se han desarrollado proyecto MAPS en Brasil, Colombia, Perú y Chile; son iniciativas similares que cuentan con el apoyo técnico de Sudáfrica. MAPS ha buscado generar la mejor evidencia posible para informar la toma de decisiones sobre la mitigación del cambio climático y el desarrollo bajo en carbono en cada país. En particular, los proyectos MAPS han identificado y estudiado trayectorias probables -con distintos niveles de esfuerzo de mitigación-, analizado sus posibles consecuencias, y socializado esta información con actores clave. Estas iniciativas han contribuido significativamente a los respectivos países en sus procesos de negociación internacional, al amparo de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC, por su sigla en inglés).

MAPS Chile comenzó a fines de 2011, obedeciendo un mandato de seis ministros de Estado que requerían que el proyecto estudiara y entregara las mejores opciones que tiene el país para la mitigación de las emisiones de gases efecto invernadero (GEI).

El proyecto ha ocurrido en tres fases. La primera, terminada a mediados de 2012, desarrolló la Línea Base de emisiones de GEI 2007-2030 (es decir, una proyección de la economía chilena situada en el año 2006 sin considerar esfuerzos para reducir emisiones de GEI, pero incluyendo la evolución tecnológica natural de los sectores económicos) y estudió además posibles trayectorias de las futuras emisiones de GEI del país que cumplan con las recomendaciones científicas que el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) hace para el mundo. A esto último se le llamó “dominio requerido por la ciencia”.

La segunda fase, terminada a fines de 2014, ha incluido: la Línea Base de emisiones de GEI 2013-2030, un conjunto de cerca de 100 medidas de mitigación, 9 escenarios de mitigación – como empaquetamiento de medidas específicas de mitigación-, junto a un análisis de los efectos macroeconómicos asociados a los distintos escenarios.

La tercera y última fase de MAPS Chile ha incluido, entre otros productos, una revisión y refinamiento de los resultados obtenidos en la segunda fase, una estimación de los co-impactos asociados a las principales medidas de mitigación, y un análisis de los posibles enfoques y medidas de mitigación para el largo plazo (2030-2050). Todos los resultados de MAPS Chile están disponibles en el sitio web del proyecto.

La dirección del proyecto ha estado en manos de un Comité Directivo interministerial, en el cual han participado representantes de siete ministerios del país: Relaciones Exteriores, Hacienda, Agricultura, Minería, Transporte y Telecomunicaciones, Energía y Medio Ambiente. Desde su inicio, el proyecto convocó a un Grupo de Construcción de Escenarios (en la Fase 3 este grupo se designó Grupo de Construcción de Visión), instancia en la cual han trabajado continua y voluntariamente más de 60 personas de los sectores público, privado, académico y de la sociedad civil. Adicionalmente, más de 200 personas han sido parte de reuniones sectoriales de Grupos Técnicos de Trabajo. Con todo, se estima que más de 300 personas, incluyendo a los diversos equipos consultores de universidades y prestigiosas instituciones del país, han participado activamente en MAPS Chile. El financiamiento para la realización de MAPS Chile ha provenido de Children Investment Fund Foundation (CIFF), la Alianza Clima y Desarrollo (CDKN), los gobiernos de Suiza, Dinamarca y Chile, y ha totalizado cerca de 4 millones de dólares para los más de 4 años de trabajo.

Índice de Contenidos

Análisis de co-impactos

Resultados Paneles de Expertos – Sector Transporte

A. Introducción	7
B. Alcance del análisis	8
C. Metodología de trabajo	10
1. Selección de medidas	10
2. Definiciones para el análisis.....	10
D. Principales resultados	11
1. Metas de consumo energético y de emisiones de CO ₂	11
para el promedio del parque de vehículos nuevos (Nivel 2)	11
1.1 Descripción de la medida.....	11
1.2 Consideraciones generales para el análisis.....	12
1.3 Evaluación de co-impactos	13
Co-impactos socioeconómicos	13
Variación de la demanda eléctrica y su impacto en la generación del sector generación eléctrica	14
Disminución del consumo de combustibles	14
Contribución positiva a la economía local	14
Aumento de capacidades técnicas y profesionales.....	15
Co-impactos político institucionales	15
Contribución positiva a objetivos de política sectorial.....	15
Co-impactos socio-ambientales.....	16
Disminución de contaminantes locales	16
Disminución de riesgos de salud (enfermedades respiratorias, cardiovasculares, riesgo de muerte)	18
Aumento de desechos	18
Disminución de ruidos.....	18
Aumento de accidentes de tránsito	19
2. Implementación de infraestructura en el transporte público	20
2.1 Descripción de la medida.....	20
2.2 Consideraciones generales para el análisis.....	20
2.3 Evaluación de co-impactos	21
Co-impactos críticos para la medida de desarrollo de infraestructura de BRT	21
Mejoramiento de tiempos de traslado.....	21
Mejora en la calidad del viaje	22
Impacto positivo en la partición modal a partir del incentivo del uso del transporte público	22
Disminución de la congestión vehicular en calles de la ciudad	22
Co-impactos socio ambientales	23
Disminución de contaminantes locales NO _x , dióxido de azufre, PM 2,5 y PM10.....	23

Disminución de riesgos de salud (enfermedades respiratorias, cardiovasculares, riesgo de muerte	24
Aumento de desechos	25
Variación incierta en el nivel de ruidos	25
Co-impactos socioeconómicos.....	26
Favorece la equidad	26
Aumenta la segregación espacial.....	26
Contribución incierta sobre la valorización/desvalorización sectores urbanos.....	26
Disminución del gasto energético y contribución a la eficiencia energética.....	27
Contribución positiva a objetivos de política sectorial.....	27
3. Extensión trenes urbanos de pasajeros.....	27
3.1 Descripción de la medida.....	27
3.2 Consideraciones generales	28
3.3 Evaluación de co-impactos	29
Co-impactos socio ambientales	29
Disminución de contaminantes locales NOx, dióxido de azufre, PM 2,5 y PM10.....	29
Disminución de riesgos de salud (enfermedades respiratorias, cardiovasculares, riesgo de muerte	29
Variación incierta en el nivel de ruidos	29
Favorece la equidad	30
Disminución del gasto energético y contribución a la eficiencia energética	30
Aumento de la demanda eléctrica	31
Valorización de sectores urbanos y cambio uso suelo	31
Aumenta movilidad e integración de territorios.....	32
Disminución de tiempos de traslado.....	32
Mejora en la calidad del viaje	32
Incentiva uso transporte público (impacta partición modal)	33
Descongestión/congestión vehicular en carreteras y calles de la ciudad	33
Contribución positiva a objetivos de política sectorial.....	34
Aumenta la segregación espacial para los trenes en superficie	34
E. Anexo: Listado de expertos.....	35

A. Introducción

Los esfuerzos que se realicen para la mitigación de las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) —en términos de la implementación de acciones o medidas de mitigación— seguramente dependerán no solo de costos y niveles de reducción de emisiones, sino también de otros efectos —positivos y negativos— que las medidas puedan tener sobre el desarrollo sustentable del país. Estos efectos positivos y negativos son los llamados “co-impactos”.

MAPS Chile está realizando un esfuerzo de identificación y análisis preliminar de los co-impactos relevantes de medidas de mitigación seleccionadas. El propósito de este ejercicio es entregar evidencia a los tomadores de decisiones —adicional a los resultados de Fase 2 sobre emisiones y costos asociados— para la eventual implementación de medidas de mitigación en el país.

Este documento se divide en cuatro secciones. Mientras la primera sección da cuenta del alcance del análisis realizado, particularmente asociado a su marco conceptual y a su nivel de profundidad; la segunda sección despliega la metodología de trabajo, los criterios de selección de las medidas, y el formato de las reuniones realizadas. La tercera sección, en tanto, describe los principales resultados. Para esto, considera una revisión de las consideraciones generales (elementos de contexto) bajo los cuales se desarrolló el análisis, para pasar a un análisis específico de cada una de las medidas seleccionadas. Por último, la cuarta sección esboza algunos comentarios generales asociados al proceso.

B. Alcance del análisis

Para efecto de este análisis, es importante destacar que los co-impactos son entendidos en forma genérica como los efectos secundarios (o co-beneficios) tanto positivos como negativos de las medidas de mitigación¹. En esta línea, es importante destacar que el análisis de co-impactos de medidas de mitigación es complejo y requiere múltiples precisiones y supuestos sobre las medidas, la metodología del análisis y el propósito final del análisis.

Al respecto, a continuación se identifican algunos temas importantes para este análisis y se ofrecen definiciones relevantes.

- **Co-impactos finales o intermedios:** son numerosos los co-impactos que se pueden asociar a una determinada medida de mitigación. Estos co-impactos frecuentemente están relacionados entre sí, en cadenas causa-efecto. Por lo mismo, los co-impactos que finalmente fueron analizados y evaluados no necesariamente fueron todos aquellos identificados. De esta manera, en muchos casos hubo más interés en analizar y evaluar aquellos impactos *finales*, es decir aquellos directamente percibidos por el ser humano o que afectan directamente a la naturaleza, por sobre los intermedios. Para cada medida, fueron los propios expertos quienes determinaron los impactos analizados finalmente (posterior sugerencia del equipo MAPS).
- **Alcance del análisis de co-impacto:** el análisis de co-impactos podría extenderse, en algunos casos, hasta límites difíciles de definir. Por ejemplo, el impacto de un panel solar podría extenderse hasta los efectos de la fabricación de sus partes; en este caso se trataría de efectos –o co-impactos— *aguas arriba*. De un modo similar se puede pensar en los co-impactos *aguas abajo*. En esta línea, se sugirió que los expertos fueran quienes definieran los límites del análisis, dependiendo de cada medida.
- **Área de influencia y territorialidad:** la mayoría de las medidas de mitigación analizadas en MAPS Chile son de índole nacional, en cuanto a su implementación territorial. Sin embargo, para efectos del análisis de co-impactos en algunos casos para los expertos fue necesario acotar el área de influencia –o espacio territorial relevante para la implementación de la medida— de modo de precisar y contextualizar el análisis.
- **Temas macroeconómicos:** estos temas fueron analizados como impactos directos (y no como co-impactos). En caso que se requiera información sobre efectos (impactos) macroeconómicos, se puede recurrir a los resultados de Fase 2 de MAPS Chile.
- **Supuestos sobre implementación de la medida:** existen diversos aspectos asociados a la implementación de una medida que son determinantes a la hora de analizar los posibles co-impactos. En esta línea, se le entregó libertad a los expertos para que identificaran los temas centrales y definieran los supuestos que considerasen relevantes.
- **Situación de referencia:** todo análisis (o evaluación, aún cualitativa) de co-impactos requiere definir una *situación de referencia* con la cual comparar la situación proyectada (es decir, la situación con la medida implementada). En esta línea, se estimó que la situación de referencia fuese la actual. En los casos en que los expertos

¹ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (Fourth Assessment Report). Climate Change, 2001: Mitigation. B. Metz, O. Davidson, R. Swart. and J. Pan. (eds.) Cambridge: Cambridge University Press, 2001. p. 711.

estimaron la necesidad de considerar otra situación de referencia, ésta fue explicitada en el documento.

- **Duración del co-impacto:** En algunos casos fue necesario hacer supuestos respecto a la duración del co-impacto en un horizonte de tiempo determinado. En esta línea, fueron los expertos quienes definieron su duración.

C. Metodología de trabajo

1. Selección de medidas

Las medidas de mitigación que se analizaron fueron seleccionadas de acuerdo a los siguientes criterios: i) potencial de reducción de emisiones, ii) relevancia en la agenda pública y iii) co-impactos relevantes (que pudieran anticiparse). Además, se optó por incluir al menos una medida de mitigación de cada uno de los 7 sectores analizados en Fase 2.

No obstante lo anterior, el análisis de co-impactos admite cierta flexibilidad en el tratamiento de las medidas. En concreto, si bien se remite a medidas analizadas en Fase 2, éste análisis puede considerar medidas equivalentes, en tanto características básicas, alcance y potencial de reducción (sin necesidad de limitarse literalmente a las medidas trabajadas en Fase 2).

2. Definiciones para el análisis

- **Co-Impacto:** efectos secundarios positivos y negativos que resulten de la implementación de las medidas de mitigación, considerando aspectos ambientales, socioeconómicos, socio-culturales y político-institucionales.
- **Descripción:** caracterización general de los efectos secundarios identificados para cada medida en relación al co-impacto mencionado..
- **Condiciones bajo las que se genera:** elementos críticos asociados a la implementación de la medida que podrían condicionar el análisis de los efectos secundarios positivos y negativos.
- **Información que se requiere para estimar una magnitud del Co-Impacto:** identificación de los indicadores necesarios para hacer una estimación cuantitativa del co-impacto identificado.
- **Experiencia internacional relevante:** identificación de experiencias internacionales que podrían servir de ejemplos para el co-impacto identificado.

D. Principales resultados

A continuación se dan a conocer los principales resultados de los paneles de expertos realizados. Por cada medida se realiza una descripción general de su alcance, se señalan las consideraciones generales de la evaluación y se realiza un análisis de cada co-impacto.

1. Metas de consumo energético y de emisiones de CO₂ para el promedio del parque de vehículos nuevos (Nivel 2)

1.1 Descripción de la medida

Esta medida tiene como objetivo reducir progresivamente el promedio de emisiones de CO₂ de la flota de vehículos livianos y mediano que ingresen al parque vehicular nacional. Para esto impone una meta de 95 gCO₂eq/km al año 2040 al promedio de emisiones de los vehículos livianos y medianos que se venderán en el mercado chileno².

La modelación de esta medida se realiza considerando una reducción lineal de las emisiones promedio de los vehículos livianos y medianos (vehículos sedán, SUV, camionetas, etc.) hasta alcanzar la meta descrita por el nivel de implementación.

La meta de emisiones en gCO₂/km se calcula considerando el rendimiento en ciudad de los vehículos. La meta se alcanza en la medida que se cumplan tres condiciones i) aumento del rendimiento promedio de los vehículos nuevos por sobre el aumento de rendimiento que se supuso para el escenario Línea Base; ii) reemplazo de vehículos SUV y camionetas por vehículos de menor tamaño; iii) introducción de vehículos híbridos y eléctricos.

Supuestos sobre niveles de ventas de unidades de vehículos y total del parque automotriz considerados en la definición de la medida de mitigación³.

2015		2020	
Niveles de ventas	Total parque	Niveles de ventas	Total parque
414.643	3.578.213	476.328	5.518.580

2025		2030	
Niveles de ventas	Total parque	Niveles de ventas	Total parque
554.293	5.704.190	652.256	7.197.909

Fuente: MAPS Chile, Ficha Sector Transporte, 2014, pág. 32)

² Las emisiones promedio del parque automotriz durante el año 2013 fueron estimadas en aproximadamente 232 gCO₂eq/km

³ Para mayor información sobre la medida y los resultados de su evaluación en cuanto a potencial de mitigación, costos de abatimiento y factibilidad ver: http://mapschile.cl/files/sector_transporte.pdf.

1.2 Consideraciones generales para el análisis

Una evaluación adecuada de los co-impactos de la medida meta de emisiones debería considerar los siguientes temas:

Integralidad de las políticas: la medida de meta de emisiones para vehículos nuevos livianos debe ser analizada como parte de una política integral orientada a mejorar la calidad del transporte público y desincentivar el uso del transporte privado. Consistentemente, su evaluación debe tener en la interacción de esta medida con otras políticas que podrían potenciar o limitar su contribución en cuanto a la mitigación de GEI.

Tendencias en la tasa de motorización: la tendencia de crecimiento del parque automotriz en Chile es relevante para el análisis en el largo plazo y por lo tanto las medidas que complementen la meta de emisiones a partir de crear conciencia acerca de la necesidad de usar “moderadamente” los vehículos particulares son centrales. La tasa de motorización del parque automotriz chileno seguirá manteniéndose en el mediano plazo. El año 2012 la tasa de motorización fue de 207 vehículos cada mil habitantes, aún distante de las tasas de países desarrollados que se encuentran entre 400 y 600 vehículos cada mil habitantes⁴.

Políticas relacionadas que se encuentran en desarrollo: la medida de meta de CO₂ es parte del Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020 del Gobierno de Chile⁵, y se apoya en la política de etiquetado de eficiencia energética vehicular, que oficializa los valores de emisiones de CO₂ y rendimiento vehicular (para ciudad, carretera y mixto) medidos en condiciones de laboratorio estandarizadas para todos los modelos de vehículos livianos pasajeros que se comercializan en Chile. Se espera que política se extienda a los vehículos medianos de carga y pasajeros, los eléctricos y los híbridos.

Al mismo tiempo, resulta necesario complementar la actual gestión del Ministerio de Transporte a través del Centro de Control y Certificación 3CV que homologa a los vehículos de entrada para que se cumplan los estándares de emisión de contaminantes locales de acuerdo a la norma chilena, con una iniciativa que reduzca el consumo de combustibles fósiles en este segmento vehicular, y en consecuencia, facilite la mitigación de CO₂.

Factores de emisión “aguas arriba”: la incorporación de vehículos eléctricos y/o híbridos significará un aumento en la demanda de energía eléctrica. Al mismo tiempo, existe la posibilidad de disminuir el consumo de derivados del petróleo en el sector transporte en relación a la línea base y por lo tanto disminuir el consumo de energía eléctrica utilizada en el proceso de refinación.

El aumento o disminución de la demanda por electricidad es relevante en una evaluación aguas arriba de las emisiones de CO₂ de esta medida, dadas las características actuales de la matriz de generación en Chile en la cual participan mayoritariamente centrales de generación térmica. En la misma línea para los productos derivados del petróleo, los procesos de

⁴ CEI, FMI, Eurostat, Base de Datos en Línea de Estadística de Transporte de América del Norte, Ministerio de Transporte de Japón, Instituto Nacional de Estadísticas de Chile, Asociación de Fábricas de Automotores de Argentina (ADEFA), Australian Bureau of Statistic

⁵ <http://www.minenergia.cl/documentos/otros-documentos/plan-de-accion-de-eficiencia.html>

refinamiento de combustibles generan emisiones de CO₂ y contaminantes locales que podrían ser considerados en el análisis.

Es importante destacar que la evaluación debe resguardar que no se produzcan problemas metodológicos de doble conteo de emisiones.

1.3 Evaluación de co-impactos

La siguiente sección describe los principales co-impactos que fueron identificados y evaluados para la medida de mitigación meta de emisiones de CO₂. El orden en el que se presentan los resultados busca dar cuenta de la relación lógica que existe entre los co-impactos y la priorización asignada a co-impactos específicos por parte de los expertos por su capacidad de generar secuencias virtuosas o negativas asociadas a la forma en que se implementan las medidas.

Co-impactos socioeconómicos

Entre los co-impactos de la medida metas de emisiones, que fue considerado como más relevantes entre los expertos está el **cambio en los precios de los vehículos y costos de operación y mantención**. El resultado final asociado a la implementación de la medida es incierto.

Se plantea, que los costos de inversión y mantención de los vehículos podrían aumentar mientras que los costos de operación podrían disminuir asociados al nuevo mix tecnológico que promueve la medida para el parque automotriz.

En la actualidad las tecnologías de cero y baja emisión son más caras en su costo capital que un vehículo diésel o gasolina. En el ciclo total de vida (con los precios de baterías que existen hoy del orden de 400 USD/kWh), se equipararían en el costo de capex-opex con un vehículo convencional en la medida que se cumplan las siguientes condiciones:

1. Un alto uso (km/año) y
2. Un bajo costo de la electricidad relativo a diésel y gasolina⁶.

Los costos de inversión debiesen aumentar en el horizonte de evaluación de la medida en comparación con un vehículo tradicional. Aún cuando la tecnología se vuelve más accesible, los productores tienden a desarrollar mejoras suntuosas y operacionales que mantienen el precio de los vehículos en alza. Es posible que en el largo plazo exista una mayor variedad de alternativas de vehículos de bajo precio y alto precio como parte del mismo mercado automotriz. Sin embargo esta es una conjetura difícil de evaluar, tanto por los datos disponibles internacionalmente – puesto que incluso en países con ‘alta’ participación de vehículos eléctricos éstos son más caros– como por el horizonte de análisis.

Por su parte, las tecnologías que utiliza un sistema motriz eléctrico son menos costosas en su mantención respecto de una tecnología convencional (gasolina – diésel). Lo anterior porque

⁶ Para el caso de Paraguay, donde el precio de la electricidad es muy bajo, a 25 años casi se igualaban los costos de ciclo de vida entre un bus diésel y un bus eléctrico, considerando los costos informados por los principales fabricantes de buses que existen hoy ("**Apoyo al diseño de operaciones de mitigación de cambio climático. Estudio de alternativas para la implementación de autobuses eléctricos en Asunción**", financiado por BID para el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones MOPC, Paraguay. Subcontratados por LOGIT Brasil)

hay menos partes móviles, no hay prácticamente fluidos lubricantes y el sistema de freno regenerativo aumenta la vida útil del sistema de freno mecánico. En esta línea, se estima que los costos de mantención debiesen disminuir en un rango entre el 20 y 30% por diferencias en las características de la tecnología. En contrapartida, se espera que existan mayores requerimientos de especialización de mano de obra para los servicios de mantención de los vehículos⁷ lo que en el corto plazo puede significar un aumento del precio, el cual debería tender a disminuir en el tiempo.

Los costos de operación para todos los casos debiesen ser menores puesto que necesariamente vehículos más eficientes consumen menos energía

Variación de la demanda eléctrica y su impacto en la generación del sector generación eléctrica

La implementación de la medida de metas de CO₂ genera que la demanda por energéticos en su totalidad disminuya puesto que los vehículos que ingresan al parque son más eficientes. Sin embargo, hay energéticos respecto de los cuáles la demanda aumenta y otros en los cuales disminuyen. Asociado a la introducción de vehículos eléctricos, se sustituirá parte de la demanda térmica por demanda eléctrica lo que generará nuevos requerimientos para este sector. Al mismo tiempo, se genera una disminución en el consumo de derivados del petróleo producto de esta medida lo que redundará en una disminución en el consumo de energía eléctrica utilizada en el proceso de refinación.

De acuerdo a los resultados del proyecto MAPS, se calcula que el impacto en la demanda de energía asociada a la introducción de vehículos eléctricos es poco significativa al 2030 de acuerdo a las tasas de penetración de las diferentes tecnologías.

Disminución del consumo de combustibles

Como consecuencia directa de la introducción de vehículos eléctricos y vehículos de mayor rendimiento en el parque vehicular debiese disminuir el consumo promedio de combustible por habitante, en especial de combustibles fósiles.

La introducción de vehículos de mayor eficiencia energética producto de esta medida PODRÍA producir una sustitución de energéticos, sin embargo, se evalúa que de todas maneras **el efecto neto de la medida en cuando al consumo de combustibles es positivo.**

De todas formas es necesario considerar, que un incremento de vehículos diésel en el parque automotriz podría incrementar el consumo de este energético. En este sentido, es importante garantizar la calidad del combustible y mantener un diésel ultra limpio para no generar una externalidad negativa asociada a las emisiones de material particulado.

Contribución positiva a la economía local

Como consecuencia indirecta asociada a la introducción de vehículos eléctricos en el parque vehicular debiese generarse una contribución positiva a la economía asociada a un aumento de la demanda por electricidad que pudiese ser satisfecha a partir fuentes renovables en que

⁷ Para que el mercado nacional de vehículos eléctricos e híbridos se consolide es necesario contar con servicios técnicos que permitan satisfacer la nueva demanda lo que significará un esfuerzo de formación de capital humano y desarrollo de nuevas competencias institucionales para la certificación y fiscalización.

el país tenga ventajas para su producción y desarrollo tecnológico. Al mismo tiempo, se considera posible que el crecimiento del mercado de vehículos eléctricos favorecería el desarrollo tecnológico nacional asociado a la industria del litio y de baterías.

La introducción de nuevas tecnologías como híbridas y eléctricas requerirán del desarrollo de nuevos mercados a partir de nuevas empresas, servicios de post venta y personal dedicado para la correcta operación de estos vehículos. Al mismo tiempo se deberá implementar una red de abastecimiento eléctrico que hoy no existe y los servicios asociados para su correcta mantención.

Asociado a la existencia de baterías, será necesario fortalecer los servicios para una correcta gestión de los residuos. Todo lo anterior son oportunidades de crear nuevos mercados, servicios y ofertas de valor lo cual contribuye a la economía local.

Aumento de capacidades técnicas y profesionales

Estrechamente relacionado con el co-impacto anteriormente descrito, se espera que el cambio en las características tecnológicas del parque automotriz, genere un requerimiento de nuevas capacidades técnicas para la mantención de vehículos con tecnologías más avanzadas, lo que implica contar con personal capacitado para ofrecer nuevos servicios asociados a las tecnologías de vehículos de cero y baja emisión y así robustecer la operación, post venta y abastecimiento de la red de electro movilidad en el país.

Entre estas capacidades técnicas y profesionales se considera además la necesidad de fortalecer y desarrollar capacidades del gobierno en normativa (seguridad), capacidades de en la industria y capacidades en I+D+i en el sistema de innovación del país.

Co-impactos político institucionales

Contribución positiva a objetivos de política sectorial

La implementación de la medida de metas de CO₂ contribuye positivamente al cumplimiento de objetivos relevantes dentro de las políticas sectoriales en materia de energía, medio ambiente y salud.

En energía, la medida es consistente con el Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020 del gobierno de Chile⁸ que tiene por objetivo mejorar la eficiencia energética en el sector transportes, y con los objetivos de la Agenda de Energía espera lograr una meta de reducción del consumo energético del 20% al año 2025 en el país.

En medio ambiente, la medida contribuye a alcanzar los objetivos sectoriales de disminución de contaminantes locales, así como facilitar el cumplimiento de los compromisos establecidos ante la Convención Marco de las Naciones Unidas para el cambio climático como parte del INDC de Chile. En la misma línea, esta medida contribuye a los objetivos del sector salud a partir de la incidencia positiva en la disminución de enfermedades cardiovasculares, respiratorias y riesgos de muerte asociados a la disminución de la contaminación del aire.

⁸ El Ministerio de Energía preside el Comité Interministerial de Eficiencia Energética (CIEE), que tiene por misión asesorar a la Presidenta de la República en la promoción e implementación coordinada de planes y programas sectoriales que contribuyan a incrementar los indicadores de reducción del consumo energético. Uno de los Ministerios miembros de dicho Comité es el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

Para el sector transporte, uno de sus objetivos centrales es mejorar la eficiencia del sistema en cuanto al transporte de pasajeros por kilómetro. Aún cuando no necesariamente se considera una contribución directa a la eficiencia del sistema la incorporación de vehículos más eficientes o de baja o cero emisiones, ésta contribuye a los objetivos del 3CV, institución que es parte del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

Para que esta medida genere una contribución a los objetivos del sector transporte, es necesario que se articule con políticas que potencien el transporte público y disminuyan el uso de transporte privado. La introducción de vehículos más eficientes al sistema, podría significar una disminución de los costos de usar el transporte privado, aumentando su participación de mercado (partición modal), *ceteris paribus*, lo que atentaría contra objetivos de la política del sector tales como fomentar el transporte público.

Co-impactos socio-ambientales

Disminución de contaminantes locales

Como parte de la dimensión ambiental, el uso de vehículos más eficientes y con tecnologías menos contaminantes que promueve esta medida, genera un impacto positivo directo sobre la calidad ambiental, principalmente por la reducción en la emisión de contaminantes locales como material particulado en su fracción fina (PM2.5), óxidos de nitrógeno (NOx), dióxido de azufre (SO2), monóxido de carbono (CO) y otros como compuestos orgánicos volátiles (COVs), además de disminuir el ruido (considerado como contaminante local por algunos marcos conceptuales)⁹¹⁰¹¹.

En Chile la norma que regula las emisiones de contaminantes locales para vehículos livianos¹² es el estándar Euro 5. Por su parte, el combustible Diésel en el país se encuentra en las condiciones técnicas necesarias, tal como lo confirma el informe del International Fuel Quality Center (IFQC). El estándar para el país es de menos de 15 ppmS.

Si se considera el efecto aguas arriba asociado al aumento de la demanda por electricidad que se genera como resultado de una mayor participación de vehículos eléctricos e híbridos, resulta relevante considerar la composición de la matriz eléctrica del país, puesto que en aquellos lugares donde se genere electricidad a partir de fuentes fósiles (carbón, gas natural, diésel), podría aumentar los niveles de emisión de contaminantes locales respecto de la línea base. Al mismo tiempo, la disminución del consumo de combustibles derivados del petróleo en el transporte disminuiría el consumo de energía en refinerías, situación que potencialmente podría compensar el aumento de emisiones asociados a un aumento de la demanda eléctrica.

Directamente vinculados con la disminución de contaminantes locales se generan co-impactos positivos en el ámbito ambiental tales como **disminución del deterioro de edificios y fachadas y disminución del impacto negativo sobre flora y fauna**.

⁹ GreenLabUC (2011). Guía Metodológica para la Elaboración de un Análisis General de Impacto Económico y Social (AGIES) para Instrumentos de Gestión de Calidad del Aire. (Estudio encargado por el Ministerio del Medio Ambiente, Ed.).

¹⁰ KAS. (2009). *Análisis General del Impacto Económico y Social de una Norma de Emisión para Termoeléctricas*.

¹¹ DICTUC. (2009). Evaluación ambiental del Transantiago. Santiago, Chile.

¹² Según el INE el 90% (aprox.) corresponde a flota vehicular liviana

La emisión de contaminantes locales impacta:

- En el desgaste de los materiales a partir de las partículas que sedimentan en las superficies afectando el aspecto visual
- En la corrosión de las superficies de edificios, monumentos, u otros objetos relevantes por efecto del SO₂,
- El desgaste y decoloración de materiales de la industria textil por exposición al NO_x y
- Afecta negativamente la flora y fauna y en específico cultivos agrícolas y bosques asociado a la emisión de contaminantes como SO₂.

Condiciones críticas a considerar en la implementación de la medida para contribuir positivamente en la disminución de contaminantes locales y sus co-impactos ambientales directamente relacionados

Composición del parque: las características de la composición del parque de vehículos nuevos incidirá fuertemente en el impacto de la medida sobre las emisiones de contaminantes locales. La introducción de vehículos eléctricos y vehículos de mayor rendimiento para una determinada longitud de recorrido y tiempo de motor encendido debiese disminuir las emisiones de contaminantes locales que se generan producto de la combustión.

Participación de vehículos diésel: una mayor participación de vehículos diésel podría aumentar la emisión de contaminantes locales, en particular las emisiones de NO_x y MP a la vez que disminuyen las emisiones de contaminantes globales. Por esta razón es importante promover que el mix vaya incorporando tecnologías de cero y baja emisión (vehículos eléctricos, híbridos, otros).

Renovación de flota: una alta tasa de renovación de flota de vehículos livianos y desaparición o disminución del nivel de actividad de manera considerable de los vehículos con más años de vida (km/año) contribuiría positivamente a la disminución de contaminantes locales. En esta línea una política pública orientada a la chatarrización de vehículos facilitaría una estrategia de renovación del parque bajo esta norma, ya que coincide que vehículos más antiguos tienen peor rendimiento (directamente relacionado con el CO₂) y mayores emisiones por kilómetro recorrido de contaminantes criterio.

Congestión vehicular: el efecto positivo en la disminución de contaminantes locales asociado a vehículos más eficientes y una tecnología menos contaminante está mediado por los cambios en los niveles de congestión vehicular que se podrían generar, a partir de un aumento del parque automotriz. Si aumenta la congestión, el efecto podría ser nulo o negativo.

Patrones de conducción: al mismo tiempo, los patrones de conducción (dinámicas que se producen en las ciudades que describen sus velocidades medias, ciclos de frenado, aceleración y ralenti) pueden afectar las emisiones aun cuando se cuente con tecnologías limpias.

Integralidad de la política: la efectividad de esta medida depende de la implementación de una política "integral" de transporte sustentable, donde se desincentiva el uso de vehículos particulares a favor del transporte público.

Disminución de riesgos de salud (enfermedades respiratorias, cardiovasculares, riesgo de muerte)

Como consecuencia directa de la disminución de contaminantes locales asociadas a la introducción de vehículos eléctricos y vehículos de mayor rendimiento en el parque vehicular, se genera el **co-impacto positivo de disminuir las enfermedades cardiopulmonares (respiratorias y cardiovasculares)**, produciendo una disminución de los riesgos de muerte, admisiones hospitalarias y atenciones de urgencia.

Aumento de desechos

También como parte de la dimensión ambiental, la implementación de la medida de metas de emisiones de CO₂ genera un **co-impacto negativo asociado al aumento de desechos**.

La medida considera la incorporación de vehículos de menor tamaño, más cantidad de vehículos diésel y mayor penetración de vehículos de cero y baja emisión (eléctricos e híbridos). Con este nuevo mix tecnológico, en comparación con el parque automotriz actual, técnicamente habría un incremento de residuos puesto que un vehículo convencional se chatarriza y se recicla en una metalmecánica¹³, mientras que los vehículos eléctricos e híbridos tienen como reserva de energía baterías para lo cual será necesario definir como será su disposición final una vez que cumplan su vida útil. El manejo adecuado de este tipo de residuos es nuevo en el país, y requiere de un manejo sustentable.

En este ámbito existen experiencias internacionales a ser consideradas, como el caso en fabricantes Chinos (BYD), que estiman la posibilidad de utilizar las baterías empleadas en fuentes móviles al cumplir su vida útil en “rodadura” en aplicaciones estacionarias por unos 15 años más. Sin embargo, estas alternativas no solucionan la necesidad de asumir el manejo de estos residuos adecuadamente en su disposición final, por lo que se recomienda integrar esta discusión en la nueva ley de responsabilidad extendida del productor (REP) que está impulsando el Ministerio del Medio Ambiente.

Disminución de ruidos

Finalmente, también en el ámbito ambiental, el cambio en el mix tecnológico de los vehículos livianos y medianos que promueve la medida de meta de CO₂ podría contribuir **positivamente a la disminución de ruidos**.

El ruido ambiental es un contaminante invisible que no deja residuos y que desaparece al eliminar la fuente. Este tipo de contaminación produce un gran número de efectos psicológicos y fisiológicos en las personas relacionados con el estrés, insomnio, pérdida de la concentración, disminución de la productividad, incremento de la presión arterial, entre otros efectos documentados. Al mismo tiempo, el ruido desvaloriza las propiedades urbanas.

La principal fuente de ruidos en las ciudades corresponde a los medios de transporte (aéreo y terrestre), donde los vehículos particulares y pesados (camiones y buses), son los más relevantes. A velocidades mayores a 50 km/h, el ruido se produce principalmente por la interacción de los neumáticos con el pavimento, efecto que se denomina ruido de rodadura.

¹³ Existe la experiencia a nivel nacional del Programa Cambia tu Camión y de la gestión de Gerdau AZA.

Los niveles totales del ruido dependen del número, la velocidad de los vehículos (que en los modelos para elaborar mapas de ruido se relacionan con los tipos de vías, tales como troncales, expresas, colectoras, servicios y locales), el tipo de pavimento, pendientes, la distancia entre la fuente y el receptor, el estado de mantenimiento del vehículo, y el tamaño de los vehículos. Los vehículos de menor tamaño tienen menores tasas de ruido que uno de mayor tamaño, principalmente por la potencia del motor y por el ancho menor de los neumáticos.

Para el caso de la implementación de esta medida, **los niveles de emisión de los vehículos nuevos con motores de combustión interna no cambian notoriamente los niveles del ruido ambiental**, ya que las tecnologías de control de ruido en los motores y sistemas de transmisión son muy eficientes. Sin embargo **los vehículos diésel por su ciclo de combustión tienen mayores tasas de ruido** que un vehículo a gasolina.

Por su parte, los **vehículos de cero y baja emisión**, al operar con motores eléctricos son considerablemente más silenciosos que un motor de combustión lo que significa una **contribución positiva en la disminución de la contaminación por ruidos** en la ciudad.

Aumento de accidentes de tránsito

Directamente relacionado con la disminución de ruidos, la introducción masiva de vehículos eléctricos que posee niveles de emisión muy bajos y que se consideran la tecnología más silenciosa tiene como **co-impacto negativo el incremento del número de accidentes de tránsito**, en particular los atropellos de peatones, que de acuerdo a estudios internacionales, podrían aumentar hasta en un 50%. Este efecto se produce principalmente porque las personas no perciben fuentes móviles en un cruce dado que están acostumbrados a escuchar además de ver. Esta situación plantea el desafío de cambiar pautas de comportamiento de las personas al transitar por las calles e incorporar, como es el caso de Europa, alarmas para anunciar a los peatones de la presencia de un vehículo eléctrico.

2. Implementación de infraestructura en el transporte público

2.1 Descripción de la medida

Esta medida consiste en la implementación de corredores exclusivos para buses físicamente separados del flujo vehicular y paraderos de buses con pago en el exterior del bus en la Región Metropolitana del país. Los sistemas de transporte rápido de buses (en inglés conocidos como Bus Rapid Transport o BRT) actualmente existen en Bogotá, Curitiba, Guatemala, Ciudad de México y Perú entre otras. En la modelación de la medida, se consideró la construcción de una red de 250 km de corredores de alto estándar entre el año 2015 y 2020 en la Región Metropolitana.

Para estimar el cambio de partición modal de esta medida de BRT se supuso el mismo cambio de partición modal del BRT de Bogotá equivalente a un 10%. Para estimar la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, se proyectó la cantidad de PKM adicionales (demanda de transporte medida en kilómetros) que absorbería el transporte público dado el desarrollo de este tipo de infraestructura. Para ello, a la proyección de PKM de buses de la Línea 2013 se le sumó un 10% de PKM adicionales. Este incremento es equivalente a un aumento en la partición modal de buses de 1,7%, medido con respecto a los PKM totales de la Región Metropolitana al año 2020 (MAPS Chile, Ficha Sector Transporte, 2014, pág 24)¹⁴.

2.2 Consideraciones generales para el análisis

Para el análisis de la medida, el panel de expertos definió las siguientes consideraciones generales:

Criterios para la evaluación de co-impactos: la evaluación de la medida BRT es altamente sensible a la consideración de los siguientes criterios para su evaluación.

- Tramos largos/cortos
- Periodos de peak/valle
- Velocidad promedio esperada para los buses y autos que se ven afectados por la restricción de espacio asociada a la construcción de corredores segregados
- Características de dónde y cómo se implementa
- Diseño de la red y complementariedad entre los modos¹⁵

Consideración de experiencias nacionales: se recomienda mirar las evaluaciones ya realizadas por parte del gobierno para BRT. Esta información puede ser considerada adicionalmente en la matriz de análisis en la columna de referencias.

Integralidad de las políticas: para analizar adecuadamente la medida de BRT es necesario tener presente como esta medida interactúa con otras medidas como parte de una política integral de transporte que mejore la calidad del transporte público y desincentive el uso del transporte privado. La inversión en infraestructura para el transporte público no garantiza por

¹⁴ Para mayor información sobre la medida y los resultados de su evaluación en cuanto a potencial de mitigación, costos de abatimiento y factibilidad ver: http://mapschile.cl/files/sector_transporte.pdf.

¹⁵ Estas variables debiesen ser consideradas en la cuantificación de los co-impactos

si sola un cambio en la partición modal, aún más, si es que estas inversiones no están vinculados a medidas que vuelven menos eficiente y/o económico el transporte privado.

2.3 Evaluación de co-impactos

Para la evaluación de esta medida es crítico considerar que un efecto positivo del desarrollo de infraestructura de BRT sobre los tiempos de traslado y cambio en la partición modal son los elementos claves para generar una de efectos positivos en adelante

Co-impactos críticos para la medida de desarrollo de infraestructura de BRT

Mejoramiento de tiempos de traslado

Al evaluar todos los componentes del tiempo de traslado, que contempla el tiempo de viaje, de espera, de acceso y de transferencia en sistemas de transporte con BRT, el impacto del desarrollo de este tipo de infraestructura **sobre los viajes cortos es negativo**, donde en particular la partición modal es más favorable para los vehículos privados, y **positivo sobre los viajes largos**.

El sistema BRT **disminuye la variabilidad del tiempo de viaje**, esto último es un beneficio importante, pues que la gente valora la predictibilidad o confiabilidad de los modos. Un bus en tráfico mixto es más lento pero también menos predecible en cuanto a tiempos de viaje. De esta forma un bus en corredor mejora tanto los tiempos de viaje como la variabilidad con respecto a un bus en tráfico mixto.

Los sistemas BRT generan beneficios en casos de alta demanda en pares origen-destino de distancia considerable, sin mucho recambio de pasajeros. Por su parte, en los sectores con altas tasas de transferencia, el aumento en tiempos de acceso puede capturar gran parte de los beneficios en disminución de los tiempos de viaje.

Es importante destacar que dada la competencia por el espacio vial que se genera con el desarrollo de nueva infraestructura, existen co-impactos diferenciados para los que viajan en bus, que podrían disminuir sus tiempos de viaje y para los que viajan en vehículos particulares donde el tiempo de traslado podría aumentar si aumenta la congestión.

Condiciones críticas a considerar en la implementación de la medida

La forma en que se implementa la medida es crítica para evaluar sus co-impactos. La principal expectativa es que la infraestructura urbana debe cooperar a que distancias de viaje y congestión no aumenten.

De esta forma las características de la implementación de la medida influyen en:

- Cambio en las velocidades
- Confiabilidad de las frecuencias
- Calidad de la estructura de recorridos de buses
- Calidad de la red de transporte y conexión con otros modos eficientes de transporte público

Mejora en la calidad del viaje

Asociado a la construcción de infraestructura para BRT debiese generarse una contribución positiva a la calidad del viaje fundamentalmente por el impacto positivo sobre los tiempos de traslado. Sin embargo este resultado no es suficiente para evaluar la satisfacción total de los usuarios con el servicio.

Una mejora sustantiva en la calidad del viaje depende de los tiempos de traslado, pero también del mejoramiento de la calidad y confort de los buses, paraderos y estaciones y mejoramiento de la calidad del servicio de atención.

Impacto positivo en la partición modal a partir del incentivo del uso del transporte público

Un buen diseño del sistema BRT que permita conectar polos de la ciudad, además de conectar con la red existente junto con una estándar de operación alto del sistema (alta frecuencia y tiempos de viaje cortos y buena calidad del servicio y confort de la infraestructura) permite que un sistema de transporte público sea adoptado masivamente por la población.

Si se generan estas condiciones, y dado que las ciudades están cada vez más congestionadas por la gran cantidad de vehículos livianos existente, sería posible generar un cambio positivo en la partición modal incrementando los modos de transporte público, en este caso buses.

Sin embargo, las estadísticas y los resultados de la última encuesta origen destino (EOD) de Santiago señalan que el transporte público ha disminuido su participación en viajes, lo que vuelve aún más relevante fortalecer esta medida y cualquier otra que signifique mejorar el transporte público, junto con implementar políticas que restrinjan el uso del vehículo particular pues solo así se podrá crear los incentivos adecuados para que el vehículo particular se utilice solo para aquellos viajes que lo requieran.

Condiciones críticas para generar los co-impactos antes descritos.

- Calidad del diseño, de tal forma que evite viajes innecesarios en modos no eficientes como el vehículo particular y que facilite la intermodalidad entre modos más eficientes
- Alto estándar de operación del sistema

Disminución de la congestión vehicular en calles de la ciudad

La forma en la cual se implementa un sistema BRT y el éxito en el cambio de partición modal desde el vehículo privado al transporte público son críticos para estimar el impacto de este sistema sobre los niveles de congestión vehicular en las calles de la ciudad.

En un caso negativo, si la implementación del BRT significa la reducción de los ejes para vehículos particulares puesto que se destinan ejes de la vía para un uso exclusivo de buses, la congestión podría aumentar. Al mismo tiempo, si la calidad del servicio no mejora de manera sustantiva, lo que depende de un diseño e implementación adecuada de la política más allá del desarrollo de la infraestructura, la partición modal no debiese cambiar significativamente por lo que la congestión podría aumentar.

En contrapartida, un diseño adecuado del sistema, que considere el lugar de implementación de la medida, un diseño de flujos para los vehículos particulares que no genere la necesidad de recorrer mayores distancias y la articulación adecuada de esta medida con otras medidas que fortalezcan el sistema de transporte público y desincentiven el uso del automóvil debiese tener un impacto positivo y disminuir los niveles de congestión.

Condiciones críticas para generar los co-impactos antes descritos.

- **Pertinencia del lugar de implementación de la medida:** lo que se traduce en una distribución adecuada del espacio vial en los corredores intervenidos.
- **El cambio modal que se produzca:** dado que el desarrollo de infraestructura podría reducir el espacio para autos, se podría aumentar la congestión, si el cambio modal no lo compensa.
- **Adaptación de los flujos:** la implementación de la medida debe considerar como los flujos se acomodan y redistribuyen. Un mal diseño podría generar un impacto negativo circunstancial en la congestión.
- **Complementariedad con otras medidas:** medida debería complementarse con los planes de transporte que desincentiven el uso del automóvil y zonas de exclusión.

Co-impactos socio ambientales

Disminución de contaminantes locales NOx, dióxido de azufre, PM 2,5 y PM10

Directamente relacionado con los niveles de congestión, la construcción de infraestructura de BRT, asociado a un mayor uso del transporte público debiese disminuir la emisión de contaminantes locales, entre ellos material particulado en su fracción fina (PM2.5), óxidos de nitrógeno (NOx), dióxido de azufre (SO2), monóxido de carbono (CO) y otros como compuestos orgánicos volátiles (COVs)¹⁶¹⁷¹⁸ en particular para los usuarios del BRT asociados a un mejor aislamiento y velocidad de viaje.

Para toda la ciudad el impacto podría ser positivo en la medida que el efecto partición modal auto es positivo y que por lo tanto no aumente la congestión, ya que en caso contrario la contribución de la medida podría ser marginal puesto que las emisiones de contaminantes por kilómetro disminuyen si la velocidad aumenta en el rango urbano y aumentan en el caso contrario¹⁹.

El efecto en sentido contrario, que implica un aumento de la contaminación podría generarse si existen muchos re-ruteos por prohibición de virajes de autos, por ejemplo, virajes a la

¹⁶ GreenLabUC (2011). Guía Metodológica para la Elaboración de un Análisis General de Impacto Económico y Social (AGIES) para Instrumentos de Gestión de Calidad del Aire. (Estudio encargado por el Ministerio del Medio Ambiente, Ed.).

¹⁷ KAS. (2009). *Análisis General del Impacto Económico y Social de una Norma de Emisión para Termoeléctricas*.

¹⁸ DICTUC. (2009). Evaluación ambiental del Transantiago. Santiago, Chile.

¹⁹ Es importante destacar que las curvas no son lineales, por lo que la estimación del efecto requiere de modelaciones de flujos de transporte más sofisticadas como las que se usan por ejemplo en los modelos de emisiones MODEM / MODEC que utilizan corridas de ESTRAUS

izquierda si se hace corredor central de buses. Esto tiene un aumento en la distancia recorrida de vehículos que deben cruzar y por lo tanto aumento de emisiones de contaminantes.

Directamente vinculados con la disminución de contaminantes locales se generan co-impactos positivos en el ámbito ambiental tales como **disminución del deterioro de edificios y fachadas y disminución del impacto negativo sobre flora y fauna.**

La emisión de contaminantes locales impacta: i) en el desgaste de los materiales a partir de las partículas que sedimentan en las superficies afectando el aspecto visual, ii) en la corrosión de las superficies de edificios, monumentos, u otros objetos relevantes por efecto del SO₂, y iii) el desgaste y decoloración de materiales de la industria textil por exposición al NO_x y iv) afecta negativamente la flora y fauna y en específico cultivos agrícolas y bosques asociado a la emisión de contaminantes como SO₂.

Condiciones críticas para generar los co-impactos antes descritos.

- Las características tecnológicas de los buses que se integren al sistema incidirá fuertemente en el impacto de la medida sobre las emisiones de contaminantes locales. La introducción de buses con tecnologías más limpias que las actuales tales como buses híbridos o eléctricos y/o buses de mayor rendimiento para una determinada longitud de recorrido y tiempo de motor encendido debiese disminuir las emisiones de contaminantes locales que se generan producto de la combustión.
- La efectividad de esta medida depende de la implementación de una política “integral” de transporte sustentable, donde se desincentiva el uso de vehículos particulares a favor del transporte público tales como la creación de zonas de exclusión para vehículos livianos y pesados.
- Se espera que la implementación de infraestructura para fomentar el transporte público genere un reordenamiento de los vehículos que fluyen en determinadas arterias sin aumentar la congestión vehicular, puesto que el efecto positivo en la disminución de contaminantes locales asociado al desarrollo de infraestructura BRT está mediado por los cambios en los niveles de congestión vehicular que se podrían generar a partir de la disminución del espacio para circular de vehículos particulares en el caso que el efecto del cambio modal de vehículo particular a BRT no alcance a ser suficiente. Si aumenta la congestión, el efecto podría ser nulo o negativo.
- Aumento de la velocidad promedio de buses
- Disminución de la congestión en las vías de BRT.

Disminución de riesgos de salud (enfermedades respiratorias, cardiovasculares, riesgo de muerte

Como consecuencia directa de la disminución de contaminantes locales asociadas al fortalecimiento del transporte público, debiese disminuir las enfermedades cardiopulmonares (respiratorias y cardiovasculares), produciendo una disminución de los riesgos de muerte, admisiones hospitalarias y atenciones de urgencia. Sin embargo, el aumento de la frecuencia de buses en ciertos corredores (respecto a la situación actual) puede generar un impacto negativo por la concentración local de contaminantes y por lo tanto aumentar enfermedades.

Condiciones críticas a considerar en la implementación de la medida para contribuir positivamente en la disminución de enfermedades y riesgos de muerte

- En la medida que las tecnologías de los buses sea más limpia y eficiente
- En la medida que se cumplan los supuestos de cambios en la partición modal
- En la medida que no aumente la congestión de vehículos particulares de manera significativa

Aumento de desechos

También en la dimensión ambiental, un sistema BRT podría incorporar nuevas tecnologías de buses como híbridos y eléctricos que mejorarían aun más las tasas de reducción de contaminantes locales producidas por el BRT. En Transmilenio-Bogotá existe una flota de más de 400 buses híbridos y en el segundo semestre del 2015 pilotarán híbridos y eléctricos articulados.

Como se planteó en la medida de metas de consumo energético y de emisiones de CO₂, en el caso de tecnologías de cero y baja emisión existen nuevos residuos que son baterías que requieren de un manejo sustentable. Se sabe de la experiencia en fabricantes Chinos (BYD) que las baterías empleadas en fuentes móviles al cumplir su vida útil en “rodadura” pueden ser empleadas para aplicaciones estacionarias por unos 15 años más, aprox. Sin embargo, no queda claro el manejo posterior y esto debiera ser considerado en la nueva ley de responsabilidad extendida que está impulsando el Ministerio del Medio Ambiente para las empresas del país.

Variación incierta en el nivel de ruidos

La principal fuente de ruidos en las ciudades corresponde a los medios de transporte (aéreo y terrestre), donde los vehículos particulares y pesados (camiones y buses), son los más relevantes. El ruido generado por los vehículos a velocidades mayores a 50 km/h, se produce principalmente por la interacción de los neumáticos con el pavimento, efecto que se denomina ruido de rodadura. El ruido a su vez depende de cambios en las distancias y velocidades de los viajes bus y auto. Existen curvas de regresión de nivel de ruido como función del flujo vehicular, velocidad de vehículos, distancia a la fuente, porcentaje de vehículos pesados en el flujo, etc.

Los niveles totales del ruido dependen del número y la velocidad de los vehículos (que en los modelos para elaborar mapas de ruido se relacionan con los tipos de vías, tales como troncales, expresas, colectoras, servicios y locales), el tipo de pavimento, pendientes, la distancia entre la fuente y el receptor, estado de mantenimiento del vehículo, entre otras.

Asociado a la medida BRT, **el co-impacto nivel de ruido sería negativo en el caso de incrementar las velocidades de circulación de buses**, pues aumentarían los niveles de ruido en el entorno de los corredores de transporte. Sin embargo, **habría un co-impacto positivo si el tránsito es más fluido ya que disminuye el ruido ambiental producto de eventos molestos** (bocinazos, frenadas, aceleraciones, etc.).

Por su parte, la incorporación de medidas de **mejor mantenimiento en los buses podría producir un co-impacto positivo** al reducir el ruido y vibraciones en el interior de los buses y

generando una mejor percepción de la calidad del transporte público. Esto también aporta a la salud ocupacional de los conductores de buses.

En el caso de corredores (BRT) especialmente habilitados con carpetas rodadas porosas, el co-impacto del ruido sería positivo en el entorno, pues disminuiría el nivel de ruido ambiental.

Co-impactos socioeconómicos

Favorece la equidad

El fortalecimiento del transporte público es una política progresiva que favorece la equidad. Equilibra el uso del espacio vial pues en el mismo espacio de un bus (de 12m con 80 pax aprox.) se pueden utilizar dos vehículos con un solo pasajero cada uno así como favorece la integración, donde como ejemplo en países de Europa, donde el transporte público funciona en un buen estándar, lo que implica interconectado con otros modos como buses, metro, tranvía, sistemas de bicicletas públicas, es utilizado por todos los estratos sociales y el vehículo particular se utiliza en fines de semana principalmente.

Condiciones críticas en la implementación

- Lo principal para favorecer la equidad es que el diseño esté bien conceptualizado y responda a necesidades de la demanda
- Las condiciones de operación deben ser de alta frecuencia, bajos tiempos de viaje e interconexión con otros modos (buses, metro, bicicletas)
- Es necesario considerar la formación de los usuarios para que adopten el sistema de transporte público y entiendan los beneficios del sistema

Aumenta la segregación espacial

La implementación de un BRT genera una barrera de comunicación en el espacio y un aumento de las velocidades de circulación en superficie lo que impacta la integración de los territorios y aumenta la segregación espacial.

Contribución incierta sobre la valorización/desvalorización sectores urbanos

Estrechamente vinculado con el co-impacto anterior, la experiencia en el desarrollo de infraestructura de corredores da cuenta que diferencias en el diseño del corredor y su integración con el entorno en consideración de las necesidades de quienes lo habitan, genera impactos que pueden ser tanto positivos como negativos. Las experiencias de Departamental, Grecia y Santa Rosa en Santiago son un reflejo de esta situación.

En la medida que el diseño permita conectar polos de la ciudad, además de conectar la nueva infraestructura con la red existente y ofrecer un sistema de buena calidad en cuanto a la frecuencia y tiempos de viaje se generarán impactos positivos sobre la valorización de los terrenos cercanos a la infraestructura. Por otra parte, el aumento del ruido puede disminuir los precios de las viviendas que se localizan cerca del corredor, lo que podría requerir medidas de mitigación (incorporación de aislamiento al ruido en fachadas).

En Transmilenio, Bogotá, varios artículos han estudiado el efecto en valor del suelo en los alrededores, los cuales en su mayoría encuentran una valorización del suelo que puede ser del orden de 5, 10 o 13%, efecto que puede aumentar en la cercanía a la estación del corredor.

Disminución del gasto energético y contribución a la eficiencia energética

La introducción de un BRT y el consiguiente fortalecimiento del transporte público disminuye el gasto de energía y aumenta la eficiencia por cambio en el ciclo de conducción del transporte público y el privado pues el indicador es energía por pasajero transportado y no por unidad vehicular. Al mismo tiempo disminuye el gasto y aumenta la eficiencia por la existencia de un sistema integral más económico.

Condiciones bajo las cuales se genera

- Si el rango de velocidades de buses aumenta mucho podría existir un impacto negativo en el gasto energético y la eficiencia
- Esto será efectivo si el BRT está afectando la partición modal de vehículos particulares, atrayendo más usuarios. De otra forma se tendrá una infraestructura sub utilizada y el impacto sobre el consumo energético podría ser negativo

Contribución positiva a objetivos de política sectorial

La implementación de la medida BRT contribuye positivamente al cumplimiento de objetivos relevantes dentro de las políticas sectoriales en materia de energía, transporte, medio ambiente y salud.

En energía, la medida es consistente con el Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020 del gobierno de Chile y con los objetivos de la Agenda de Energía espera lograr una meta de reducción del consumo energético del 20% al año 2025 en el país.

En medio ambiente, la medida contribuye a alcanzar los objetivos sectoriales de disminución de contaminantes locales, así como facilitar el cumplimiento de los compromisos establecidos ante la Convención Marco de las Naciones Unidas para el cambio climático como parte del INDC de Chile. En la misma línea, esta medida contribuye a los objetivos del sector salud a partir de la incidencia positiva en la disminución de enfermedades cardiovasculares, respiratorias y riesgos de muerte asociados a la disminución de la contaminación del aire.

En el sector transporte, la medida contribuye a los objetivos de la política de transporte sustentable, fortaleciendo el transporte público.

3. Extensión trenes urbanos de pasajeros

3.1 Descripción de la medida

Esta medida consiste en la construcción de kilómetros adicionales de servicios de trenes urbanos como el Metro de Santiago, Merval de Valparaíso y Biotren de Concepción. En la modelación de la medida se consideraron como supuestos de implementación la construcción de 62 kilómetros adicionales de trenes urbanos, contemplando:

- Creación de una línea nueva en la Región Metropolitana (Maipú-Vitacura) con un largo total de 24 km. Esta nueva línea entraría en operación el 2024.
- Extensión de la línea Limache-La Calera en la V Región, con un largo total de 30 km. Esta nueva línea entraría en operación el 2018.
- Extensión en la línea Coronel-Lota en la VIII Región, con un largo total de 8 km. Esta nueva línea entraría en operación el 2018.

La medida se modela suponiendo que el transporte en Metro absorbe participación modal del transporte en buses y vehículos particulares en 1,5% al año 2024. A su vez, el transporte en bus y en vehículos particulares disminuye su participación modal en 1% y 0,5%, respectivamente (estimación basada en criterio experto del consultor y en antecedentes preliminares entregados por SECTRA). El cambio de participación modal se aplica sobre la proyección de la demanda de transporte o pasajeros-kilómetros (PKM).

Un 1,5% de PKM al año 2024 equivale aproximadamente a transportar 92 millones de pasajeros al año con un largo promedio de viaje de 11 km aproximadamente. Para el caso de Merval, se supuso que su participación modal aumenta en 0,65% al año 2018. A su vez, el transporte en bus y en vehículos particulares disminuyen su participación modal en 0,45% y 0,2%, respectivamente. Para el caso de Biotren, se supuso que su participación modal aumenta en 0,04% al año 2018. A su vez, el transporte en bus y en vehículos particulares disminuyen su participación modal en 0,03% y 0,01%, respectivamente (MAPS Chile, Ficha Sector Transporte, 2014, pág. 22)²⁰.

3.2 Consideraciones generales

Para el análisis de la medida, el panel de expertos definió las siguientes consideraciones generales:

Criterios para la evaluación de co-impactos: se plantea la necesidad de diferenciar los co-impactos para esta medida considerando:

- Características de dónde y cómo se implementa. Diferencias entre trenes urbanos y trenes interurbanos
- Características de Metro y Trenes: superficie/subterráneo, tecnología de los carros
- Diseño de la red: la complementariedad con los otros modos de transporte y con la red misma

Consideración de experiencias nacionales: se recomienda mirar las evaluaciones ya realizadas por parte del gobierno para Metro y trenes interurbanos. Esta información puede ser considerada adicionalmente en la matriz de análisis en la columna de referencias.

Integralidad de las políticas: se considera necesario considerar en el análisis la interacción de las medidas como parte de una política integral de transporte que mejore la calidad del transporte público y desincentive el uso del transporte privado. La inversión en transporte público no garantiza por si solo un cambio en la participación modal, menos aún si se implementan políticas que vuelven más eficiente y/o económico el transporte privado

²⁰ Para mayor información sobre la medida y los resultados de su evaluación en cuanto a potencial de mitigación, costos de abatimiento y factibilidad ver: http://mapschile.cl/files/sector_transporte.pdf.

3.3 Evaluación de co-impactos

Co-impactos socio ambientales

Disminución de contaminantes locales NOx, dióxido de azufre, PM 2,5 y PM10

En la medida que se cumplan los supuestos de cambio en la partición modal, se espera que la implementación de esta medida genera un impacto positivo sobre la calidad ambiental, principalmente por la reducción en la emisión de contaminantes locales como material particulado en su fracción fina (PM2.5), óxidos de nitrógeno (NOx), dióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO) y otros como compuestos orgánicos volátiles (COVs), además del ruido (considerado como contaminante local por algunos marcos conceptuales).

El energético que propulsa los trenes es electricidad y por lo tanto, a lo menos en el lugar donde se generan los viajes, se produciría una reducción de la contaminación local al disminuir la cantidad de viajes realizados en buses de transporte público y vehículos particulares movilizadas con energías fósiles.

Directamente vinculados con la disminución de contaminantes locales se generan co-impactos positivos en el ámbito ambiental tales como **disminución del deterioro de edificios y fachadas** y **disminución del impacto negativo sobre flora y fauna**.

La emisión de contaminantes locales impacta:

- En el desgaste de los materiales a partir de las partículas que sedimentan en las superficies afectando el aspecto visual
- En la corrosión de las superficies de edificios, monumentos, u otros objetos relevantes por efecto del SO₂,
- El desgaste y decoloración de materiales de la industria textil por exposición al NOx y
- Afecta negativamente la flora y fauna y en específico cultivos agrícolas y bosques asociado a la emisión de contaminantes como SO₂.

Disminución de riesgos de salud (enfermedades respiratorias, cardiovasculares, riesgo de muerte

Como consecuencia directa de la disminución de contaminantes locales asociadas al fortalecimiento del transporte público, debiese disminuir las enfermedades cardiopulmonares (respiratorias y cardiovasculares), produciendo una disminución de los riesgos de muerte, admisiones hospitalarias y atenciones de urgencia.

Variación incierta en el nivel de ruidos

Está bien documentado a nivel internacional que el tránsito ferroviario de superficie representa una fuente de ruidos (y a menudo de vibraciones), molestos a la comunidad. Las principales fuentes de ruido asociadas a la circulación ferroviaria son el ruido en el contacto rueda-carril (rodadura), el ruido mecánico o de propulsión (más el de elementos auxiliares del tren) y el ruido aerodinámico. Por su parte, los trenes subterráneos producen, en general y si son bien diseñados, co-impactos despreciables desde el punto de vista del ruido.

Estos ruidos son particularmente molestos en receptores denominados "sensibles" tales como centros educacionales de todo tipo (salas cuna, colegios, universidades, etc.), centros de salud

(hospitales, clínicas, centros de descanso y reposo, etc.), laboratorios con instrumental sensible a las vibraciones, hoteles, etc. Los efectos son menos críticos en zonas de uso exclusivamente industrial. El grado de molestia del co-impacto negativo dependerá del horario de funcionamiento (el funcionamiento de trenes en horario nocturno produce mayor impacto que en horario diurno, en particular en zonas residenciales).

Condiciones críticas de la implementación

- Si la extensión es subterránea no produciría un co-impacto relacionado con el ruido.
- Si esta extensión reduce el número de traslados en buses y vehículos particulares en la superficie, el co-impacto sería positivo producto de la reducción del número de fuentes de ruido presentes.
- En el caso de trenes de superficie se produciría un co-impacto negativo al aumentar los niveles de ruido presentes antes de la extensión, que generará quejas de las comunidades impactadas.
- Estos impactos dependerán de varias variables, como el tipo de tren, frecuencia del paso de trenes, horarios, tipos de vías, el ruido que se genera como señales de advertencia en los cruces de trenes, tipo de receptor (sensibles o no), tipo de zona de acuerdo a los planes reguladores, etc.
-

Favorece la equidad

El fortalecimiento del transporte público es una política progresiva que favorece la equidad. Equilibra el uso del espacio vial es posible transportar a un mayor número de personas. En la medida que el sistema de trenes funcione en un buen estándar, lo que implica estar interconectado con otros modos como buses, tranvía, sistemas de bicicletas públicas, es utilizado por personas de todos los niveles socioeconómicos que comparten un mismo estándar de servicio de transporte.

Condiciones bajo las cuales se genera

- Adecuación del diseño a las necesidades de la demanda
- Condiciones de operación de alta frecuencia, bajos tiempos de viaje e interconexión con otros modos (buses, metro, bicicletas)
- La formación de los usuarios para que adopten el sistema de transporte público y entiendan los beneficios del sistema resulta fundamental.
-

Disminución del gasto energético y contribución a la eficiencia energética

La introducción de kilómetros adicionales de trenes suburbanos y metro y el consiguiente fortalecimiento del transporte público disminuye el gasto de energía y aumenta la eficiencia por cambio en el ciclo de conducción del transporte público y el privado pues el indicador de eficiencia es energía por pasajero transportado y no por unidad vehicular. Al mismo tiempo

disminuye el gasto y aumenta la eficiencia por la existencia de un sistema integral más económico y por el uso de motores eléctricos que son de mayor eficiencia.

Condiciones bajo las cuales se genera

Las contribuciones positivas de la medida serán efectivas si el sistema de trenes afecta la partición modal de vehículos particulares, atrayendo más usuarios. De otra forma se tendrá una infraestructura sub utilizada y el impacto sobre el consumo energético podría ser negativo.

Aumento de la demanda eléctrica

El aumento en la frecuencia y distancia recorrida por estos trenes podría generar un importante aumento en la demanda por energía eléctrica, especialmente en las horas peak (mañana y tarde). Durante estas horas la matriz de generación eléctrica tiene un factor de emisión más “sucio”, al estar generando electricidad con una mezcla entre centrales de base (hidroelectricidad principalmente) y otras centrales termoeléctricas. En este sentido, el aumento de la demanda eléctrica, vuelve relevante la evaluación de co-impactos aguas arriba asociados a las características de la matriz energética del país.

De acuerdo a las estimaciones de MAPS Chile, para la esta medida de mitigación, la demanda eléctrica adicional es 126 GWh al año 2030.

Valorización de sectores urbanos y cambio uso suelo

La experiencia en las zonas urbanas de Santiago principalmente, establecen que cada vez que ha habido un nuevo proyecto de infraestructura de Metro se ha generado una mejora en la valoración de los terrenos, principalmente aquellos de carácter residencial y comercial que se encuentran ubicadas cercanas a las estaciones. Es importante destacar que la evidencia empírica muestra que sube el precio de las propiedades cercanas a una estación de Metro, pero no las que están exactamente al lado. Lo mismo pasa con las líneas de tren.

Desde el punto de vista del ruido, que resulta relevante para los trenes por superficie, está documentado que aquellas zonas que incrementan sus niveles de ruido sufren una desvalorización lo que aplica para las viviendas y sitios cercanos a trenes de superficie.

Condiciones críticas de la implementación de la medida para la generación de los co-impactos

- Metro
 - Valorización de sectores urbanos si la construcción es subterránea (sistemas en superficie y elevados causan segregación y deterioran el entorno).
- Trenes suburbanos:
 - Valora sectores urbanos que tienen acceso a trenes.
 - La extensión de trenes urbanos de superficie de pasajeros podría generar un co-impacto negativo al desvalorizar sectores urbanos afectados por los trenes.

- En la medida que el diseño permita conectar polos de la ciudad, además de conectar la nueva infraestructura con la red existente se generarán impactos positivos sobre la valorización de los terrenos.

Aumenta movilidad e integración de territorios

El desarrollo de nuevas líneas de metro y extensión de los trenes suburbanos mejorar la movilidad de las personas y la integración de los territorios al incorporar una nueva alternativa de medio transporte dado que los trenes sean subterráneos o de superficie no sustituyen los servicios de bus ni de transporte privado. Los sistemas de trenes urbanos responden a la necesidad de mover altos flujos de demanda entre polos urbanos y que en lo posible estén integrados a las redes existentes más céntricas por lo que si aumentaría la movilidad y la integración de los territorios.

En particular el desarrollo de trenes de cercanía podría afectar en la definición del radio urbano, lo que se traduce en una mayor localización en un área mayor de superficie, que puede significar aumento de los viajes y de las distancias. Esto ocurrirá en la medida que se conecten polos urbanos desprovistos de sistemas de transporte, lo que ofrecería a estos lugares más libertad e independencia en movilizarse. Al mismo tiempo, los trenes de cercanía podrían acercar a zonas más populares de la ciudad al centro de la ciudad, lo que puede significar un oportunidad de desarrollo de económicas, educativas y turismo entre otras.

Disminución de tiempos de traslado

Al implementar trenes urbanos de pasajeros se disminuye los tiempos de viaje en transporte público, contribuyendo a disminuir los tiempos de viaje en general (dado que no se afecta a los autos en la medida que la construcción sea subterránea o en sectores donde no afecta el espacio disponible para la circulación de vehículos particulares).

Existe un beneficio directo en los tiempos de traslado, principalmente para quienes antes se trasladaban en bus en la medida que las distancias entre las estaciones no estén muy espaciadas con respecto a paraderos de bus y exista un reemplaza entre un modo y otro.

La disminución de los tiempos de traslado se ve favorecido además porque las velocidades y frecuencias de los trenes son confiables la mayor parte del tiempo, por lo que aumenta la predictibilidad de los tiempos de viaje, dimensión altamente valorada por los usuarios.

Condiciones bajo las cuales se genera

- Velocidad de circulación de lo trenes
- Confiabilidad de la frecuencia del servicio
- Infraestructura urbana debe cooperar a que distancias de viaje y congestión no aumenten

Mejora en la calidad del viaje

El tiempo de viaje en un estándar adecuado de servicio para trenes urbanos e interurbanos se transforma en un tiempo de calidad, donde las personas pueden leer, descansar, trabajar. Además se mejora la regularidad y confiabilidad, por lo que los usuarios pueden saber con precisión a qué hora voy a llegar y pueden programar mejor sus actividades.

Incentiva uso transporte público (impacta partición modal)

La existencia de trenes de cercanía incentiva a dejar el auto en la casa, y combinar con transporte público al llegar a la zona urbana. Esto contribuye a aumentar el número de usuarios de transporte público, lo cual se convierte en un círculo virtuoso, dado que al existir más usuarios, el sistema de transporte público se adapta aumentando la frecuencia y cobertura, ofreciendo mejor calidad de servicio para todos los usuarios.

En estas condiciones, y dado que las ciudades están cada vez más congestionadas por la gran cantidad de vehículos livianos, el desarrollo de sistemas de trenes urbanos y de cercanía favorecería el cambio en partición modal para incrementar los modos de transporte público.

Condiciones bajo las cuales se genera

- Calidad del diseño
 - En la medida que el diseño evite viajes innecesarios en modos no eficientes como el vehículo particular
 - En la medida que el diseño facilite la intermodalidad y permita transitar desde modos poco eficientes a modos más eficientes de transporte.
- Alto estándar de operación
- Servicios frecuentes, con horarios que se adapten a la estructura de actividades de los usuarios.

Descongestión/congestión vehicular en carreteras y calles de la ciudad

En la medida que se logre un cambio en la partición modal desde vehículos particulares al nuevo sistema de trenes podría generarse un efecto positivo sobre la congestión vehicular que en este caso aplica tanto para carreteras como para las calles de la ciudad.

En particular para los trenes de cercanía, el efecto podría ser más significativo puesto que facilita que las personas dejen sus vehículos y utilicen el transporte público al llegar a la ciudad. Sin embargo para el sistema de metro, la evidencia empírica para la ciudad de Santiago indica que la mayor migración de pasajeros hacia el servicio de trenes proviene de buses del transporte público, por lo que la incidencia sobre la congestión podría ser menor.

Es importante destacar, que esta medida en el largo plazo, disminuye la tasa de aumento de la motorización.

Condiciones bajo las cuales se genera

- Características del diseño de la red de transporte público que permita que la red de trenes urbanos y suburbanos se complemente adecuadamente con el bus y no compita
- Alto estándar de calidad del servicio en cuanto a frecuencia y tiempos de viaje para que las personas que operan un VP vean el beneficio de ir en tren
- Para lo anterior es necesario acompañar la política con otra que restrinja el uso de VP, crear conciencia sobre el uso de este medio de transporte en el uso urbano

Contribución positiva a objetivos de política sectorial

La implementación de la medida de trenes urbanos y de cercanía contribuye positivamente al cumplimiento de objetivos relevantes dentro de las políticas sectoriales en materia de energía, transporte, medio ambiente y salud.

En energía, la medida es consistente con el Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020 del gobierno de Chile y con los objetivos de la Agenda de Energía espera lograr una meta de reducción del consumo energético del 20% al año 2025 en el país.

En medio ambiente, la medida contribuye a alcanzar los objetivos sectoriales de disminución de contaminantes locales, así como facilitar el cumplimiento de los compromisos establecidos ante la Convención Marco de las Naciones Unidas para el cambio climático como parte del INDC de Chile. En la misma línea, esta medida contribuye a los objetivos del sector salud a partir de la incidencia positiva en la disminución de enfermedades cardiovasculares, respiratorias y riesgos de muerte asociados a la disminución de la contaminación del aire.

En el sector transporte, la medida contribuye a los objetivos de la política de transporte sustentable, fortaleciendo el transporte público.

Aumenta la segregación espacial para los trenes en superficie

La línea de tren en superficie genera una barrera de comunicación en el espacio lo que aumenta la segregación.

E. Anexo: Listado de expertos

Experto	Afiliación institucional
Jorge P. Arenas	Universidad Austral de Chile
Leonardo Basso	Universidad de Chile
Marco Batarse	Universidad Diego Portales
Nicolás Borchers Arriagada	Consultor Independiente
Pilar Henriquez	Sistemas Sustentables
Marcela Munizaga	Universidad de Chile
Mauricio Osses	Universidad Técnica Federico Santa María
Patricio Pérez	Universidad de Santiago de Chile
Alejandro Tirachini	Universidad de Chile
Cristina Victoriano	Ministerio de Energía
Julio Villalobos	Universidad Andrés Bello