

**PROGRAMA DE FOMENTO DE CAPACIDADES PARA
EL DESARROLLO BAJO EN EMISIONES - CHILE**
Low Emission Capacity Building Programme
LECB- Chile

Informe Final
**“APLICACIÓN PILOTO DEL ESTÁNDAR DEL
WORLD RESOURCES INSTITUTE (WRI) PARA LA
CONTABILIDAD Y REPORTE DE POLÍTICAS Y
ACCIONES DEL PROTOCOLO DE GEI A ACCIONES
DE MITIGACIÓN EN EFICIENCIA ENERGÉTICA”**

Nombre: Poch
Fecha de Entrega: 14 de marzo de 2014
Contraparte N°1: Ministerio de Medio Ambiente
Contraparte N°2: Ministerio de Energía



INDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	3
2. OBJETIVO	5
3. APLICACIÓN METODOLÓGICA DEL ESTÁNDAR	5
3.1 DEFINICIÓN DE LAS ACCIONES EN EFICIENCIA ENERGÉTICA	6
3.1.1 Selección de Acciones.....	6
3.1.2 Levantamiento de información y definición clara de las acciones.....	7
3.1.3 Tipo de evaluación	23
3.2 IDENTIFICACIÓN DE EFECTOS Y MAPEO DE LA CADENA CAUSAL.....	25
3.2.1 Mapeo de la cadena causal	27
3.2.2 Identificación de fuentes de emisión afectados por cada acción.....	34
3.3 DEFINICIÓN DE LOS LÍMITES PARA LA EVALUACIÓN DE EMISIONES DE GEI	38
3.3.1 Revisión del mapeo de la cadena causal y selección de Tier para la fijación de límites	39
3.3.2 Fijación de límites (efectos, fuentes de emisión y periodo a considerar para cada acción).....	47
3.4 ESTIMACIÓN DE EFECTOS EN EMISIONES DE GEI PARA LAS ACCIONES BAJO ESTUDIO	60
3.5 EVALUACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE.....	106
4. CONCLUSIONES	121
BIBLIOGRAFÍA	126

1. INTRODUCCIÓN

El “Estándar para la Contabilidad y Reporte de Políticas y Acciones” del Protocolo de Gases Efecto Invernadero que actualmente está desarrollando el *World Resources Institute* (WRI)¹, proporciona los requerimientos y la metodología para que todo tipo de organizaciones e instituciones (en especial para quienes analizan y ejecutan las políticas y acciones que se implementan a nivel de gobiernos nacionales, subnacionales o municipales), estimen y reporten el cambio que se produce en términos de emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) resultante de la implementación de políticas y acciones de mitigación.

El Estándar tiene por finalidad guiar al usuario a responder las siguientes preguntas:

- Antes de la implementación de una acción: ¿Cuáles son los efectos esperados en términos de emisiones de GEI?
- Durante la implementación de una acción: ¿Cómo podemos medir el progreso o desempeño de una acción en el transcurso del tiempo?
- Durante y después de la implementación de una acción: ¿Qué efectos en emisiones de GEI tiene o ha tenido una acción determinada?

A su vez, el Estándar ha sido desarrollado con los siguientes objetivos en mente:

- Facilitar a diseñadores de políticas y otros responsables en toma de decisiones a desarrollar estrategias efectivas para gestionar y reducir emisiones de GEI.
- Ayudar a los usuarios a evaluar los efectos en términos de GEI de políticas y acciones específicas en forma precisa, consistente, transparente, completa y en forma relevante, para respaldar una toma de decisión más efectiva.

¹ En Julio del año 2013 el WRI publicó el Segundo borrador para testeo piloto (*Second Draft for Pilot Testing, July 2013*). Disponible en <http://www.ghgprotocol.org/mitigation-accounting>

- Entregar apoyo al reporte público de los impactos en emisiones y efectividad de las políticas, en forma consistente y transparente.
- Crear mayor consistencia y transparencia a nivel internacional a la forma en que las organizaciones estiman y reportan las reducciones de emisiones de sus políticas y acciones.

Mediante el presente informe se contempla describir el proceso y resultados de la aplicación del Estándar a acciones en eficiencia energética en Chile, en el marco de un testeo piloto del segundo borrador, en el cual participan diversos países y sectores con el fin de entregar retroalimentación al WRI, quien generará la versión final del Estándar con fecha de publicación esperada para mediados del año 2014.

El presente testeo piloto en Chile es realizado por el Ministerio de Energía y el Ministerio del Medio Ambiente.

Dado que para el caso de Chile los resultados de su último Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) indicaron que el sector energía predomina en términos de emisiones de GEI, el gobierno se encuentra actualmente llevando a cabo una serie de esfuerzos para promover la eficiencia energética como primer pilar de su Estrategia Nacional de Energía (ENE) 2012-2030.

En este contexto, para el testeo piloto del Estándar se consideró un grupo de 5 programas de eficiencia energética como acciones de mitigación, dirigidos a diversos sectores.

Como resultado final de la aplicación se proporcionará una cuantificación ex ante y/o ex post, según aplique en cada caso, de los efectos (ya sea un aumento o disminución) de emisiones de GEI que resultarán de la implementación de las acciones en eficiencia energética seleccionadas.

2. OBJETIVO

El presente informe tiene por objetivo presentar una descripción de la aplicación del “Estándar para la Contabilidad y Reporte de Políticas y Acciones” a los programas en eficiencia energética evaluados, la cual tiene por objetivo final la estimación y reporte de los efectos en emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) que resulta producto de la implementación de los programas de eficiencia energética seleccionados.

3. APLICACIÓN METODOLÓGICA DEL ESTÁNDAR

La aplicación del Estándar consiste en las siguientes actividades:

- Estudio de los capítulos introductorios del estándar (capítulos 1 al 4)
- Definición clara de las acciones (de acuerdo al Capítulo 5)
- Identificación de los efectos en emisiones de GEI y mapeo de la cadena causal (Capítulo 6)
- Definición del límite de la evaluación de GEI (Capítulo 7).
- Estimación y Reporte de los efectos en emisiones de GEI de las acciones (Capítulos 8, 9, 11 y 14)
- Evaluación de la incertidumbre asociada a los resultados reportados (Capítulo 12)².

A continuación se describe la aplicación de los pasos metodológicos del Estándar, para cada una de las 5 acciones bajo estudio.

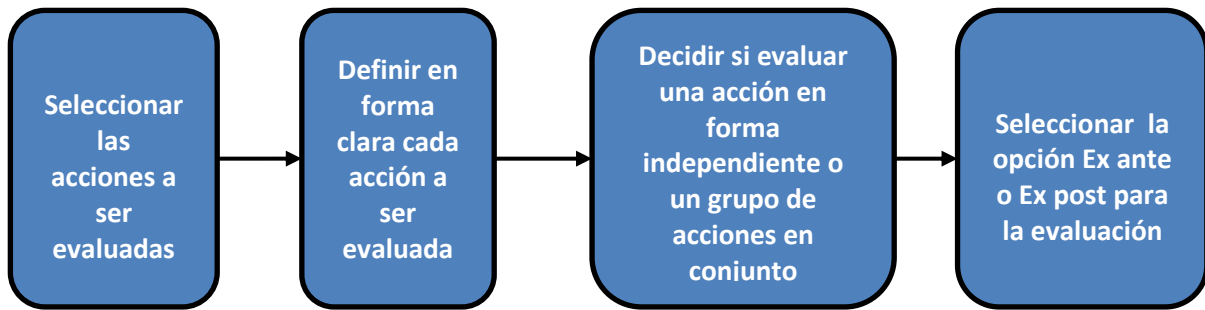
² El Capítulo 10 del Estándar corresponde al monitoreo del desempeño de la acción y el Capítulo 13 del Estándar corresponde a la realización de una verificación de los resultados (por parte de un tercero). Ambos son de carácter opcional. La presente aplicación piloto del Estándar no contempla las etapas de monitoreo y verificación de resultados.

3.1 Definición de las acciones en eficiencia energética

La primera etapa metodológica del Estándar consiste en entregar una clara definición sobre las acciones que se van a evaluar.

De acuerdo a los lineamientos del Capítulo 5, tal como se indica en la figura a continuación, para comenzar se debe realizar la selección de las acciones que se van a evaluar y proporcionar una definición clara³ de cada una de estas (entendiéndose como evaluación de una acción, la estimación de sus efectos en términos de emisiones de GEI).

Figura 1. Pasos metodológicos del Capítulo 5



Fuente: Capítulo 5, Greenhouse Gas Protocol Policy and Action Accounting and Reporting Standard. GHG Protocol, WRI, Second Draft for Pilot Testing - July 2013.

3.1.1 Selección de Acciones

Para la selección de las acciones se realizó una reunión de trabajo con el Ministerio de Energía (Minenergía) y el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), en la cual se seleccionaron 5 programas en eficiencia energética pertenecientes a diversos sectores, como se presenta en la siguiente tabla:

³ De acuerdo al Estándar (página 30, sección 5.2), se requiere proporcionar una “Definición clara” de la acción que será evaluada. Para este propósito, se debe utilizar el listado de información o “checklist” de acuerdo a la tabla 5.2 del Estándar.

Tabla 1. Acciones seleccionadas para la aplicación piloto del Estándar

N°	Sector	Línea de Acción/Programa
1	Transporte	Establecimiento de metas de consumo energético y de emisiones de CO ₂ para el promedio del parque de vehículos nuevos
2	Industria y Minería	Programa de promoción y fomento a la cogeneración
3	Comercial, Público y Residencial	Subsidio para el reacondicionamiento térmico de viviendas existentes
4	Artefactos	Programa Estándares Mínimos para iluminación residencial (MEPS, de acuerdo a sus siglas en inglés)
5	Transversal	Campañas de difusión y comunicación de Eficiencia Energética

Fuente: Elaboración propia.

En general, para el proceso de selección de políticas o acciones de eficiencia energética, se consideraron líneas de acción del Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020 (PAEE20), considerando medidas representativas de diversos sectores (Transporte, Artefactos, Industria y Minería, Comercial, Público y Residencial y una medida transversal). Específicamente se seleccionaron aquellas que son de especial interés por su impacto esperado (en términos de ahorro energético), considerando a su vez el grado de implementación diverso, con el fin de tener acciones para evaluar en forma ex ante y ex post, y así lograr una aplicación más completa del Estándar.

3.1.2 Levantamiento de información y definición clara de las acciones

Posteriormente, se realizó un levantamiento de información, con el fin de proporcionar una definición clara de cada medida. Para ello, se aplicó el listado de información requerido por el Estándar (sección 5.2), el cual considera la información mínima que se debiera proporcionar sobre las acciones a evaluar. A continuación se describe el levantamiento de información realizado y posteriormente se presenta la definición clara de cada una de las acciones a evaluar.

i) Levantamiento de información

Para completar dicho listado de información (o “Checklist” referido en sección 5.2 del Estándar), se solicitaron antecedentes a la contraparte sobre cada acción seleccionada. En este primer levantamiento de información, para cada una de las acciones (exceptuando la medida transversal de campañas de difusión y comunicación de eficiencia energética), la contraparte envió una ficha informativa elaborada en el marco del Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020 (PAEE20), con una descripción de los objetivos, diagnóstico del sector, presupuesto y los ahorros de energía esperados.

Para el caso de la acción transversal, la contraparte envió una breve descripción sobre la misma y el equipo consultor por su parte tuvo una entrevista con la AChEE. En base a dicha entrevista y a los antecedentes enviados por el Ministerio de Energía se identificó que hasta el momento no se han realizado mediciones cuantitativas del impacto de este tipo de campañas de comunicación y difusión de eficiencia energética que permitan llevar a cabo una estimación de sus efectos en emisiones de GEI. Dado esto, para la medida “Campañas de difusión y comunicación de Eficiencia Energética” se aplicarán los pasos metodológicos con la mejor información disponible. Para aquellos pasos metodológicos que requieran mediciones cuantitativas del impacto (y que no estén disponibles), se hará al menos el análisis cualitativo, identificando y proponiendo qué tipo de información específica para la evaluación de esta acción se requiere generar para próximas aplicaciones. Por otro lado, como parte de éste análisis se contempla proporcionar antecedentes respecto a la situación actual o estado del arte en la medición de los impactos de este tipo de campañas, en base a estudios similares y experiencia internacional⁴.

Respecto a las otras cuatro acciones, en forma adicional, el equipo consultor recopiló información que estaba disponible públicamente, consultando otras fuentes de

⁴ Como parte de este levantamiento de información se contempla contactar a quienes están evaluando los efectos en emisiones de GEI de una campaña de difusión en el marco del testeo piloto del Estándar en Sudáfrica.

información tales como estudios y reportes elaborados en el marco de la implementación de dichas acciones (de acuerdo a las referencias bibliográficas ^{b,c,d,f,g,j,k,l,m,n}).

Posteriormente, el equipo consultor realizó una reunión con la contraparte técnica (Ministerio del Medio Ambiente y Ministerio de Energía) con el fin de presentar y validar la información recopilada para el llenado de los listados de información de cada acción en eficiencia energética, aclarar dudas e incorporar nueva información entregada por la contraparte técnica. En la reunión fue posible identificar la información faltante para completar los listados de información para posteriormente contactar y solicitar dicha información a los actores relevantes para cada acción, con los cuales también se realizaron reuniones.

El listado de actores relevantes que se consideró para el levantamiento de la información faltante se presenta a continuación⁵:

Tabla 2. Listado de actores relevantes para levantamiento inicial

Acción en Eficiencia Energética	Actores relevantes para etapa inicial del estudio
Establecimiento de metas de consumo energético y de emisiones de CO ₂ para el promedio del parque de vehículos nuevos	Pablo Salgado (Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones) Cristina Victoriano (División de Eficiencia Energética del Ministerio de Energía)
Programa de promoción y fomento a la cogeneración	Mauricio Utreras (División de Eficiencia Energética del Ministerio de Energía) Markus Müller (AChEE)

⁵ Se considera como etapa inicial el análisis cualitativo que se realiza para cada acción, como recopilar antecedentes e identificar sus potenciales efectos en emisiones de GEI.

Acción en Eficiencia Energética	Actores relevantes para etapa inicial del estudio
Subsidio para el reacondicionamiento térmico de viviendas existentes	Carla Bardi (División de Eficiencia Energética del Ministerio de Energía)
Programa Estándares Mínimos para Iluminación Residencial (MEPS)	Marcelo Padilla (División de Eficiencia Energética del Ministerio de Energía)
Iniciativas de difusión y comunicación de los programas de Eficiencia Energética	Mariana Pavón (División de Eficiencia Energética del Ministerio de Energía) Natalia Arancibia (AChEE) ⁶

Cabe mencionar que además del llenado de los listados de información, tal como se indica más adelante en el informe, se presentó a la contraparte técnica y actores relevantes la propuesta de los mapeos de cadena causal (que se describe en la sección 3.2 del presente informe).

ii) Definición clara de las acciones

A continuación se presentan los listados de información en los cuales se describen en forma clara, de acuerdo a lo requerido por el Estándar, cada una de las acciones en eficiencia energética en base a la información recopilada y validada⁷:

⁶ Natalia Arancibia (AChEE) fue contactada para levantar información que pueda tener la AChEE respecto a las campañas que fueron implementadas por el Programa País de Eficiencia Energética (PPEE). Sin embargo, se identificó que la AChEE no es un actor relevante para la evaluación de las campañas de difusión, ya que durante el proceso de levantamiento de información se identificó que este tipo de campañas no están a cargo de la AChEE.

⁷ Los antecedentes recopilados sobre la acción “Iniciativas de difusión y comunicación de los programas de Eficiencia Energética”, permitieron completar parcialmente el listado de información.

Tabla 3. Definición del programa de establecimiento de metas de consumo energético y de emisiones de CO₂ para el promedio del parque de vehículos nuevos

Información	Respuesta
Título de la acción	Establecimiento de metas de consumo energético y de emisiones de CO ₂ para el promedio del parque de vehículos nuevos
Status	En proceso de diseño y planificación
Fecha de inicio	Se espera, como plazo tentativo, que entre en vigencia el 2016.
Fecha de término (si aplica)	No aplica
Entidad(es) implementadora	Ministerio de Energía
Tipo de política o acción	Estándar
Objetivos	Reducir el consumo energético y emisiones de CO ₂ promedio de la totalidad del parque de vehículos nuevos y existentes.
Cobertura geográfica	Nacional
Sector primario o subsector y fuentes de emisión a las que la acción está dirigido	Sector Energía, Categoría IPCC 2006 1A3b: Transporte terrestre caminero. Fuente de emisiones a la cual la acción está dirigida: parque de vehículos livianos y medianos existentes.
Gases de Efecto Invernadero (GEI) objetivo	CO ₂
Descripción de las intervenciones específicas que incluye la acción	Establecimiento de restricciones (meta) a las emisiones promedio de CO ₂ en el parque de vehículos que ingresan al mercado, evitando que el mercado chileno sea receptor de vehículos con bajo rendimiento.
Indicadores clave de desempeño	Emisiones promedio de CO ₂ Gramos de CO ₂ /km (indicador elaborado por Centro de Certificación y Control Vehicular – 3CV).
Grado de mitigación que se espera alcanzar	Dado que es una acción en eficiencia energética, con ella se espera alcanzar un ahorro de 13.546 Tcal al año 2020. No se cuenta con una medida previa de las emisiones que se espera reducir.
Título del documento, legislación o regulación en dónde se establece la acción.	Plan de Acción Nacional de Eficiencia Energética 2020. Al momento del estudio no se cuenta con otro documento oficial o legislación que establezca o regule esta acción.

Información	Respuesta
Procedimientos o protocolos de Monitoreo, Reporte y Verificación utilizados (ej. procedimiento utilizado para medir el desempeño de la medida)	El monitoreo de esta acción se realizará en función del indicador de emisión promedio del 3CV para vehículos nuevos que ingresan al parque.
Mecanismos para dar obligatoriedad	Se contemplan 3 formas para lograr cumplir la medida: fijación de impuestos, entrega de subsidios o fijación obligatoria de estándares para las importaciones de vehículos.
Referencia a documentos orientativos relevantes	PAEE 2020, Estudio “Seguimiento ambiental del mercado automotriz Chileno”, Centro Mario Molina Chile y Centro de Control y Certificación Vehicular, 2010.
El contexto/significado más amplio de la acción	Esta medida es parte del Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020, como parte de la línea de acción para mejorar la eficiencia energética de vehículos livianos y medianos que ingresan al parque vehicular.
Otras acciones relacionadas	Etiquetado de vehículos nuevos con información de su consumo energético y emisiones de CO ₂ , en vigencia obligatoria desde febrero 2013.
Efectos generales no-GEI o co-beneficios	Disminución en la contaminación por gases NOx y material particulado.
Otra información relevante	De acuerdo a información de 3CV, al año 2010 el indicador de emisiones promedio de los vehículos que ingresaron al parque fue cercano a los 200 gCO ₂ /km.

Fuente: Elaboración propia en base a bibliografía e información directa de actores consultados y Ministerio de Energía.

Tabla 4. Definición del Programa de promoción y fomento a la cogeneración en el sector Industria y Minería

Información	Respuesta
Título de la acción	Programa de promoción y fomento a la cogeneración en Sector Industria y Minería.
Status	Implementación

Información	Respuesta
Fecha de inicio	2012
Fecha de término (si aplica)	No aplica
Entidad(es) implementadora	ACHEE
Tipo de política o acción	Incentivo ⁸
Objetivos	El objetivo principal de este programa es planificar, preparar proyectos de cogeneración y generar capacidades nacionales para masificar el desarrollo de la cogeneración en el sector Industria y Minería. Con esta acción se espera aliviar la estrecha capacidad de generación eléctrica que tiene Chile frente al alto crecimiento pronosticado en su demanda eléctrica.
Cobertura geográfica	Nacional
Sector primario o subsector y fuentes de emisión a las que la acción está dirigido	Sector Energía, Categoría IPCC 2006 1A1a: Industrias de la energía, Producción de electricidad y calor y 1A2: Industrias de Manufactura y Construcción. Fuente de emisiones a la cual la acción está dirigida: centrales generadoras conectadas a la red eléctrica e instalaciones con consumos de combustible en las empresas que reciben el cofinanciamiento.
Gases de Efecto Invernadero (GEI) objetivo	CO ₂
Descripción de las intervenciones específicas que incluye la acción	Apoyo a la evaluación y cofinanciamiento de anteproyectos de inversión. Cabe mencionar que sólo se contabilizarán los efectos producidos por los proyectos cofinanciados durante el año 2012.
Indicadores clave de desempeño	MW/año de capacidad eléctrica adjudicada en concursos e instalada.
Grado de mitigación que se espera alcanzar	No se cuenta con una medida previa del grado de mitigación que se espera alcanzar

⁸ Se seleccionó como tipo de acción "Incentivo" de la Tabla 5.1 del Estándar debido a que con la acción se está cofinanciando un estudio previo (anteproyecto) para incentivar la instalación de proyectos de cogeneración y superar una de las barreras (de conocimiento) identificadas para los proyectos de cogeneración en Chile.

Información	Respuesta
	con el cofinanciamiento de anteproyectos otorgados durante el año 2012). ⁹
Título del documento, legislación o regulación en dónde se establece la acción.	Plan de Acción Nacional de Eficiencia Energética 2020.
Procedimientos o protocolos de Monitoreo, Reporte y Verificación utilizados (ej. procedimiento utilizado para medir el desempeño de la medida)	En desarrollo. Actualmente la AChEE está preparando el desarrollo de un plan de seguimiento de proyectos beneficiados. Por ende en este caso la estimación de ahorro de energía se hará <i>bottom up</i> ¹⁰ , a partir de la evaluación de los proyectos.
Mecanismos para dar obligatoriedad	No aplica
Referencia a documentos orientativos relevantes	Estudio para el Desarrollo de la Cogeneración en Chile para PPEE, Universidad de Chile, 2010.
El contexto/significado más amplio de la acción	La AChEE desarrolla actividades de apoyo a las empresas con el fin de superar las barreras que dificultan la implementación de proyectos de inversión en Eficiencia Energética. Esta medida en particular es implementada por la AChEE en el marco de su línea de acción de recambio tecnológico, del área Industria y Minería.
Otras acciones relacionadas	Programas de promoción de la cogeneración en el sector eléctrico y en otros sectores (ej. en hospitales, sector edificación). La Ley 20.257, que reconoce como ERNC las iniciativas de cogeneración menores a 20 MW. La Ley 20.571, que reconoce como

⁹ Cabe mencionar que de acuerdo a la ficha del PAEE20, con el Programa de Promoción y Fomento a la Cogeneración se espera alcanzar un ahorro acumulado al año 2020 de 17.239 Tcal. Este ahorro considera la energía generada en plantas térmicas y eléctricas convencionales que sería desplazada por los nuevos proyectos de cogeneración, suponiendo un escenario intermedio en el cual se superan barreras regulatorias y de conocimiento. Este escenario es distinto al que se evaluará debido a que el presente estudio sólo considera los efectos asociados al grupo de proyectos de cogeneración que recibieron cofinanciamiento el año 2012) de sus estudios de factibilidad de inversión.

¹⁰ En este caso el enfoque *Bottom-up* implica que la estimación final esté basada en información específica asociada a cada instalación en la que se contempla implementar un sistema de cogeneración producto del anteproyecto cofinanciado.

Información	Respuesta
	Generación Distribuida y opción a Net Billing las iniciativas de cogeneración menores a 100 kW.
Efectos generales no-GEI o co-beneficios	Mejora la seguridad de abastecimiento energético, disminuye costos energéticos operacionales de las empresas, disminuye la dependencia de combustibles importados, ahorro de combustible a nivel país, disminución de emisiones (no-GEI) atmosféricas en centrales térmicas.
Otra información relevante	A la fecha la AChEE ya ha cerrado dos concursos de anteproyectos de cogeneración (2012 – 2013), con la adjudicación acumulada de 25 proyectos por un total cercano a los 70 MW.

Fuente: Elaboración propia en base a bibliografía información directa de actores consultados y Ministerio de Energía.

Tabla 5. Definición del Programa de subsidio para el reacondicionamiento térmico de viviendas existentes

Información	Respuesta
Título de la acción	Subsidios para Reacondicionamiento Térmico de viviendas existentes en sectores vulnerables
Status	Implementación en proceso
Fecha de inicio	2009
Fecha de término (si aplica)	No aplica.
Entidad(es) implementadora	Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Minvu); Ministerio de Energía
Tipo de política o acción	Subsidio
Objetivos	Mejorar la envolvente (muros, ventanas, techo y piso) de viviendas existentes de sectores vulnerables hasta alcanzar el estándar mínimo exigido para vivienda nueva (que corresponde a la condición térmica normada desde 2007). Elevar la calidad de vida de las familias.
Cobertura geográfica	Subnacional, desde Región de O'Higgins al

Información	Respuesta
	Sur.
Sector primario o subsector y fuentes de emisión a las que la acción está dirigido	Sector Energía, Categoría IPCC 2006: 1A4, Residencial. Fuentes de emisión: consumo de energía (combustibles y electricidad) residencial y generación de electricidad en la red.
Gases de Efecto Invernadero (GEI) objetivo	CO ₂
Descripción de las intervenciones específicas que incluye la acción	Llamados a Postulación para el subsidio de reacondicionamiento térmico de las viviendas construidas antes de la segunda etapa de reglamentación térmica del año 2007 y que cumplan con los requisitos del Programa de Protección al Patrimonio Familiar del Minvu. Llamados anuales, primer llamado el 2009.
Indicadores clave de desempeño	Subsidios asignados, viviendas reacondicionadas.
Grado de mitigación que se espera alcanzar	De acuerdo a la Evaluación Independiente de Reacondicionamiento Térmico de enero 2013, elaborado para el Minvu, esta medida pretende reducir la demanda de energía al menos en un 30%. Respecto a la reducción de emisiones de CO ₂ equivalente, estas se estimaron en 1.078.000 toneladas de CO ₂ equivalente acumuladas al año 2020.
Título del documento, legislación o regulación en dónde se establece la acción.	Artículo 6 bis, DS N° 255/2006, V. y U. (Título II del Programa de Protección del Patrimonio Familiar)
Procedimientos o protocolos de Monitoreo, Reporte y Verificación utilizados (ej. procedimiento utilizado para medir el desempeño de la medida)	A la fecha se han levantado estudios de medición en terreno del consumo de energía de las viviendas asociado a calefacción por zona térmica, para tener estimaciones de ahorros de energía de viviendas reacondicionadas. De esta forma, se espera estimar ahorros de energía del programa en función del número de viviendas reacondicionadas y del consumo de energía de vivienda estimado con reacondicionamiento y sin reacondicionamiento.

Información	Respuesta
Mecanismos para dar obligatoriedad	No aplica.
Referencia a documentos orientativos relevantes	Evaluación Independiente del Programa de Reacondicionamiento Térmico. Informe Final, 2013, ARQenergía/EnerSolutions.
El contexto/significado más amplio de la acción	El programa fue implementado a través de otro programa que se ejecuta en el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Minvu) y que es el Programa de Protección del Patrimonio Familiar (PPF), el cual consiste en implementar mejoras a las viviendas del grupo beneficiario. Una de las mejoras posibles de implementar, entonces, es la del reacondicionamiento térmico de las viviendas. Los otros programas para mejorar la vivienda, disponibles en el programa son: Reparación y Mejoramiento; Ampliación de Vivienda.
Otras acciones relacionadas	Obras de innovación a la eficiencia energética, otra línea de acción con enfoque en viviendas existentes del Programa de Protección al Patrimonio Familiar del Minvu.
Efectos generales no-GEI o co-beneficios	Mejora el nivel de habitabilidad y confort y por tanto la salud de las personas; mejor calidad de vida; sensibilización de las familias en temas de eficiencia energética, aumenta durabilidad de la vivienda. Creación de empleo en pequeña y mediana empresa.
Otra información relevante	El consumo de energía de una vivienda promedio en el país, está estimado en un 56% de su consumo total. Se estima que producto del reacondicionamiento térmico, se pueda alcanzar un potencial de ahorro de entre 28% a 50% del consumo en calefacción.

Fuente: Elaboración propia en base a bibliografía e información directa de actores consultados y Ministerio de Energía.

Tabla 6. Definición del Programa MEPS para iluminación Residencial

Información	Respuesta
Título de la acción	Programa de Estándares Mínimos de Eficiencia Energética para la Iluminación Residencial
Status	Adoptada.
Fecha de inicio	28 de Diciembre 2014
Fecha de término (si aplica)	No aplica
Entidad(es) implementadora	Ministerio de Energía
Tipo de política o acción	Estándar
Objetivos	Establecer niveles mínimos de desempeño para la iluminación residencial. Se busca que las ampollas de menor eficiencia queden paulatinamente fuera del mercado y de este modo reducir el consumo energético por iluminación residencial.
Cobertura geográfica	Nacional
Sector primario o subsector y fuentes de emisión a las que la acción está dirigido	Sector Energía, Categoría IPCC 2006 1A1a: Industrias de la energía, Producción de electricidad y calor como actividad principal. Fuente de emisiones a la cual la acción está dirigida: centrales generadoras conectadas a la red eléctrica.
Gases de Efecto Invernadero (GEI) objetivo	CO ₂
Descripción de las intervenciones específicas que incluye la acción	Establecimiento de estándares mínimos de eficiencia en ampollas, por etapas: Primera etapa (12 meses desde la entrada en vigencia, en Diciembre 2013): Eliminación de las ampollas incandescentes con potencia mayor a 75W del mercado. Segunda etapa (a los 18 meses desde la entrada en vigencia): Eliminación de las ampollas incandescentes con potencia mayor a 40W del mercado. Tercera etapa (a los 24 meses desde la

Información	Respuesta
	<p>entrada en vigencia de la acción): Eliminación de las ampollitas incandescentes con potencia mayor o igual a 25W.</p>
Indicadores clave de desempeño	<p>No hay a priori definido un indicador de desempeño de esta medida. Una alternativa podrían ser la cantidad de lámparas eficientes que se venden, por sobre las que se hubieran vendido en caso que se hubiera seguido simplemente con el etiquetado (línea base). Otra alternativa podría ser la cantidad de lámparas incandescentes que se dejan de vender por año gracias a la aplicación del MEPS.</p>
Grado de mitigación que se espera alcanzar	<p>En términos de energía para iluminación residencial se espera alcanzar un ahorro acumulado al 2020 de 3.770 Tcal. Actualmente no se cuenta con el grado de mitigación asociado a este ahorro.</p>
Título del documento, legislación o regulación en dónde se establece la acción.	<p>Los Estándares mínimos fueron publicados por el Ministerio de Energía en el diario oficial mediante la Resolución exenta N° 60, con fecha del 28 de Diciembre 2013.</p>
Procedimientos o protocolos de Monitoreo, Reporte y Verificación utilizados (ej. procedimiento utilizado para medir el desempeño de la medida)	<p>El monitoreo que se está contemplando para este programa, será el de contrastar el consumo de energía del período demostrativo (desde el inicio del MEPS) y el del consumo de línea base. El consumo de línea base se construirá con información de las ventas de lámparas durante el período de etiquetado (referencia) y con la información de uso de lámparas promedio por hogar proveniente de estudios. Los consumos de energía del período demostrativo serán determinados por las ventas de lámparas vendidas y el número de horas de uso supuestas del período de referencia.</p>
Mecanismos para dar obligatoriedad	<p>Fiscalización por parte de la Superintendencia de Electricidad y</p>

Información	Respuesta
	Combustibles, se cursarán multas a aquellos proveedores que no cumplan con los estándares mínimos requeridos a los productos que comercializan.
Referencia a documentos orientativos relevantes	Propuesta informe Técnico MEPS, 2013, División de Eficiencia Energética del Ministerio de Energía; Estrategia Nacional de Iluminación Eficiente (ENIE) 2013 – 2017, 2013, PNUMA – Fundación Chile – Ministerio de Energía.
El contexto/significado más amplio de la acción	Desde el 2007 en Chile se cuenta con el programa de etiquetado obligatorio de ampollitas y lámparas fluorescentes compactas, por lo que esta medida sigue la misma línea de acción. Es una medida en el marco de la Estrategia Nacional de Iluminación Eficiente (ENIE) 2013-2020 que establece requisitos para la comercialización de productos relacionados con energía. A nivel internacional, MEPS es una de las medidas de eficiencia energética más efectiva.
Otras acciones relacionadas	Además del programa mencionado anteriormente, de etiquetado obligatorio de ampollitas y lámparas fluorescentes compactas, en los años 2008 -2009 se realizó el Programa de recambio de ampollitas en los hogares pertenecientes al 40% más vulnerable de la población. Así mismo, existe el Programa de Estándares Mínimos para Refrigeradores Residenciales que también tiene por objetivo reducir el consumo de electricidad a nivel residencial.
Efectos generales no-GEI o co-beneficios	Ahorros de generación de energía en el país, disminución de emisiones atmosféricas no-GEI en centrales termoeléctricas, ahorros de electricidad en las cuentas del consumidor, se evita la emisión de mercurio y otros contaminantes a la atmósfera.
Otra información relevante	La iluminación representa el 16% del

Información	Respuesta
	consumo eléctrico de una vivienda, convirtiéndose en el segundo mayor consumidor de electricidad después del gasto en refrigeración.

Fuente: Elaboración propia en base a bibliografía e información directa de actores consultados y Ministerio de Energía.

Tabla 7. Definición Clara de la campaña de difusión y comunicación de eficiencia energética

Información	Respuesta
Título de la acción	Campaña de difusión y comunicación de Eficiencia Energética: La Energía Importa. Cuida lo que es de todos.
Status	Implementada y finalizada.
Fecha de inicio	2012
Fecha de término (si aplica)	Fin de 2012.
Entidad(es) implementadora	Ministerio de Energía.
Tipo de política o acción	Instrumentos de información
Objetivos	Posicionar el concepto de eficiencia energética y ahorro energético en las familias y ciudadanía en general
Cobertura geográfica	Nacional
Sector primario o subsector y fuentes de emisión a las que la acción está dirigido	Sector Energía, Categoría IPCC 2006 1A1: Industrias de la energía, 1A4b Otros sectores, residencial. Fuente de emisión: Generación de electricidad en la red.
Gases de Efecto Invernadero (GEI) objetivo	CO ₂
Descripción de las intervenciones específicas que incluye la acción	Difusión de consejos de eficiencia energética y prácticas para ahorrar energía. La campaña consideró diferentes medios de comunicación: televisión, radio, diarios y publicidad en áreas públicas. También se habilitó una página web: www.laenergiainporta.cl , para entregar consejos prácticos para ahorrar energía y para informar acerca de la magnitud del ahorro energético al aplicar los consejos de ahorro, en términos del consumo equivalente de un determinado número de casas (esto es, “ahorros de energía

Información	Respuesta
	equivalentes a la energía anual que consumen 1000 casas”).
Indicadores clave de desempeño	No existe un indicador clave de desempeño establecido para estas campañas. Se podría considerar como indicador los ahorros de energía alcanzados debido a la campaña, o el número de personas que vio (o escuchó) y recordó la campaña.
Grado de mitigación que se espera alcanzar	No se dispone de un valor asociado al grado de mitigación esperado.
Título del documento, legislación o regulación en dónde se establece la acción.	El Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020 (PAEE20) establece una línea de acción correspondiente al desarrollo de acciones de difusión y promoción de la eficiencia energética, de manera de crear conciencia acerca de sus beneficios.
Procedimientos o protocolos de Monitoreo, Reporte y Verificación utilizados (ej. procedimiento utilizado para medir el desempeño de la medida)	Hasta la fecha no se han definido procedimientos MRV.
Mecanismos para dar obligatoriedad	N/A
Referencia a documentos orientativos relevantes	Para la campaña del año 2012 está disponible el sitio web: http://www.laenergiainporta.cl/ .
El contexto/significado más amplio de la acción	Desde el año 2007 se han realizado múltiples campañas de eficiencia energética, recomendaciones y consejos prácticos, algunos más enfocados en el concepto de ahorro y otras en tratar de posicionar la eficiencia energética o “buena energía” en la ciudadanía, logrando distintos resultados.
Otras acciones relacionadas	Capacitación y campañas educacionales en eficiencia energética desarrolladas por la AChEE. Programa Educativo Integral: Parvularia Programa Educativo Integral: Básica
Efectos generales no-GEI o co-beneficios	Sensibilización de la ciudadanía con el concepto de eficiencia energética y ahorro

Información	Respuesta
	de energía. Ahorros en la economía de las familias que aplican los consejos.
Otra información relevante	-

Fuente: Elaboración propia en base a información directa de actores consultados y Ministerio de Energía.

3.1.3 Tipo de evaluación

Continuando con los pasos metodológicos que se presentan en el capítulo 5 del Estándar (Figura 1 en el presente informe), corresponde decidir si evaluar las acciones en forma independiente o un grupo de acciones en conjunto y seleccionar la opción Ex ante o Ex post para la evaluación. En acuerdo con la contraparte técnica se tomaron las siguientes definiciones:

- Respecto a decidir si evaluar una acción en forma independiente o como un grupo de acciones: De acuerdo al capítulo 5, existe la opción de realizar una evaluación sobre una acción individual o bien hacerla sobre un paquete de acciones considerando en sus efectos las interacciones que se producen entre ellas (ya sea efectos que se superponen o refuerzan entre sí). Para efectos de este estudio, se decidió aplicar el Estándar a 5 acciones de diversos sectores y estimar los efectos en emisiones de GEI de cada una, es decir, evaluando estas acciones de forma individual y no evaluándolas como un paquete de 5 acciones, ya que no se esperan interacciones importantes entre las 5 acciones seleccionadas. No obstante, cabe mencionar que en la estimación ex ante de los efectos en emisiones de GEI, se analizó el tipo de interacción entre una de las acciones evaluadas (“Programa de Estándares Mínimos para iluminación residencial”) y una acción incluida en su línea base que consiste en un programa de etiquetado de ampolletas que inició su implementación en Chile el año 2007. En la sección 3.4 del presente informe, como parte de la estimación ex ante de las emisiones de GEI en el escenario de la acción del “Programa de Estándares Mínimos para iluminación residencial” se incluye una breve descripción del tipo de interacción considerada.

- Respecto a seleccionar la opción Ex ante o Ex post para la evaluación: La opción seleccionada depende del status actual de cada acción y así como también de las definiciones acordadas con la contraparte y actores relevantes. La siguiente tabla describe la opción seleccionada para cada caso.

Tabla 8. Tipo de evaluación que será aplicada a cada acción

Acción en Eficiencia Energética	Sector	Tipo de evaluación/justificación
Establecimiento de metas de consumo energético y de emisiones de CO ₂ para el promedio del parque de vehículos nuevos	Transporte	Ex ante, debido a que la medida aún no entra en vigencia.
Programa de promoción y fomento a la cogeneración	Industria y Minería	Ex ante, considerando los efectos esperados de los anteproyectos cofinanciados por la entidad implementadora evaluados durante el año 2012. No se realizará evaluación ex post debido a que aún no se han materializado proyectos de cogeneración producto de este programa.
Subsidio para el reacondicionamiento térmico de viviendas existentes	Edificación Comercial, Público y Residencial	Se realizará estimación ex ante en base a las proyecciones del ahorro energético en las viviendas que se espera reacondicionar. Adicionalmente se evaluará la realización de la estimación ex post (desde que la acción entró en vigencia hasta el momento de este estudio) a partir de los estudios de impacto que se han realizado sobre el grupo de viviendas que ya fueron intervenidos.
Programa Estándares Mínimos para Iluminación Residencial (MEPS)	Artefactos	Ex ante, debido a que la medida entró en vigencia recientemente (Diciembre 2013).

Acción en Eficiencia Energética	Sector	Tipo de evaluación/justificación
Campañas de difusión y comunicación de eficiencia energética	Transversal	<p>Si bien no se realizará una estimación de los efectos en emisiones de GEI de esta acción, para futuras campañas, se recomienda considerar lo siguiente:</p> <p>Dado que el desempeño de una campaña de difusión de eficiencia energética dependerá de la efectividad que tenga la campaña comunicacionalmente, para tener una primera aproximación a los efectos esperados de este tipo de campañas se considera apropiado realizar una evaluación ex post, ya que cualquier estimación ex ante estaría basada en supuestos (ej. asumiendo una fracción de la población que recuerda haber visto la campaña o que haya aplicado los consejos de eficiencia energética).</p> <p>Se consideró la campaña más reciente “La Energía Importa. Cuida lo que es de todos”, con el fin de continuar con la aplicación metodológica del Estándar.</p>

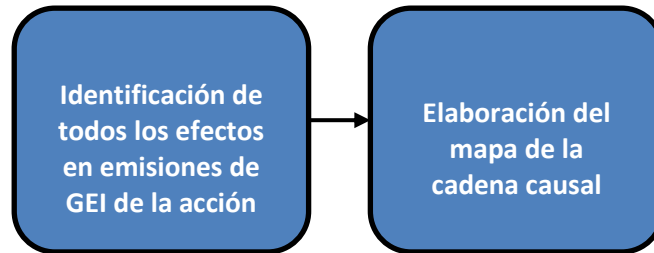
La selección de la opción ex ante o ex post para cada acción se hizo considerando los antecedentes disponibles para las 5 acciones seleccionadas y fue posteriormente validada por la contraparte.

3.2 Identificación de efectos y mapeo de la cadena causal

De acuerdo a los lineamientos del capítulo 6 del Estándar, previo a la estimación de los efectos en emisiones de GEI que tienen las acciones, se debe contar con una mejor comprensión sobre los efectos que tiene cada acción, por lo que la aplicación de este capítulo consiste en identificar todos los potenciales cambios en emisiones de GEI (tanto

aumento como disminución) causados por una acción, e incluirlos en un mapa de su cadena causal.

Figura 2. Pasos metodológicos del Capítulo 6



Fuente: Capítulo 6, Greenhouse Gas Protocol Policy and Action Accounting and Reporting Standard. GHG Protocol, WRI, Second Draft for Pilot Testing - July 2013.

De acuerdo a la definición del Estándar, la cadena causal consiste en un diagrama conceptual que traza el proceso mediante el cual una acción conlleva a una variación en emisiones de GEI, a través de una serie de pasos lógicos y secuenciales de relaciones causa y efecto.

La identificación de los efectos en emisiones y el mapeo de la cadena causal es un paso clave durante el proceso de aplicación del Estándar, debido a que esta actividad proporciona la información base requerida para la aplicación de las etapas posteriores, tales como la identificación del subgrupo de efectos que serán incluidos dentro del límite de la evaluación de emisiones de GEI (aplicación del Capítulo 7) y estimados mediante la aplicación de capítulos posteriores.

Para llevar a cabo esta actividad, se realizó un levantamiento de información sobre cada acción en eficiencia energética seleccionada, tales como estudios disponibles en la web así como también los antecedentes enviados por la contraparte técnica del presente estudio.

En base a la información recopilada, se procedió a desarrollar una propuesta de mapeo de la cadena causal de cada acción, para ser posteriormente validada por la contraparte técnica y los actores mencionados en la Tabla 2 mediante la realización de reuniones de trabajo y consultas vía correo electrónico.

3.2.1 Mapeo de la cadena causal

En la identificación de los potenciales efectos se consideraron aquellos efectos originados por las intervenciones o actividades contempladas en cada acción en eficiencia energética de la Tabla 1, que conlleven finalmente a generar efectos (aumento o disminución) en emisiones de GEI.

Con el fin de asegurar una evaluación completa tal como lo requiere el Estándar, se consideró contabilizar un amplio espectro de efectos posibles, es decir, no solo efectos directos o inmediatos. Para esto, como regla general, se tuvieron en consideración los siguientes tipos de efectos:

- Efectos dentro y fuera del límite geográfico asociado a la acción
- Efectos a corto y largo plazo
- Efectos intencionales y no intencionales (efectos no intencionales como por ejemplo “efecto rebote”, falta de cumplimiento, efectos sobre una población a la cual la acción no estaba dirigida intencionalmente, etc.).
- Efectos probables o incluso aquellos que se considere poco probable que ocurran.
- Efectos que produzcan un aumento o una disminución de las emisiones de GEI.

Cabe mencionar que de acuerdo al Estándar, se considera en forma opcional (si fuera relevante para un estudio en particular), identificar efectos del tipo “no-GEI” (ej. sociales, económicos, y otros efectos ambientales) de las acciones. En la presente aplicación piloto del Estándar, se considerarán sólo los efectos de tipo GEI, excluyendo otros efectos de tipo “no-GEI”, pudiendo estos últimos ser identificados y mencionados en la definición de

cada acción, pero no estimados (o cuantificados) como parte del alcance del presente estudio.

Para proceder con la identificación de los efectos en emisiones de GEI, el equipo consultor realizó una propuesta de mapeo de la cadena causal para las acciones en eficiencia energética enunciadas en la Tabla 1, para posteriormente validarlas e incorporar información de la contraparte y actores consultados. A continuación se presentan los mapas de cadena causal desarrollados para cada acción.

Figura 3. Mapeo de la cadena causal de programa de establecimiento de metas de consumo energético y de emisiones de CO₂ para el promedio del parque de vehículos nuevos

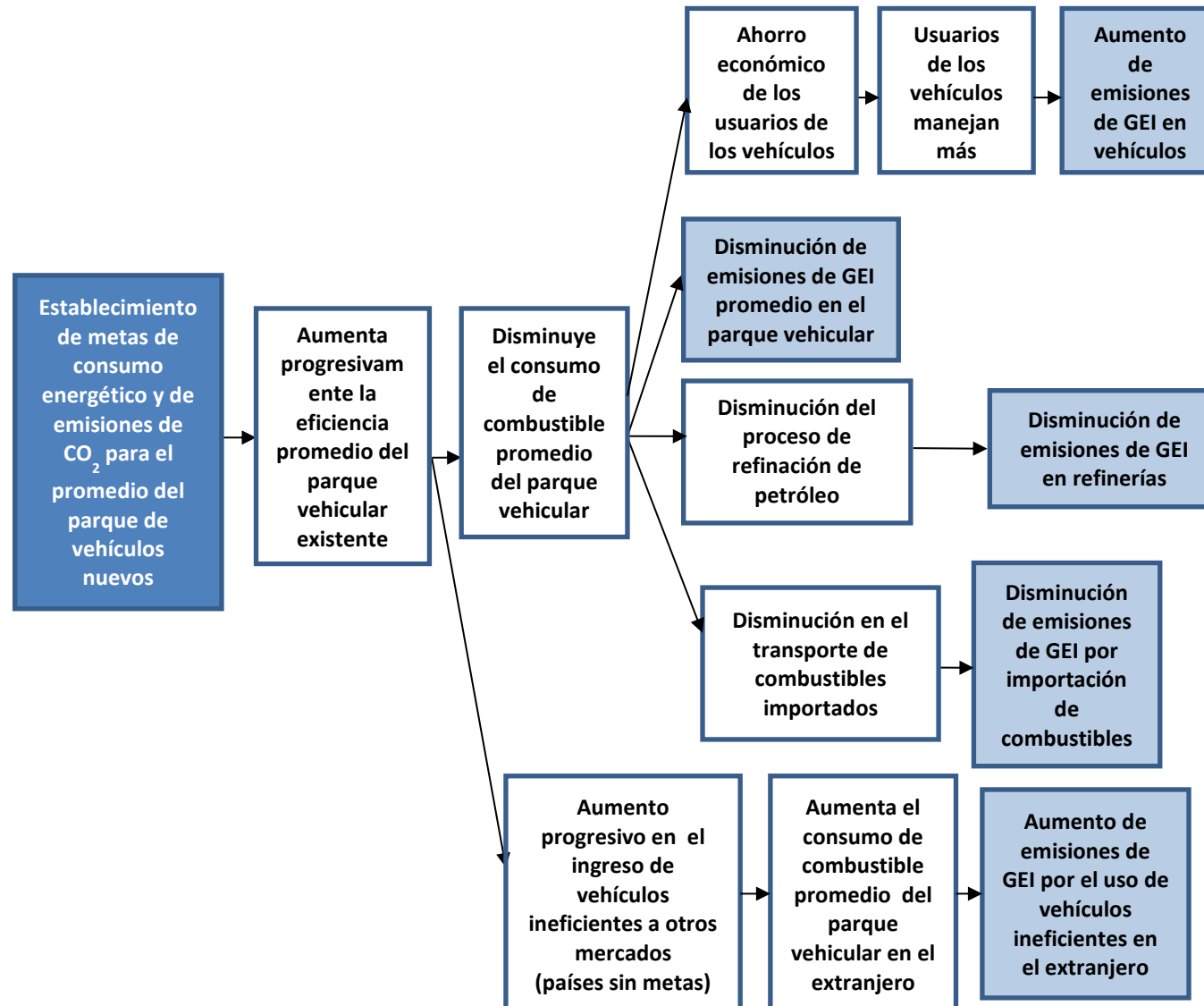


Figura 4. Mapeo de la cadena causal del Programa de promoción y fomento a la cogeneración en Industria y Minería

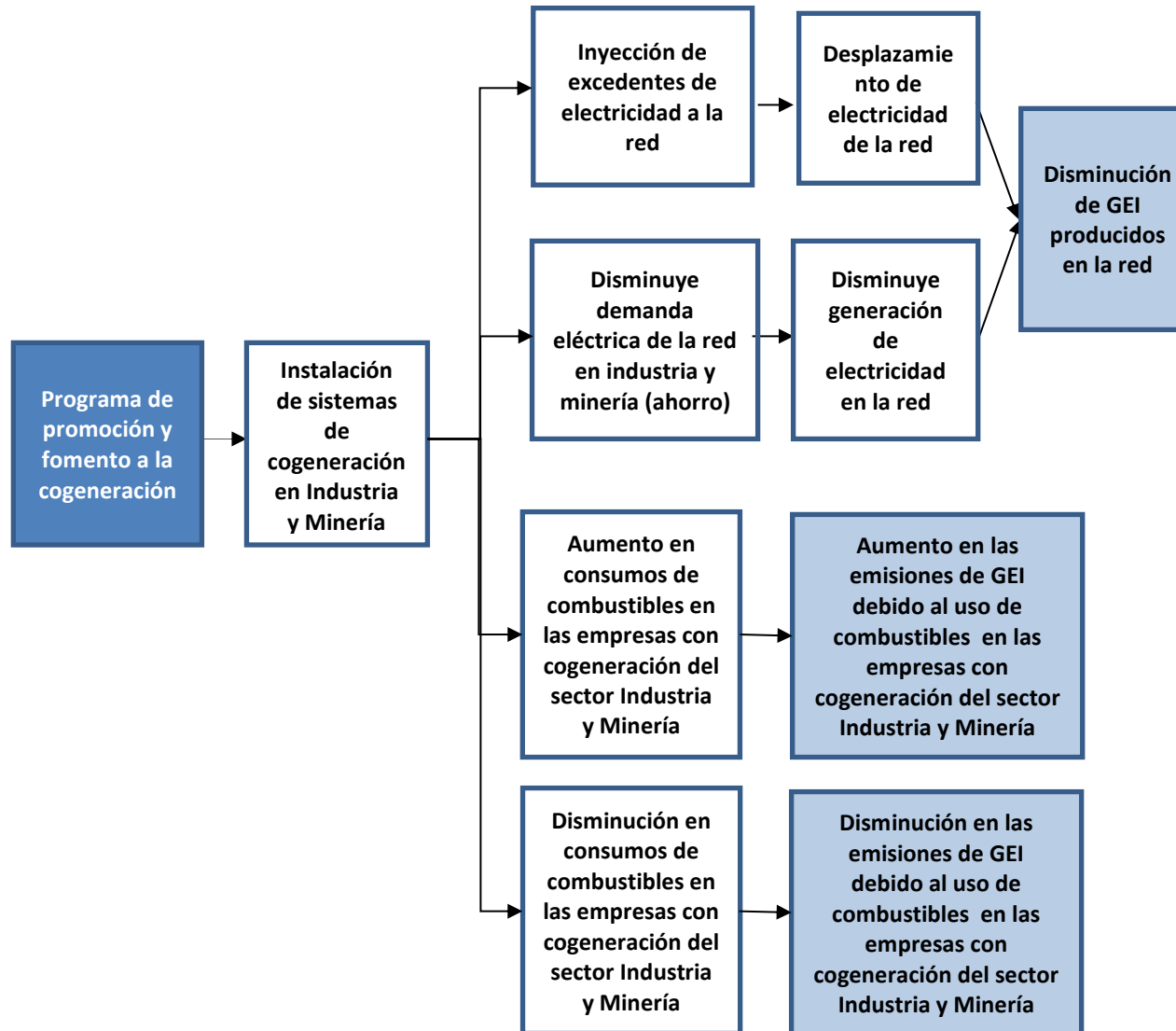


Figura 5. Mapeo de la cadena causal para el reacondicionamiento térmico de viviendas.

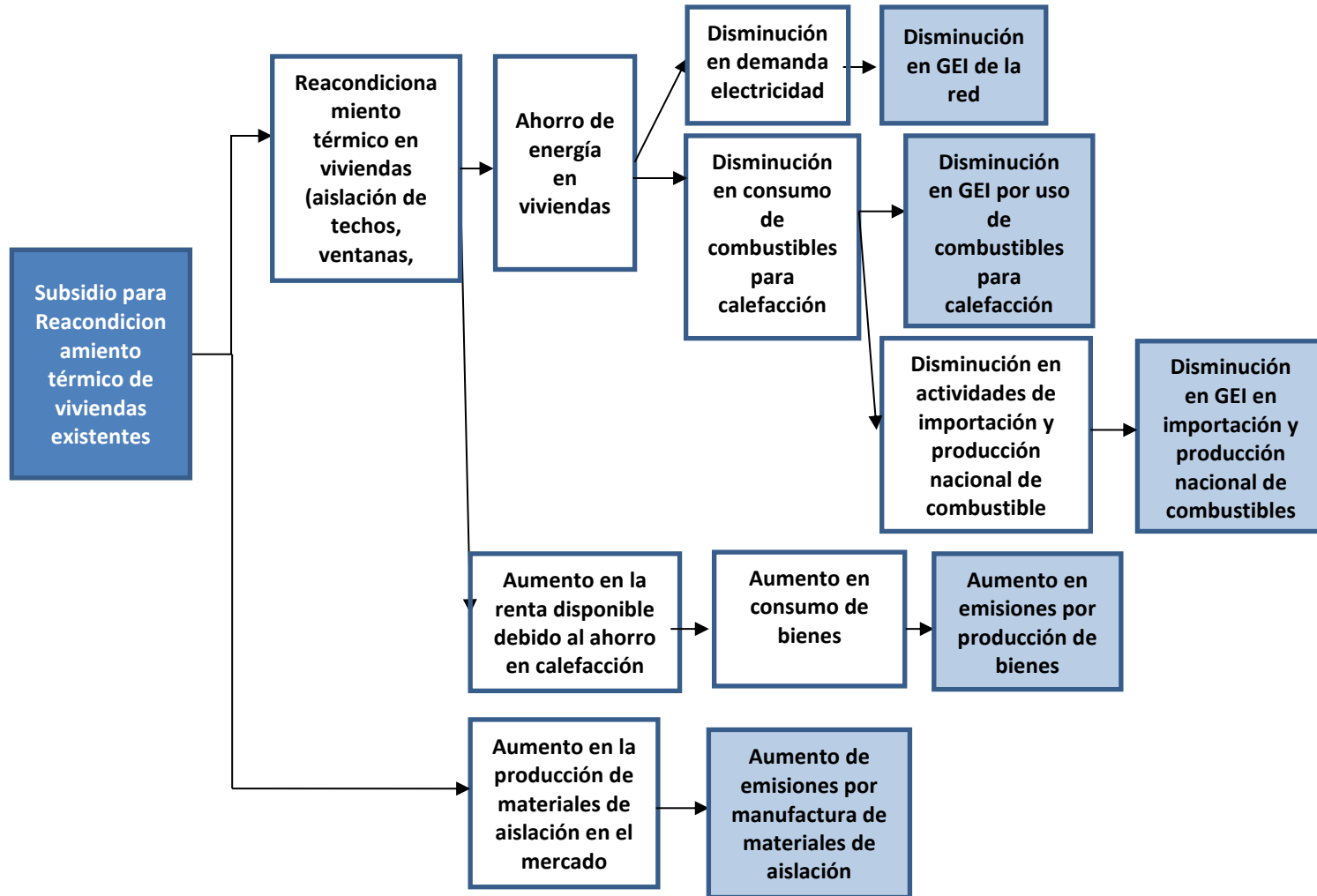


Figura 6. Mapeo de la cadena causal del programa MEPS para iluminación residencial

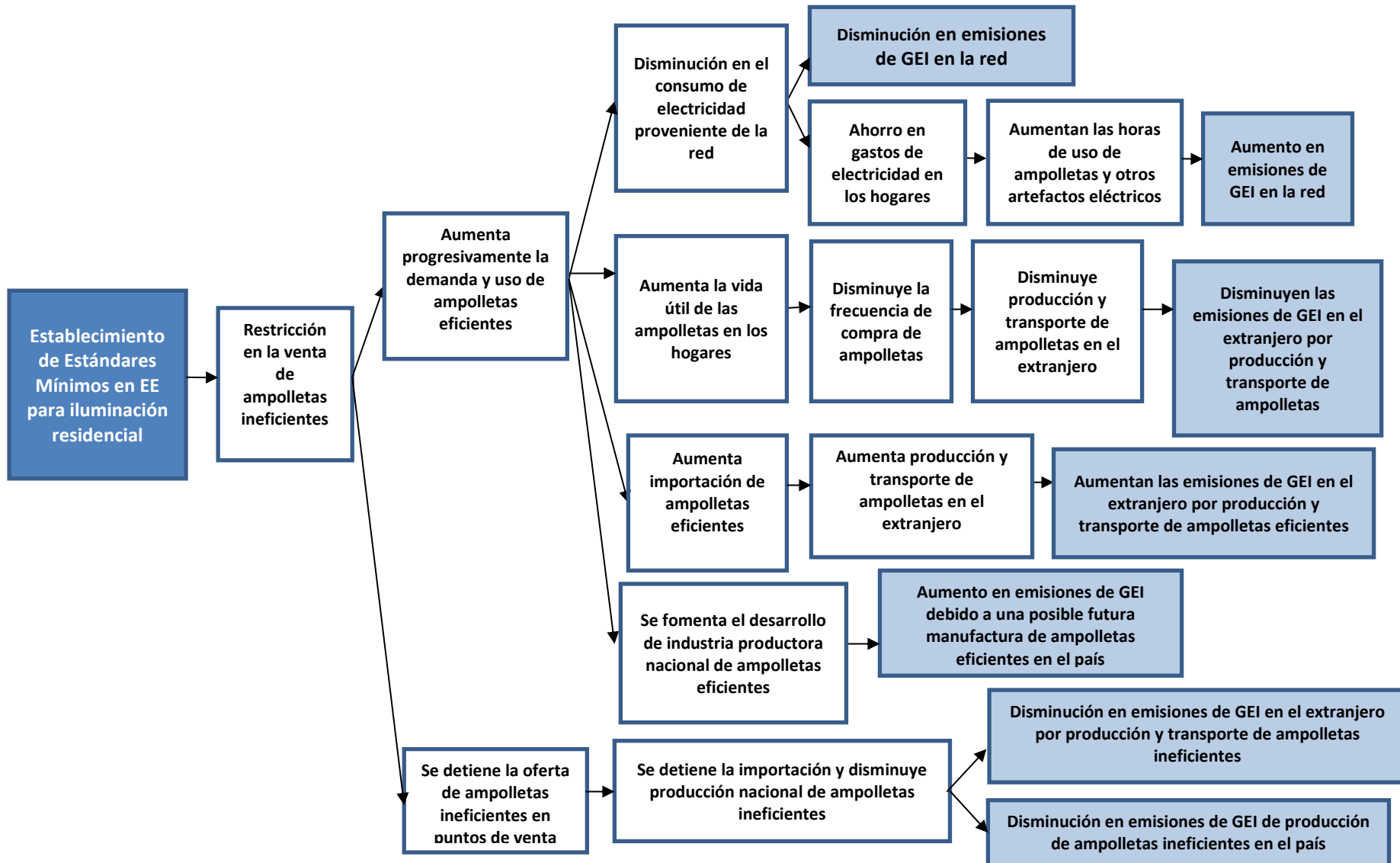
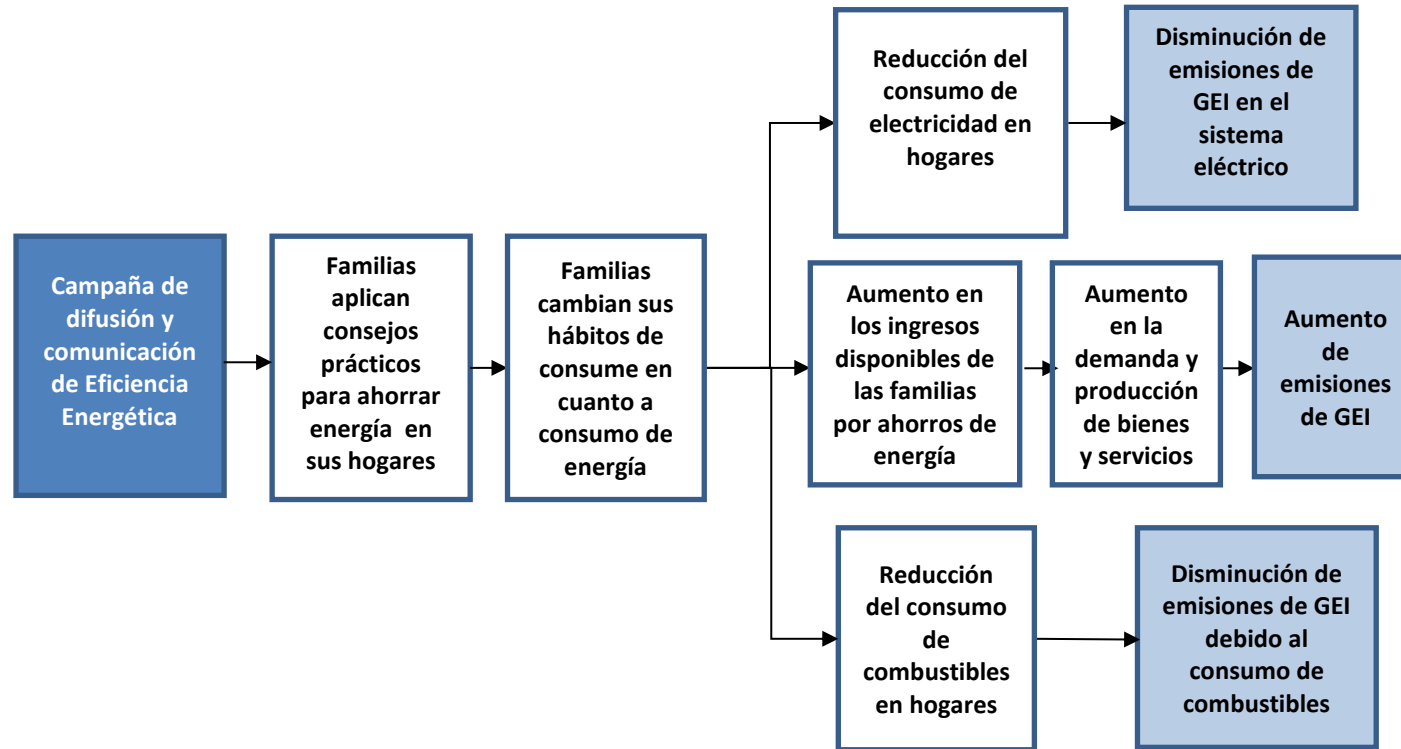


Figura 7. Mapeo de la cadena causal de la campaña de difusión y comunicación de eficiencia energética



Cabe mencionar que de acuerdo al Estándar (Sección 6.1, página 41) se requiere hacer una distinción clara entre aquellos efectos que están dentro de la jurisdicción de la acción y aquellos que están fuera, para aquellos casos en que sea relevante.

Por ejemplo, de acuerdo a la Figura 3, de los efectos identificados para la acción “Programa de establecimiento de metas de consumo energético y de emisiones de CO₂ para el promedio del parque de vehículos nuevos”, la disminución de emisiones de GEI debido a una menor importación de combustibles así como el aumento de emisiones de GEI debido al ingreso progresivo de vehículos ineficientes a los mercados de otros países que no cuentan con límites de CO₂ establecidos (ambos efectos mencionados en la Figura 3) ocurren físicamente fuera del territorio nacional¹¹ por lo que en caso de contabilizarlos dentro del límite de evaluación de sus emisiones de GEI, se deben reportar en forma separada de los efectos en emisiones de GEI que ocurren dentro del país. Sin embargo, tal cómo se describe más adelante en la sección 3.3 del presente informe dichos efectos no serán contabilizados.

3.2.2 Identificación de fuentes de emisión afectados por cada acción

De acuerdo al capítulo 6 del Estándar, en base al mapa de la cadena causal de las acciones se desarrolló un listado de todas las fuentes de emisión (y también de captura, que en este caso no aplican) afectados por los efectos en emisiones de GEI. Las fuentes de emisión consisten en procesos o actividades que liberarán emisiones de GEI a la atmósfera.

A continuación se presenta un listado de las fuentes de emisión que son directamente afectadas por los efectos en emisiones de GEI identificados en el mapa de la cadena causal anteriormente descrito para cada una de las acciones que serán evaluadas:

¹¹ Las emisiones de GEI ocurren físicamente en el lugar donde se consume el combustible que los genera, en este caso las emisiones debido al uso de vehículos ineficientes y al transporte y producción de combustible importado.

Tabla 9. Efectos y fuentes de emisión identificados para la acción “Establecimiento de metas de consumo energético y de emisiones de CO₂ para el promedio del parque de vehículos nuevos”

Efecto en emisiones de GEI	Fuente de emisiones
Disminución en emisiones de GEI del parque vehicular debido a que disminuye el consumo de combustible al ingresar vehículos de mayor rendimiento.	Emisiones de GEI promedio del parque vehicular
Aumento de emisiones de GEI en vehículos debido a que las personas manejan más producto del ahorro en combustible (efecto rebote).	
Disminución de emisiones de GEI en refinерías debido a la disminución en el consumo de combustible	Refinerías de combustible
Disminución de emisiones de GEI por una menor importación y transporte de combustibles	Transporte de combustibles importados
Aumento de emisiones de GEI por el uso de vehículos ineficientes en el extranjero	Parque vehicular en otros mercados (países sin estándares de emisiones)

Tabla 10. Efectos y fuentes de emisión identificados para la acción “Programa de promoción y fomento a la cogeneración”

Efecto en emisiones de GEI	Fuente de emisiones
Disminución de GEI producidos en las centrales conectadas a la red debido al desplazamiento de centrales térmicas y a la disminución de consumo eléctrico de la red de algunas industrias que comienzan a cogenerar	Centrales conectadas al sistema eléctrico
Aumento en las emisiones de GEI debido al aumento del uso de combustibles en las empresas del sector Industria y Minería que sin el sistema de cogeneración retiran electricidad de la red.	Consumo de combustibles en sector Industria y Minería
Disminución en emisiones de GEI debido al menor consumo de combustibles en empresas del sector industria y minería que	

Efecto en emisiones de GEI	Fuente de emisiones
cuentan con sistemas de generación de electricidad.	

Tabla 11. Efectos y fuentes de emisión identificados para la acción “Subsidio para el reacondicionamiento térmico de viviendas existentes”.

Efecto en emisiones de GEI	Fuente de emisiones
Disminución de emisiones en el sistema eléctrico por un menor consumo eléctrico para calefacción	Centrales conectadas al sistema eléctrico
Disminución en GEI por un menor uso de combustibles para calefacción	Consumo de combustibles para calefacción ¹²
Aumento en las emisiones de GEI producto de una mayor producción de bienes y servicios (debido al ahorro en los hogares en el costo de la calefacción)	Empresas de producción de bienes y servicios
Aumento de emisiones por mayor manufactura de materiales de aislación	Industria manufacturera de materiales de aislación
Disminución en emisiones de refinación e importación de combustibles	Refinerías de combustible y actividades de importación.

¹² Cabe mencionar que uno de los principales combustibles utilizado en calefacción residencial corresponde a la leña. Sin embargo el combustible leña se considera como biomasa y no como combustible fósil, por lo que de acuerdo al GHG Protocol, para efectos de estimar emisiones asociadas a la combustión de biomasa las emisiones de CO₂ se consideran 0, y sólo se estiman y reportan las emisiones de CH₄ y N₂O que se liberan en pequeñas cantidades.

Tabla 12. Efectos y fuentes de emisión identificados para la acción “Programa Estándares Mínimos para Iluminación Residencial (MEPS)”

Efecto en emisiones de GEI	Fuente de emisiones
Disminución en las emisiones del sistema eléctrico por una disminución en los consumos de electricidad para iluminación	Centrales conectadas al sistema eléctrico
Aumentan emisiones de GEI en el sistema eléctrico debido al mayor uso de ampolletas producto del ahorro en el costo por iluminación	
Disminuyen las emisiones de GEI en el extranjero por producción y transporte de ampolletas debido a que aumenta la vida útil de las ampolletas utilizadas en las casas	Producción y transporte de ampolletas importadas
Aumento en emisiones de GEI en el extranjero debido a una mayor demanda y producción de ampolletas eficientes	
Disminución en emisiones de GEI en el extranjero asociadas a la importación de ampolletas ineficientes	
Aumento en emisiones de GEI por una posible futura manufactura de ampolletas eficientes en el país	Producción de ampolletas eficientes en el país
Disminución en emisiones de GEI debido a una menor producción de ampolletas ineficientes en el país	Industria de manufactura de ampolletas ineficientes en el país

Tabla 13. Efectos y fuentes de emisión identificados para la acción “Campañas de difusión y comunicación de eficiencia energética”.

Efecto en emisiones de GEI	Fuente de emisiones
Disminución en las emisiones del sistema eléctrico por una disminución en los consumos de electricidad en los hogares	Generación de electricidad en la red eléctrica
Disminución en las emisiones debido al menor consumo de combustibles en los hogares	Consumo de combustible a nivel residencial
Aumento en el consumo de bienes y servicios	Industria productora de bienes y servicios

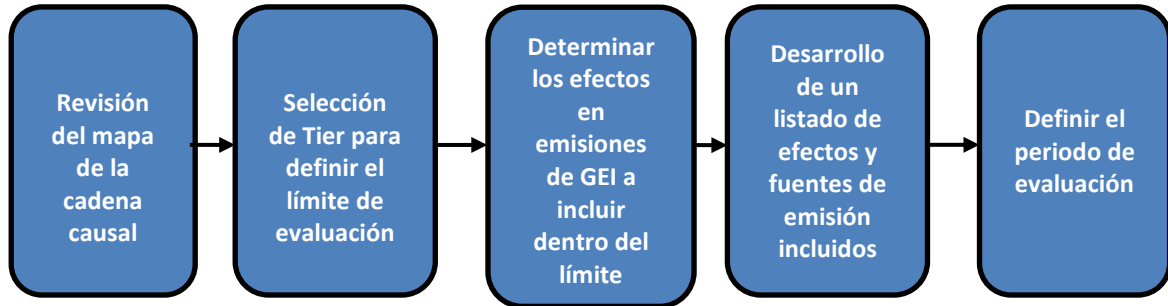
Cabe mencionar que algunos efectos identificados en los mapeos de la cadena causal apuntan a una misma fuente de emisiones de GEI, por lo que la lista de fuentes afectadas por las acciones es menor que el listado de los efectos identificados.

3.3 Definición de los límites para la evaluación de emisiones de GEI

De acuerdo al capítulo 7 del Estándar, la fijación de los límites consiste en determinar cuáles de los potenciales efectos, identificados en el paso anterior, serán incluidos dentro del límite de la evaluación de los GEI. La fijación de los límites comprende la definición del alcance de la evaluación de GEI que se hará en términos de los efectos, fuentes de emisión de GEI, tipos de GEI a ser estimados en etapas posteriores, así como el límite temporal a evaluar.

Los pasos metodológicos propuestos por el Capítulo 7 del Estándar se presentan a continuación:

Figura 8. Pasos metodológicos para la fijación de límites de la evaluación de GEI



Fuente: Capítulo 7, Greenhouse Gas Protocol Policy and Action Accounting and Reporting Standard. GHG Protocol, WRI, Second Draft for Pilot Testing - July 2013.

3.3.1 Revisión del mapeo de la cadena causal y selección de Tier para la fijación de límites

Una vez identificados todos los potenciales efectos en emisiones de GEI y las respectivas fuentes afectadas se procedió con una revisión del mapeo de la cadena causal y para ello se realizó una reunión con la contraparte técnica.

Para la selección del Tier para la fijación de límites, el Estándar (sección 7.1) propone tres niveles. De acuerdo al Estándar, la opción Tier 1 implica realizar un análisis cualitativo para definir el subconjunto de los potenciales efectos que serán contabilizados en la evaluación de emisiones de GEI, mientras que para el uso de los Tier 2 y 3, en la fijación de límites, se requiere (en ambos casos) un análisis cuantitativo en base a la probabilidad de ocurrencia de los efectos y magnitud de su impacto (en emisiones de GEI). El Tier 3 es el nivel más completo, ya que considera contabilizar prácticamente todos los potenciales efectos excepto aquellos que son de una magnitud muy baja y a la vez muy improbables de ocurrir.

En la reunión con la contraparte se analizó el uso de las opciones Tier 1, 2 y 3 para fijar los límites de la evaluación de emisiones de GEI, y se acordó utilizar Tier 1, debido a que para utilizar Tier 2 o Tier 3 se necesitaría tener, para cada uno de los efectos identificados, información cuantitativa para poder estimar la probabilidad de ocurrencia de los efectos y

su magnitud en emisiones, lo cual requiere un mayor nivel de información y recursos, más aun considerando que algunos de los efectos ocurren en el extranjero o son efectos muy indirectos. Dado que se evaluarán 5 acciones y que algunas consideran una cantidad importante de potenciales efectos, se optó por utilizar el Tier 1, el cual se basa en criterios cualitativos, y de este modo es posible focalizar los esfuerzos en estimar sólo aquellos efectos que son de especial interés y más significativos, es decir, que en base a los actores consultados resultan ser los que tienen mayor magnitud en términos de ahorro energético.

Si bien la fijación de límites para la evaluación de emisiones de GEI de cada acción se hará aplicando Tier 1, la siguiente tabla presenta un resumen del análisis respecto al mayor o menor grado de disponibilidad de información requerida para el uso de Tier 2 o 3 para fijar los límites de evaluación de emisiones de cada una de las acciones, es decir, sobre la medida de probabilidad y magnitud de sus efectos:

Tabla 14. Resumen sobre disponibilidad de información para aplicar un Tier 2 o 3 para la fijación de límites en futuras evaluaciones de las acciones

Acción	Análisis sobre disponibilidad de una medida de la probabilidad	Análisis sobre disponibilidad de una medida de la magnitud
Establecimiento de metas de consumo energético y de emisiones de CO ₂ para el promedio del parque de vehículos nuevos	En general, no se dispone de una medida cuantitativa de la probabilidad de que los efectos identificados para esta acción ocurran, sin embargo para el efecto “Disminución en emisiones de GEI del parque vehicular debido a que disminuye el	La magnitud del efecto “Disminución en emisiones de GEI del parque vehicular debido a que disminuye el consumo de combustible al ingresar vehículos de mayor rendimiento”, podría calcularse en base a la información disponible en

Acción	Análisis sobre disponibilidad de una medida de la probabilidad	Análisis sobre disponibilidad de una medida de la magnitud
	<p>consumo de combustible al ingresar vehículos de mayor rendimiento”, se espera una alta probabilidad, en base a la experiencia internacional con esta medida. Para los otros efectos identificados, se desconoce la probabilidad (alta o baja) de que ocurran y para calcular una medida podría también usarse información o estudios realizados en otros países con condiciones económicas y sociales similares en que se haya aplicado esta medida.</p>	<p>la ficha del PAEE (lo cual será realizado en detalle en pasos posteriores). Sin embargo, en forma previa, se espera que la magnitud de este efecto sea más importante que los otros efectos.</p> <p>En relación a la magnitud de los otros efectos identificados, al menos en forma cualitativa, para el efecto “disminución en emisiones de GEI en refinerías” se espera que sea una magnitud marginal. Cabe mencionar que para esta medida también se identificaron efectos que ocurren mayoritariamente en el extranjero como es el caso de la disminución en emisiones de GEI debido a la importación de</p>

Acción	Análisis sobre disponibilidad de una medida de la probabilidad	Análisis sobre disponibilidad de una medida de la magnitud
		combustibles y el aumento de emisiones de GEI por el uso de vehículos ineficientes en el extranjero, efectos para los cuales se considera un mayor desafío en recopilar la información necesaria que permita cuantificar una magnitud (debido a que ocurren fuera del territorio nacional).
Programa de promoción y fomento a la cogeneración	En general no se dispone de una medida cuantitativa de la probabilidad de que los efectos asociados a esta medida ocurran, sin embargo, se espera que la probabilidad de los efectos identificados dependa de la materialización de los proyectos de cogeneración. Es decir, se considera que si se materializan los	En términos de magnitud, se desconoce en forma previa una medida de esta, sin embargo, en función de las características propias de cada proyecto que recibe el cofinanciamiento para estudios de factibilidad es posible establecer la magnitud de estos efectos (tanto la disminución de GEI producidos en la red y

Acción	Análisis sobre disponibilidad de una medida de la probabilidad	Análisis sobre disponibilidad de una medida de la magnitud
	<p>proyectos de cogeneración, se considera una alta probabilidad para todos estos efectos, por lo que para tener una estimación de la probabilidad de estos efectos, se podría estimar la probabilidad de que los proyectos que reciben cofinanciamiento se implementen.</p>	<p>como la que se observa al variar los consumos de combustibles en las empresas que implementan sistemas de cogeneración).</p>
<p>Subsidio para reacondicionamiento térmico de viviendas existentes</p>	<p>Para esta acción en particular si bien no se cuenta con una medida previa sobre la probabilidad de que los efectos identificados ocurran, para los efectos “disminución de emisiones de GEI en la red” y “Disminución de GEI debido al uso de combustibles” se podría estimar probabilidades con la información “ex post”</p>	<p>Para los efectos “disminución de emisiones de GEI en la red” y “Disminución de GEI debido al uso de combustibles” se podría estimar la magnitud en base a la información proveniente de los estudios de impacto realizados hasta el momento.</p> <p>Para los otros efectos (aumento en emisiones por</p>

Acción	Análisis sobre disponibilidad de una medida de la probabilidad	Análisis sobre disponibilidad de una medida de la magnitud
	<p>que se ha generado en los últimos estudios de impacto realizados para las viviendas ya intervenidas. Aunque no se realiza la estimación de probabilidad se espera que para estos efectos sea alta.</p> <p>Para los otros efectos (aumento en emisiones por mayor consumo de bienes y también debido a una mayor manufactura de materiales de aislación) no se dispone de mayor información asociada a su probabilidad.</p>	<p>mayor consumo de bienes y también debido a una mayor manufactura de materiales de aislación) no se dispone de mayor información asociada a su magnitud, sin embargo se espera que sea baja en comparación con los otros efectos antes mencionados.</p>
<p>Programa de estándares mínimos para iluminación residencial</p>	<p>Similar al caso del programa de establecimiento de metas de CO₂ para el parque de vehículos nuevos, por ser una medida que aún no entra en vigencia pero que ha sido</p>	<p>Para el efecto “disminución en emisiones de GEI en la red” se podría estimar una magnitud en base a los estudios realizados y a los ahorros energéticos que se indican en las fichas PAEE.</p>

Acción	Análisis sobre disponibilidad de una medida de la probabilidad	Análisis sobre disponibilidad de una medida de la magnitud
	<p>implementada a nivel internacional, es posible estimar la probabilidad de sus efectos en base a la experiencia de otros países. En forma cualitativa hay efectos menos probables (al menos en el mediano plazo) como por ejemplo el “aumento en emisiones de GEI debido a una posible futura manufactura de ampolletas eficientes en el país”.</p>	<p>Para los otros efectos identificados, en forma general, muchos de ellos ocurren mayoritariamente fuera del país (por ejemplo efectos que se deben a la importación de ampolletas eficientes) por lo que se considera un mayor desafío en recopilar esa información.</p>
<p>Iniciativas de difusión y Comunicación de los programas de Eficiencia Energética</p>	<p>Se desconoce una medida de la probabilidad para que los efectos identificados ocurran sin embargo en próximos estudios de impacto para este tipo de campañas que se realicen ya sea en Chile o en el extranjero se podría rescatar información</p>	<p>Se desconoce una medida de la magnitud para que los efectos identificados ocurran, sin embargo existe experiencia internacional que demuestra que la información (campañas informacionales) por sí sola produce un impacto limitado en ahorros</p>

Acción	Análisis sobre disponibilidad de una medida de la probabilidad	Análisis sobre disponibilidad de una medida de la magnitud
	relevante que permita estimar probabilidades asociada al cambio en la conducta de las personas producto de estas campañas de comunicación y difusión.	energéticos. Las campañas de información sobre eficiencia energética son una práctica común en diversos países pero nunca son realizadas por sí solas, si no como parte de un programa específico de eficiencia energética. Además en estos estudios se señala como una de sus desventajas que su efectividad es difícil de evaluar. ¹³

De acuerdo a la tabla anterior, se puede destacar de manera general que para utilizar un Tier 2 o 3 en la fijación de límites de evaluación de emisiones de GEI, podría en algunos casos estimarse la probabilidad en función de experiencia internacional (para aquellas medidas que aún no entran en vigencia y que han sido implementadas en otros países) mientras que para medidas que ya han comenzado su implementación es posible tener mejor disponibilidad de información para estimar probabilidades de que los efectos

¹³ La eficiencia energética: análisis empírico y regulatorio (DT) Gonzalo Sáenz de Miera y Miguel Ángel Muñoz Rodríguez DT 37/2009 - 15/07/2009.
http://www.realinstitutoelcano.org/wps/portal/rielcano/contenido?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/elcano/elcano_es/especiales/especial+cambio+climatico/publicaciones+rie/ari+y+dt/dt37-2009

ocurran. En relación a la estimación de la magnitud de los efectos, ésta puede cuantificarse para los efectos que se consideran más significativos ya que hay estudios que miden en forma previa los ahorros energéticos esperados, sin embargo para otros efectos, especialmente aquellos que ocurren fuera del país, el nivel de disponibilidad de información puede ser menor y también se espera que las estimaciones tendrán un mayor grado de dificultad asociado.

Es importante mencionar que en la reunión del grupo técnico de trabajo y testeo piloto del WRI realizada en Diciembre de 2013 se indicó que el reporte de los Tiers utilizados para la fijación de límites serán probablemente removidos del estándar, y en su reemplazo se propuso como requisito incluir todos los efectos significativos en los límites de la evaluación e identificar la significancia de los efectos mediante la evaluación de la probabilidad de ocurrencia y el impacto de emisiones de cada efecto. En la propuesta de cambios también se indica que en algunos casos puede ser necesario excluir algunos efectos, por distintas razones, como por ejemplo, disponibilidad de datos, requisitos del programa, relevancia de los efectos sobre los objetivos y contexto de la acción evaluada, recursos disponibles, etc.

El análisis efectuado para la fijación de límites es compatible con el nuevo enfoque que podría adoptar el estándar, dado que en la selección de efectos a contabilizar se consideraron como criterios principales la significancia del efecto, disponibilidad de información e interés por parte de la entidad implementadora en estimar el efecto en relación a los objetivos de la acción.

3.3.2 Fijación de límites (efectos, fuentes de emisión y periodo a considerar para cada acción)

Una vez seleccionado el Tier 1, para seleccionar el subconjunto de efectos que serán contabilizados dentro del límite de la evaluación, el equipo consultor junto con la contraparte técnica de este estudio revisaron los mapeos de la cadena causal con el fin de identificar aquellos efectos en los que existe especial interés por parte de los actores

relevantes, así como también aquellos que cuentan con mayor disponibilidad de información de respaldo que permitan realizar las estimaciones de emisiones para la línea base y para el caso propio de la acción. También se consideraron otros criterios para seleccionar el subconjunto de efectos que estarían dentro del límite de la evaluación, tales como juicio experto en cuanto a la probabilidad de ocurrencia (para esto se realizaron reuniones de trabajo y en otros casos consultas vía correo electrónico con los actores referidos en la Tabla 2).

A continuación se presenta para cada acción una tabla con aquellos efectos y fuentes de emisión que se acordó incluir en el análisis, así como también una propuesta para el periodo que se fijará dentro del límite de la evaluación y un mapa de la cadena causal en el cual se identifican con estrellas amarillas los efectos incluidos dentro del límite y se presenta una justificación para aquellos efectos que fueron excluidos.

Tabla 15. Fijación de límites para acción “Establecimiento de metas de consumo energético y de emisiones de CO₂ para el promedio del parque de vehículos nuevos”

Efecto en emisiones de GEI incluidos/excluidos del límite de la evaluación de emisiones de GEI	Justificación	Fuente de emisiones	Periodo de evaluación propuesto
Disminución en emisiones de GEI del parque vehicular debido a que disminuye el consumo de combustible al ingresar vehículos de mayor rendimiento.	Incluido, se espera que este efecto sea significativo (altamente probable y magnitud alta)	Emisiones de GEI promedio del parque vehicular	2016-2020
Disminución de emisiones de GEI en	Excluido, se considera un efecto secundario y no se dispone de	Refinerías de combustible	-

Efecto en emisiones de GEI incluidos/excluidos del límite de la evaluación de emisiones de GEI	Justificación	Fuente de emisiones	Periodo de evaluación propuesto
refinerías debido a la disminución en el consumo de combustible	información.		
Aumento en emisiones de GEI en vehículos debido a que las personas manejan más	Excluido, no se dispone de información para cuantificar este efecto, por lo que se podría evaluar a futuro en un análisis ex post.	Emisiones de GEI promedio del parque vehicular	-
Disminución de emisiones de GEI por una menor importación y transporte de combustibles	Excluido, no son de especial interés producto de que ocurren mayoritariamente en el extranjero.	Transporte y manufactura de combustibles importados	-
Aumento de emisiones de GEI por el uso de vehículos ineficientes en el extranjero	Excluido, no son de especial interés producto de que ocurren en el extranjero.	Parque vehicular en otros mercados (países sin estándares de emisiones)	-

Figura 9. Fijación de límites de la evaluación de emisiones de GEI para la acción Establecimiento de metas de consumo energético y de emisiones para el promedio del parque de vehículos nuevos

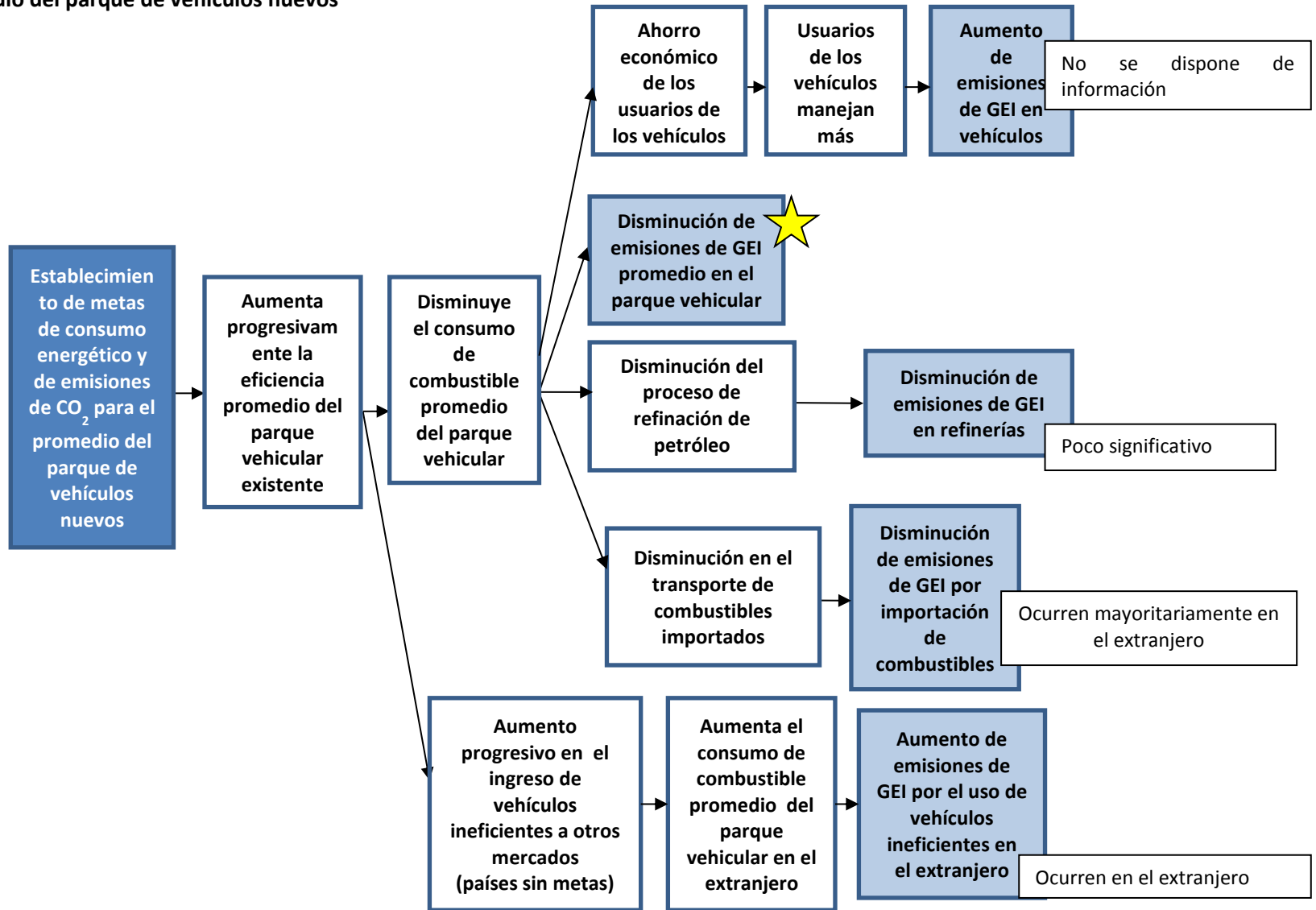


Tabla 16. Fijación de límites para acción “Programa de Promoción y Fomento a la Cogeneración en Industria y Minería”

Efecto en emisiones de GEI incluidos/excluidos del límite de la evaluación de emisiones de GEI	Justificación	Fuente de emisiones	Periodo de evaluación propuesto
Disminución de GEI producidos en las centrales conectadas a la red debido al desplazamiento de centrales térmicas y a la disminución de consumo eléctrico de algunas industrias que comienzan a cogenerar	Incluido, se consideran significativos.	Centrales conectadas al sistema eléctrico	2012-2020 (considerando sólo los efectos del cofinanciamiento entregado el año 2012) ¹⁴
Aumento en las emisiones de GEI debido al mayor uso de combustibles en las empresas con cogeneración del sector Industria y Minería	Incluido, se consideran significativos.	Consumo de combustibles en sector Industria y Minería	
Disminución en las emisiones de GEI debido al uso de combustibles en las empresas con cogeneración del sector Industria y Minería.	Incluido, se consideran significativos	Consumo de combustibles en sector Industria y Minería	

¹⁴ Se evalúan escenarios que dependen de la materialización de los anteproyectos cofinanciados.

Figura 10. Fijación de límites de la evaluación de emisiones de GEI para la acción Programa de promoción y fomento a la cogeneración en sector Industria y Minería

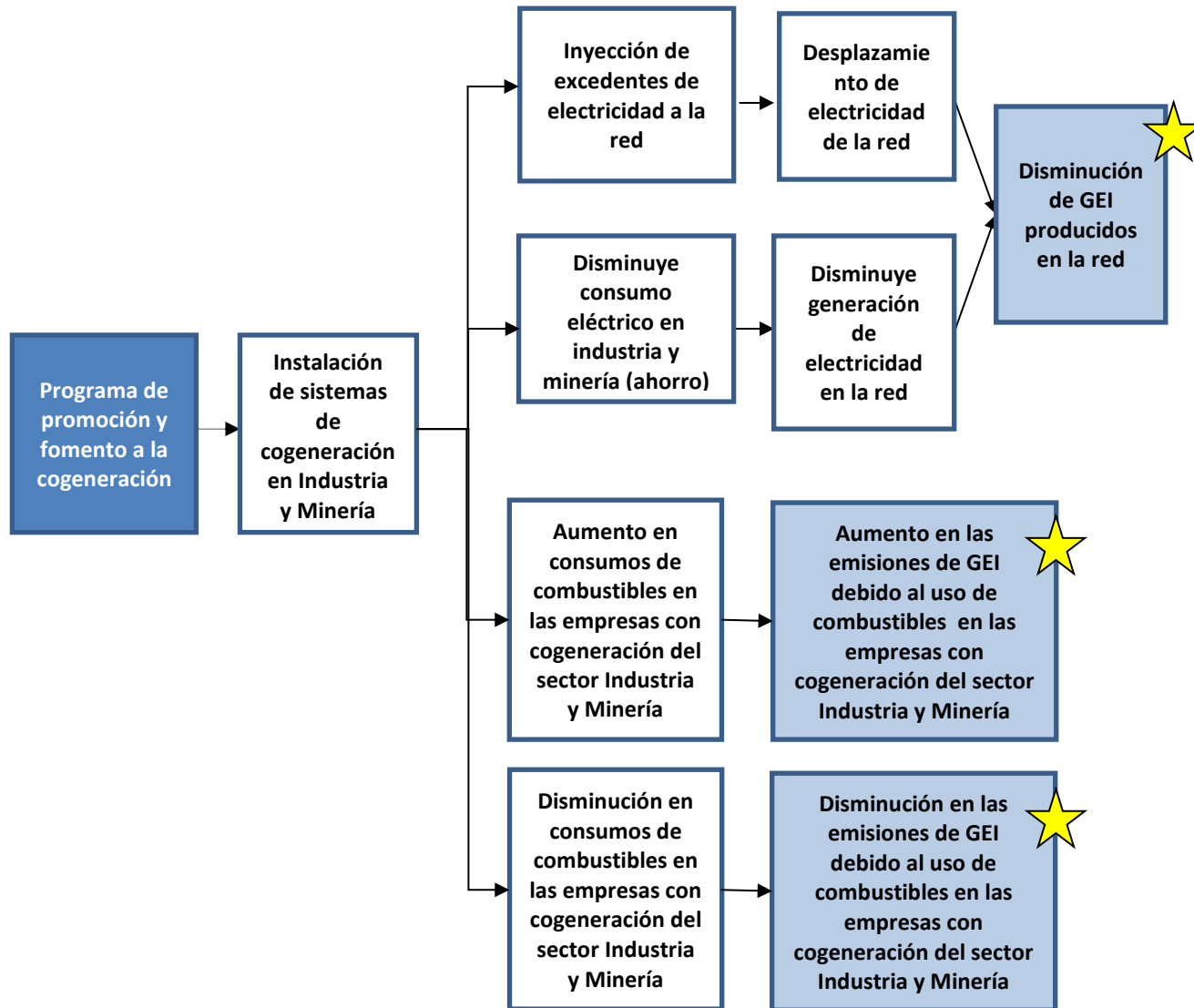


Tabla 17. Fijación de límites para acción “Subsidio para reacondicionamiento térmico de viviendas existentes”

Efecto en emisiones de GEI incluidos/excluidos del límite de la evaluación de emisiones de GEI	Justificación	Fuente de emisiones	Periodo de evaluación propuesto
Disminución de emisiones en el sistema eléctrico por un menor consumo eléctrico para calefacción	Incluido, se consideran significativos.	Centrales conectadas al sistema eléctrico	2010-2020 (ex ante); 2009-2012 (ex post)
Disminución en GEI por un menor uso de combustibles para calefacción	Incluido, se consideran significativos.	Consumo de combustibles para calefacción	
Aumento en las emisiones de GEI producto de una mayor producción de bienes y servicios	Excluido, no se dispone de información para su estimación y tampoco es un efecto de especial interés por parte de la entidad implementadora.	Empresas de producción de bienes y servicios	-
Aumento en emisiones debido a una mayor manufactura de materiales de aislación	Excluido, no se dispone de información para su estimación y tampoco es un efecto de especial interés por parte de la entidad implementadora.	Industria manufacturera de materiales de aislación	-
Disminución en emisiones por refinería e importación de combustibles	Excluido, ocurren mayoritariamente en el extranjero y se consideran como efectos menos significativos.	Refinerías y actividades de importación	-

Figura 11. Fijación de límites de la evaluación de emisiones de GEI para la acción Subsidio para reacondicionamiento térmico de viviendas existentes

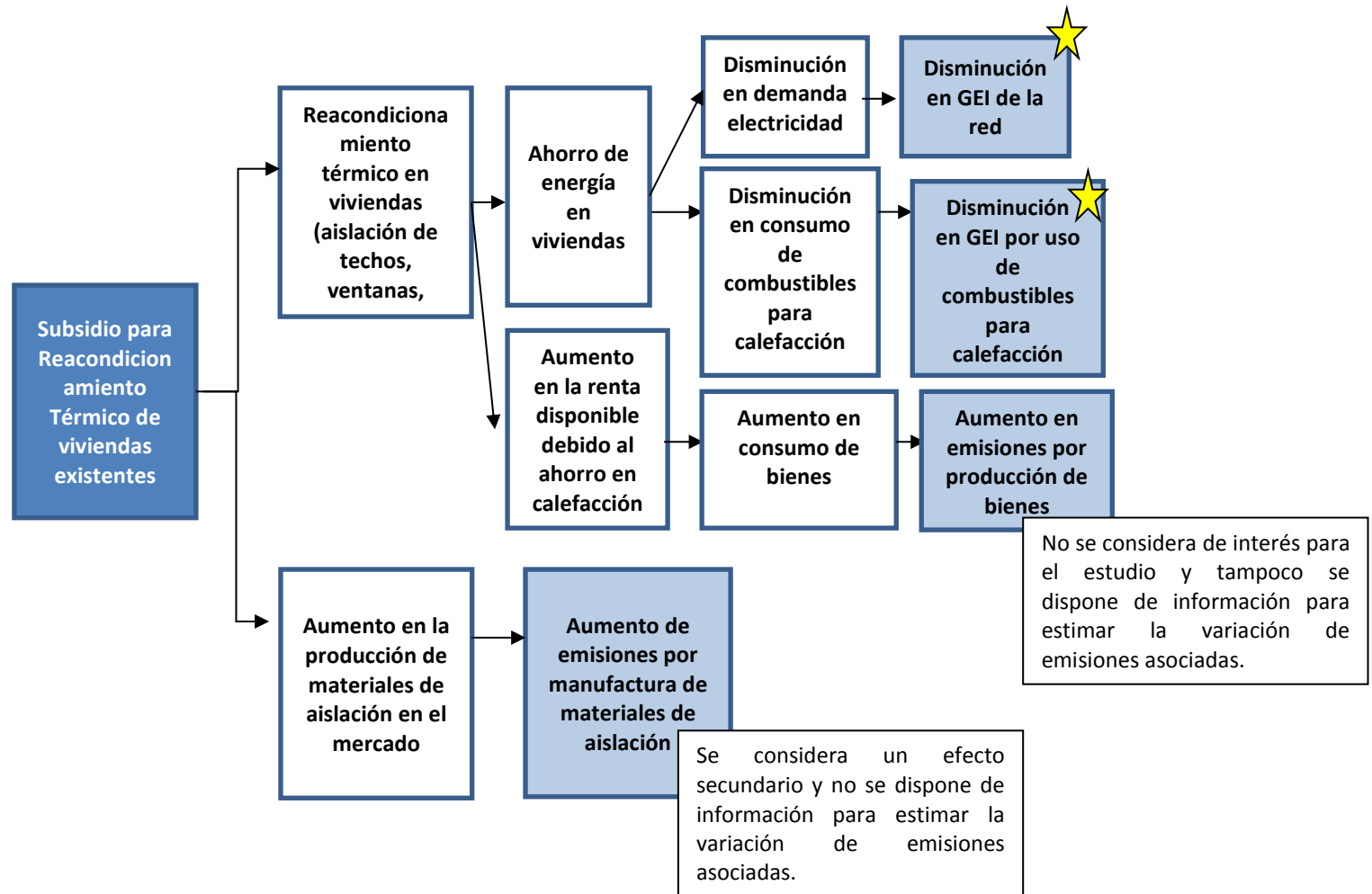


Tabla 18. Fijación de límites para acción “Programa Estándares Mínimos para Iluminación Residencial (MEPS)”

Efecto en emisiones de GEI incluidos/excluidos dentro del límite de la evaluación de emisiones de GEI	Justificación	Fuente de emisiones	Periodo de evaluación propuesto
Disminución en las emisiones del sistema eléctrico por una disminución en los consumos de electricidad para iluminación	Incluido, es de especial interés y se considera significativo.	Centrales conectadas al sistema eléctrico	2014-2020
Aumentan emisiones de GEI en la red debido a al aumento en las horas de uso de ampolletas producto del ahorro en el costo por iluminación	Excluido, se considera un efecto secundario y no se dispone de información para estimarlo.	Centrales conectadas al sistema eléctrico	-
Disminuyen las emisiones de GEI en el extranjero por producción y transporte de ampolletas debido a que aumenta la vida útil de las ampolletas utilizadas en las casas	Excluido, ocurren mayoritariamente en el extranjero y no se dispone de información.	Producción y transporte de ampolletas importadas	-
Aumento en emisiones de GEI por una posible futura manufactura de ampolletas eficientes en el país	Se considera poco probable en el mediano plazo y no se dispone de información.	Producción y transporte de ampolletas	-
Disminución en emisiones de GEI en el extranjero asociadas a la importación de ampolletas ineficientes	Excluido, ocurren mayoritariamente en el extranjero y no se dispone de información.	Producción y transporte de ampolletas importadas	-

Efecto en emisiones de GEI incluidos/excluidos dentro del límite de la evaluación de emisiones de GEI	Justificación	Fuente de emisiones	Periodo de evaluación propuesto
	información.		
Disminución en emisiones de GEI debido a una menor producción de ampollas ineficientes en el país	Excluido, ocurren mayoritariamente en el extranjero y no se dispone de información.	Producción y transporte de ampollas importadas	-

Figura 12. Fijación de límites para el Establecimiento de Estándares Mínimos en EE para iluminación residencial

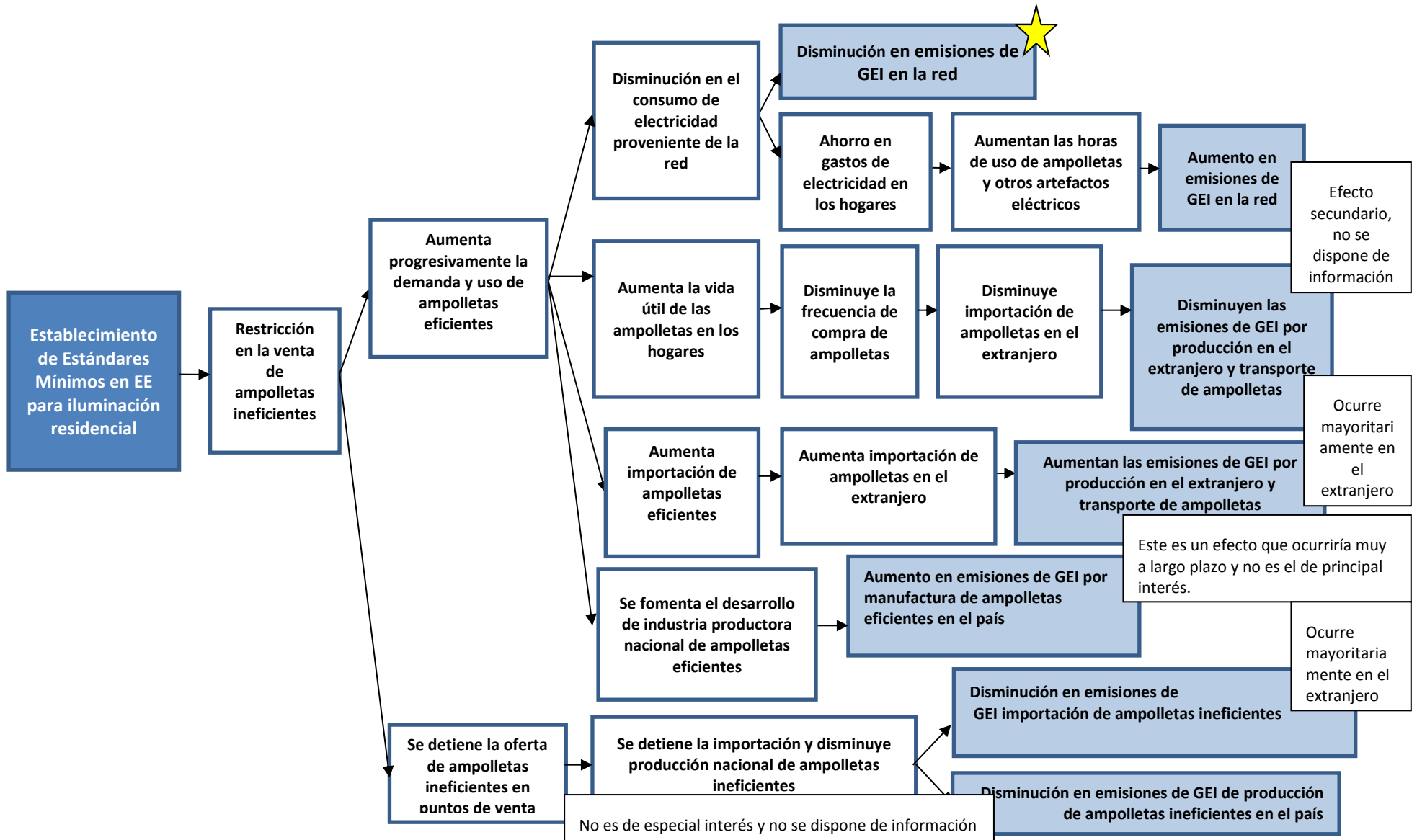


Tabla 19. Fijación de límites para acción “La energía importa, cuida lo que es de todos”

Efecto en emisiones de GEI incluidos/excluidos dentro del límite de la evaluación de emisiones de GEI	Justificación	Fuente de emisiones	Periodo de evaluación propuesto
Disminución en las emisiones del sistema eléctrico por una disminución en los consumos de electricidad en los hogares	Se incluye en la evaluación.	Centrales conectadas al sistema eléctrico	2012-2013
Disminución en las emisiones debido al menor consumo de combustibles en los hogares	Se excluye, debido a que la campaña evaluada se dirige principalmente a artefactos eléctricos, por lo que se considera que el menor consumo de combustibles es poco significativo.	Consumo de combustibles a nivel residencial	2012-2013
Aumento en el consumo de bienes y servicios	Se excluye debido a que no es relevante para los objetivos de la campaña.	Industria productora de bienes y servicios	-

Para lograr un análisis más completo y robusto en la definición de límites, la probabilidad y magnitud (aproximada) de los efectos se podrían medir en términos cuantitativos, sin embargo este análisis estaría sujeto a disponibilidad de la información requerida para ello, por lo que se considera una buena práctica utilizar la mejor información disponible al momento de la evaluación.

Del análisis cualitativo presentado en la tabla anterior se desprende que para ninguno de los potenciales efectos identificados se asocia una probabilidad o magnitud significativa, no obstante considerando que los dos primeros efectos (disminución de emisiones debido a un menor consumo de electricidad y combustibles) son de especial interés en cuanto a los objetivos de la campaña, se podrían incluir ambos efectos dentro del límite de la evaluación. A modo de propuesta, en sección 3.4 del presente informe se incluyó solo el primero (es decir, el consumo de electricidad). Cabe mencionar que en este caso, la realización de la evaluación quedaría sujeta a la disponibilidad de información y disponibilidad de recursos para generar la información requerida para estimar el ahorro de energía, el cual también es un criterio que se considera importante durante la definición de límites.

La información que se requiere para medir los efectos incluidos dentro del límite de evaluación se describen en los próximos pasos metodológicos.

3.4 Estimación de efectos en emisiones de GEI para las acciones bajo estudio

La estimación de los efectos en emisiones de GEI consiste en las siguientes etapas:

- Estimación de las emisiones de línea base: Las emisiones de línea base corresponden a las emisiones asociadas a un escenario de referencia (que supone la situación más probable de ocurrir en ausencia de la implementación de la acción que se está evaluando). La determinación del escenario de línea base se realizó mediante la aplicación del capítulo 8 del Estándar. En esta etapa se fijó el caso de referencia respecto al cual se calculó la variación en las emisiones de GEI¹⁵ asociados a cada una de las fuentes previamente identificados dentro del límite de la evaluación.
- Estimación de los efectos en emisiones de GEI: La estimación de los efectos en emisiones puede realizarse en forma ex ante (mediante los lineamientos descritos en el capítulo 9) o ex post (mediante la aplicación del Capítulo 11).
En términos generales, una evaluación ex ante consiste en anticipar los efectos de una acción que aún no comienza o entra en vigencia, por lo que la estimación de los efectos se realiza en base a proyecciones futuras. Por otro lado, una evaluación ex post consiste en una estimación de efectos ya ocurridos y está basada en datos observados o monitoreados durante la implementación de una acción.
En general, para todas las acciones se realizó una aplicación ex ante, excepto para el programa de “Subsidios para el Reacondicionamiento Térmico de Viviendas Existentes”. En este caso, se realizó una evaluación combinada ex ante y ex post. Finalmente, la estimación de los efectos en emisiones, se determinó mediante la

¹⁵ Los efectos en emisiones de GEI estimados para la acción corresponden a la diferencia entre las emisiones de línea base y las emisiones estimadas para el escenario propio de la acción.

diferencia entre las emisiones del escenario de la acción (ya sea ex ante o ex post según aplique en cada evaluación) y las emisiones de línea base.

Cabe mencionar que en la presente aplicación del Estándar no se aplicó el Capítulo 10 que contiene los lineamientos para el monitoreo del desempeño de una acción en el tiempo, debido a que los plazos para llevar a cabo esta actividad se escapa del límite de tiempo considerado para el presente estudio y que además la mayoría de las acciones se evaluó en forma ex ante (por lo que el monitoreo del desempeño de la acción no es posible). Sólo el Programa de Subsidios para el reacondicionamiento térmico de viviendas existentes se evaluó ex post, sin embargo la acción cuenta con un estudio de impacto realizado durante los primeros años de implementación en el cuál llevaron a cabo mediciones que fueron utilizadas para en la evaluación ex post de sus efectos en emisiones de GEI.

A continuación se describe, para cada uno de los programas en eficiencia energética evaluados, la metodología utilizada en la estimación de las emisiones asociadas a la línea base, datos, supuestos y fuentes de información consideradas:

j) Establecimiento de metas de consumo energético y de emisiones de CO₂ para el promedio del parque de vehículos nuevos

Estimación ex ante de línea base:

La línea base para esta acción consiste en un escenario en el cual no se establecen límites de CO₂ obligatorios definidos para el promedio del parque de vehículos nuevos.

Dado que la restricción (o meta) sobre las emisiones vehiculares aplica sólo a las emisiones del parque de vehículos nuevos, se estimaron las emisiones de línea base, es decir, de un escenario sin el establecimiento de límites de CO₂, para el grupo de vehículos

que se proyecta que ingresen al mercado chileno a partir de la fecha tentativa para la entrada en vigencia de la medida¹⁶.

Para esto se utilizó la siguiente ecuación:

Ecuación 1. Estimación de emisiones de línea base para vehículos nuevos

$$Emisiones\ de\ CO_2\ parque\ de\ vehiculos\ nuevos = PNC_{CO_2} \left[\frac{grCO_2}{km} \right] \times V \times NA \left[\frac{km}{año * veh} \right]$$

Donde,

PNC_{CO_2} = Promedio de emisiones de CO_2 en la línea base (sin aplicación de límites de CO_2).

V = Número de vehículos afectados por la medida (vehículos nuevos acumulados desde la entrada en vigencia de la medida).

NA = Nivel de actividad promedio.

Los valores asociados a cada uno de estos parámetros se estimaron de acuerdo a lo siguiente:

- PNC_{CO_2} :

Para obtener el promedio de las emisiones de CO_2 asociadas al parque vehicular se consideró un valor de 204 ($grCO_2/km$) para el año 2010 reportado por el Centro de Control y Certificación Vehicular (3CV) y se asumió una disminución anual del 3% entre los años 2011 y 2020, supuesto considerado en las estimaciones de ahorro de energía en el PAEE20, versión diciembre 2012. Este es un supuesto conservador consistente con la tendencia histórica de las emisiones del parque vehicular.

Los valores obtenidos para este parámetro entre el año 2016 (cuando se espera que comience a entrar en vigencia esta acción) y el año 2020, son los siguientes:

¹⁶ Si bien la acción tiene por objetivo reducir las emisiones de CO_2 del parque de vehículos existentes, se espera actuar mediante el establecimiento de límites al parque de vehículos nuevos por lo que las emisiones de CO_2 en los vehículos que se encuentran en circulación con anterioridad a la entrada en vigencia de la acción no varían producto de la acción.

Tabla 20. Emisiones promedio de línea base

Año	PNCO2 [grCO ₂ /km]
2016	170
2017	165
2018	160
2019	155
2020	150

Fuente: Elaboración propia en base a datos de 3CV y supuestos.

- Número de vehículos nuevos:

Para el número de vehículos nuevos que ingresan al parque vehicular se utilizaron datos reportados en la ficha PAEE20 de esta acción (versión Diciembre 2012) lo que a su vez proviene de proyecciones realizadas por la Asociación Nacional Automotriz de Chile (ANAC).

Tabla 21. Número de vehículos nuevos que ingresan anualmente al parque y total acumulado desde la entrada en vigencia de la acción.

Categoría de vehículos que ingresan al parque vehicular	2016	2017	2018	2019	2020
Vehículos livianos particulares a gasolina	214.069	221.095	227.850	234.305	240.457
Vehículos livianos particulares a diesel	40.420	45.964	51.811	57.962	64.418
Vehículos livianos comerciales a gasolina	45.418	43.909	42.293	40.622	38.909
Vehículos livianos comerciales a diesel	79.486	87.032	94.653	102.325	110.038
Total	379.393	398.000	416.607	435.214	453.822
Total acumulado	379.393	777.393	1.194.000	1.629.214	2.083.036

- Nivel de actividad:

Como nivel de actividad se adoptó un valor promedio general para todo el parque vehicular de 14.297 km/(año*veh) y se asume que este se mantiene constante todos los años. El valor utilizado fue estimado a partir de los resultados agregados para la

estimación del ahorro de energía que se presenta en la ficha PAEE20 versión Diciembre 2012 para esta acción.

Finalmente, utilizando la Ecuación 1 con los valores antes descritos para el periodo 2016-2020 se obtienen los siguientes resultados para la línea base:

Tabla 22. Estimación emisiones de línea base

Año	km recorrido totales año = V×NA	PNCO ₂ línea base grCO ₂ /km	Emisiones línea base (tCO ₂ /año)
2016	5.424.261.731	170	921.725
2017	11.114.551.666	165	1.831.995
2018	17.070.869.804	160	2.729.353
2019	23.293.216.144	155	3.612.478
2020	29.781.604.985	150	4.480.182
Total acumulado	86.684.504.330	-	13.575.732

Estimación ex ante escenario de acción y efectos en emisiones de GEI:

Se considera como escenario de la acción el cumplimiento de los límites en emisiones de CO₂ establecidos por el programa.

Para el cálculo de las emisiones de GEI de este escenario se utilizó la siguiente ecuación:

Ecuación 2. Estimación de emisiones para vehículos nuevos al aplicar la acción

$$Emisiones\ de\ CO_2_{parque\ de\ vehiculos\ nuevos} = PNEECO_2 \left[\frac{grCO_2}{km} \right] \times V \times NA \left[\frac{km}{año * veh} \right]$$

En el escenario de la acción se considera como supuesto los kilómetros recorridos por el parque vehicular nuevo se mantiene constante respecto a la línea base, es decir, se considera que el número de vehículos y el nivel de actividad no se ven afectados por la acción. Luego, los parámetros “NA” y “V” son los mismos que los utilizados en la Ecuación 1.

El parámetro “PNEECO₂” corresponde al promedio de emisiones en el parque vehicular nuevo al aplicar la acción y es el único que varía respecto a la línea base.

- PNEECO₂:

El promedio de emisiones en el parque vehicular nuevo al aplicar la acción, se calculó mediante el promedio ponderado entre la meta (o límites establecidos) europea y americana, puesto que Chile no es productor sino importador de vehículos.

A continuación se presentan los límites de CO₂ considerados para Europa y Estados Unidos, y el promedio ponderado que correspondería al límite establecido en Chile.

Tabla 23. Promedio ponderado de límite Europeo y Americano

Año	%Euro	CO ₂ Euro gr/km	CO ₂ EPA gr/km	Promedio ponderado CO ₂ gr/km
2010	85%	142	220	154
2011	86%	140	215	151
2012	87%	138	208	147
2013	88%	135	200	143
2014	89%	131	190	137
2015	90%	130	182	135
2016	90%	125	172	130
2017	90%	115	168	120
2018	90%	105	160	111
2019	90%	100	150	105
2020	90%	95	145	100

Fuente: Elaboración propia en base a valores publicados por la Metodología de Cálculo Emisiones de CO₂, de 3 CV para las metas de Europa y E.E.U.U.

Finalmente, aplicando la Ecuación 2 se obtiene la siguiente estimación de las emisiones en el escenario de la acción:

Tabla 24. Estimación de emisiones acción

Año	km recorridos totales año	PNEECO2 (grCO ₂) /km	Emisiones escenario acción (tCO ₂ /año)
2016	5.424.261.731	130	703.527
2017	11.114.551.666	120	1.337.081
2018	17.070.869.804	111	1.886.331
2019	23.293.216.144	105	2.445.788
2020	29.781.604.985	100	2.978.160
Total acumulado	86.684.504.330	-	9.350.887

Como se mencionó anteriormente, los efectos en emisiones de GEI se estimaron como la diferencia entre el escenario de la acción y la línea base, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 25. Resumen de emisiones en el parque de vehículos nuevos

Año	Emisiones línea base (tCO ₂ /año)	Emisiones acción (tCO ₂ /año)	Variación (tCO ₂ /año)
2016	921.725	703.527	-218.198
2017	1.831.995	1.337.081	-494.914
2018	2.729.353	1.886.331	-843.022
2019	3.612.478	2.445.788	-1.166.690
2020	4.480.182	2.978.160	-1.502.021
Total	13.575.732	9.350.887	-4.224.846

De acuerdo a esta evaluación ex ante, el total acumulado al año 2020 de los efectos esperados para el “Establecimiento de metas de consumo energético y de emisiones de CO₂ para el promedio del parque de vehículos nuevos” corresponde a una reducción de 4.224.846 toneladas de CO₂ en las emisiones promedio del parque de vehículos nuevos.

ii) Programa para la Promoción y Fomento de la Cogeneración en el Sector Industria y Minería

Estimación ex ante de línea base:

La línea base para esta acción consiste en un escenario en el cual las instalaciones de las empresas beneficiarias del cofinanciamiento otorgado durante el año 2012 para los anteproyectos de cogeneración continúan con el sistema habitual para obtener electricidad y calor (escenario sin cofinanciamiento). Esto implica la generación de calor mediante un sistema térmico convencional y consumo de electricidad desde la red y/o, en algunos casos autogeneración de electricidad.

Como resultado de la aplicación de capítulos previos del Estándar se incluyeron dentro de los límites de la evaluación dos fuentes de emisión afectadas por la acción: el consumo de combustibles en el sector Industria y Minería y las centrales de generación eléctrica conectadas a la red por lo que en esta sección se presenta la estimación de las emisiones de línea base asociada a ambas fuentes de emisión.

Cabe mencionar que sólo se estiman las emisiones asociadas al uso de energía en los anteproyectos cofinanciados que tienen una variación producto de la acción y no aquellas que permanecen igual que en la línea base (por ejemplo, para la fuente de emisiones correspondiente a las centrales conectadas a la red sólo se estiman las emisiones de GEI debido a la fracción de electricidad que se genera en la red para consumo en las instalaciones afectadas por la acción y no al total de electricidad generado en la red).

Para efectos de esta evaluación, sólo se considera la información (en términos agregados) de los proyectos cofinanciados durante los años 2012, según lo acordado con la contraparte técnica, debido a que para ese año hay mayor disponibilidad de información.

La siguiente tabla presenta en forma agregada las características del total de anteproyectos cofinanciados, de acuerdo a la información proporcionada por el Ministerio de Energía.

Tabla 26. Información de anteproyectos de Cogeneración financiados (a nivel agregado)

Potencia instalada de sistema de Cogeneración KWe	Combustible	Tecnología
10.840	Biomasa	TVcp - Turbina vapor contrapresión
2.000	Carbón: biomasa	TVcp - Turbina vapor contrapresión
1.569	Diesel	MCI - Motor combustión interna ¹⁷
125	Diesel	ORC - Ciclo Rankine Organico ¹⁸
13.200	Gas Natural	TG - Turbina de gas
1.600	Gas Natural	MCI - Motor combustión interna
29.334	-	-

Fuente: Elaboración propia en base a información confidencial específica de cada anteproyecto proporcionada por la AChEE

Además, en base a la información de carácter confidencial proporcionada, se identificó que el total de la potencia instalada de los anteproyectos antes referidos se encuentran ubicados en la zona geográfica cubierta por el Sistema Interconectado Central (SIC), por lo que para aquellas instalaciones que consumen electricidad de la red, se consideró el factor de emisión del SIC para efectos de la estimación de las emisiones de GEI de la red eléctrica.

Las emisiones de GEI de las fuentes de emisión evaluadas se estimaron de acuerdo a las siguientes ecuaciones:

¹⁷ Este tipo de proyectos considera aprovechar el calor residual del motor de combustión interna para procesos térmicos.

¹⁸ El Ciclo Rankine Orgánico es un ciclo termodinámico que utiliza un fluido de trabajo orgánico para generar electricidad. El fluido orgánico tiene una temperatura de ebullición menor a la del agua, lo que permite recuperar el calor residual de los procesos industriales. Los proyectos que consideran este ciclo consideran el aprovechamiento de calor residual de un proceso existente (en este caso un equipo electrógeno) para evaporar el fluido de trabajo y generar electricidad en una turbina, por lo que en este caso, la instalación de un sistema de cogeneración de este tipo sólo considera la generación eléctrica y no la generación de calor.

Ecuación 3. Estimación de emisiones de la red en línea base

$$\text{Emisiones de GEI de la red} \left(\frac{tCO_2}{\text{año}} \right) = FE_{red} \left(\frac{tCO_2}{MWh} \right) \times \text{Energía importada}_{red} (MWh)$$

En la ecuación anterior “FE” corresponde al factor de emisión de la red, en este caso como se señaló anteriormente la red corresponde al SIC.

Ecuación 4. Estimación de emisiones por uso de combustibles en línea base

$$\text{Emisiones debido al consumo de combustible} \left(\frac{tCO_2}{\text{año}} \right) = \sum_k CC_i (TCal) \times FE_i \left(\frac{tCO_2}{TCal} \right)$$

Donde,

CC_i = Representa el consumo de combustible “i” desplazado por la acción en base energética.

FE_i = Representa el factor de emisión del combustible “i”.

Para el factor de emisión del SIC se utilizó como fuente de información el valor publicado por el Ministerio de Energía para el año 2012. Para los factores de emisión de combustibles, se utilizaron los valores por defecto indicados en las directrices IPCC 2006, Volumen 2, Capítulo 2.

- Energía del sistema eléctrico (SIC) y de combustibles en escenario de línea base:

Los datos de actividad proporcionados por la AChEE respecto al consumo de combustibles se presentan en la siguiente tabla a nivel agregado para el conjunto de proyectos cofinanciados:

Tabla 27. Resumen por combustible agrupando todas las instalaciones

Combustible	Unidad	Consumo	TJ/año
Biomasa	m3/año	138.000	1.315
Diesel	lts/año	51.417.770	1.971
Carbón	kg/año	2.979.305	87
GLP	kg/año	904.235	46
Gas Natural	m3/año	28.553.441	1.117

Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por la AChEE.

Las emisiones de GEI de la línea base asociadas al consumo de electricidad de la red se estimaron mediante la aplicación de la Ecuación 3. Considerando el consumo de electricidad a nivel agregado de 305.829,75 MWh/año y el factor de emisión del SIC de la fuente de información antes mencionada (con un valor de 0,391 tCO_{2e}/MWh) se obtiene un total de 119.579 tCO_{2e}/año. Para esta fuente de emisión no se reporta a nivel de cada gas de efecto invernadero debido a que el valor utilizado para el factor de emisión es proporcionado por el Ministerio de Energía directamente en “tCO_{2e}/MWh”.

Respecto al consumo de combustibles, a partir de los datos proporcionados en la Tabla 27, mediante la aplicación de la Ecuación 4 se obtiene la siguiente estimación de emisiones de GEI para la línea base:

Tabla 28. Emisiones de GEI debido al uso de combustibles (línea base)

Combustible	Emisiones CO₂ (tCO₂e/año)	Emisiones CH₄ (tCO₂e/año)	Emisiones N₂O (tCO₂e/año)	Emisiones Totales tCO₂e/año
Biomasa	0	828	1.630	2.458
Diesel	146.063	124	367	146.554
Carbón	8.261	2	41	8.303
GLP	2.891	1	1	2.893
Gas Natural	62.650	23	35	62.708
Total	219.864	979	2.073	222.916

Finalmente, las emisiones de línea base, que corresponden a la suma de las emisiones debido al uso de combustibles (222.916 tCO₂e/año) y de electricidad de la red (119.579 tCO₂e/año), tienen un valor total anual de 342.495 tCO₂e/año. Por lo tanto, las emisiones de línea base acumuladas en el período 2012-2020 son 3.082.455 tCO₂e.

Estimación ex ante escenario de acción y efectos en emisiones de GEI:

El escenario de la acción consiste en la implementación (puesta en marcha y operación) gradual de los sistemas de cogeneración que se evaluaron como anteproyectos en las instalaciones de las empresas que fueron beneficiarias del cofinanciamiento otorgado en el año 2012. Luego, las emisiones de GEI ocurren producto del uso de combustibles en los sistemas de cogeneración y en algunos casos, en el consumo de electricidad proveniente de la red.

Con el objetivo de estimar las emisiones del escenario de la acción se considera como supuesto una tasa de implementación de los proyectos de cogeneración de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 29. Tasa de implementación considerada en el escenario de la acción.

Año	Tasa de implementación de proyectos
2012	0
2013	0
2014	0
2015	25%
2016	50%
2017	75%
2018	95%
2019	95%
2020	95%

Fuente: Elaboración propia (supuesto)

Esta tasa de implementación se aplica en la estimación de emisiones para cada año contemplado en la evaluación para el escenario de la acción mediante el uso de la siguiente ecuación:

Ecuación 5. Estimación de emisiones en el escenario de la acción

$$\text{Emisiones de GEI (acción)} = \text{CHP}_{\text{GEI}} \times \% \text{TI} + \text{Línea Base}_{\text{GEI}} \times (1 - \% \text{TI})$$

Donde,

CHP_{GEI} , Representa las emisiones debido al consumo de combustibles para la generación simultánea de electricidad y calor, en los sistemas de cogeneración que se implementan producto de la acción (tCO₂e/año).

%TI, Corresponde a la tasa de implementación indicada en la Tabla 29 y representa al supuesto % de ante proyectos cofinanciados (en el año 2012) que se materializan en los próximos años.

Línea base_{GEI}, Corresponde a las emisiones de línea base previamente estimadas (tCO₂e/año).

Las emisiones de GEI debido a la quema de combustibles en los sistemas de cogeneración (representados como “ CHP_{GEI} ”, en la ecuación anterior) se calculan mediante el uso de la Ecuación 4 pero con los valores correspondientes al consumo de combustible en el escenario de la acción, los cuales se estimaron de acuerdo a lo siguiente:

- Consumo de electricidad proveniente de la red y de combustible en escenario de la acción:

El consumo de combustible estimado para los sistemas de cogeneración corresponde a la suma de la energía primaria consumida para generar calor y electricidad. Con el fin de estimar la energía primaria consumida para generación eléctrica y térmica en los sistemas de cogeneración, se estimó primero la cantidad de energía eléctrica y térmica generada, a partir de la potencia eléctrica y térmica respectivamente y un factor de planta de 0,8 característico en sistemas de cogeneración¹⁹. Para aquellos casos en los que el anteproyecto consiste en la operación de un motor de combustión interna (MCI) para generar electricidad y aprovechar el calor residual para procesos térmicos, y para el caso de un Ciclo Rankine Orgánico (ORC), en el cual se aprovecha el calor de los gases de escape de un MCI para generar electricidad, el consumo de combustible se estimó sólo en base a la cantidad electricidad generada en el MCI, debido a que sólo existe consumo de combustible en esa etapa del proceso de cogeneración.

Tanto los datos de potencia térmica como los de potencia eléctrica considerados en la estimación fueron proporcionados por la AChEE, sin embargo existen algunas excepciones en las cuales no se reportó potencia térmica. En aquellos casos en que no se cuenta con información sobre la potencia térmica de los proyectos de cogeneración, se estimaron en base a valores teóricos de las razones Electricidad/Calor por tipo de tecnología que se indican a continuación:

¹⁹ Valor considerado en la ficha del PAEE 2020, versión Diciembre 2012

Tabla 30. Razón Electricidad/Calor

Tecnología	Razón electricidad/Calor [kWe/(Mcal/hrs)]
Turbina Vapor	0,19
Turbina Gas	0,83

Fuente: Estudio de Estudio para el desarrollo de la cogeneración en Chile. Informe final, 2010. PRIEN U. de Chile.

Finalmente, el consumo de combustible (en base energética) se obtuvo al dividir suma de la energía eléctrica y térmica producida en el sistema de cogeneración, por una eficiencia promedio de 82,6% (valor referencial para cogeneración), excepto para aquellos casos que contemplan motores de combustión interna (mismos casos identificados en párrafo anterior), donde se aplicó un factor de eficiencia promedio del 40% para este tipo de equipos. De este modo se estimaron los siguientes consumos en base energética:

Tabla 31. Estimación de consumo de combustible en sistemas de cogeneración

Combustible	TJ/año
Biomasa	2.702,21
Diesel	18,47
Carbón	0,00
GLP	0,00
Gas Natural	910,06
Carbón : Biomasa	435,03
Total	4.065,78

Luego, al aplicar la ecuación para estimar las emisiones debido al consumo de combustibles (Ecuación 4) en los sistemas de cogeneración se obtienen los siguientes resultados de emisiones de GEI, por tipo de combustible.

Tabla 32. Emisiones de GEI debido al consumo de combustible en sistemas de cogeneración

Combustible	Emisiones CO₂ (tCO₂e/año)	Emisiones CH₄ (tCO₂e/año)	Emisiones N₂O (tCO₂e/año)	Emisiones Totales (tCO₂e/año)
Biomasa	0	1.702	3.351	5.053
Diesel	1.369	1	3	1.373
Carbón	0	0	0	0
GLP	0	0	0	0
Gas Natural	51.054	19	28	48.179
Carbón- Biomasa 50:50	20.577	142	371	21.090
Total	73.000	1.864	3.753	75.634

Al igual que en la estimación de emisiones de GEI para el escenario de línea base, se estimaron aquellas emisiones de GEI asociadas al consumo de electricidad de la red (SIC) en el escenario de la acción mediante la aplicación de la Ecuación 3. Considerando el consumo de electricidad proveniente de la red a nivel agregado en el escenario de la acción de 197.098,21 MWh/año y el factor de emisión del SIC de la fuente de información antes mencionada (con un valor de 0,391 tCO₂e/MWh) se obtiene un total de 77.065 tCO₂e/año.

En función de los datos estimados correspondientes a las emisiones de línea base, del escenario de la acción, la tasa de implementación de proyectos asumida y aplicando la Ecuación 5 se obtienen los siguientes resultados para el periodo de evaluación:

Tabla 33. Estimación de efectos en emisiones de GEI

Año	Emisiones línea base (tCO ₂ /año)	Emisiones acción (tCO ₂ /año)	Variación en emisiones (tCO ₂ /año)
2012	342.495	342.495	0
2013	342.495	342.495	0
2014	342.495	342.495	0
2015	342.495	295.792	-46.703
2016	342.495	249.089	-93.406
2017	342.495	202.386	-140.109
2018	342.495	165.024	-177.471
2019	342.495	165.024	-177.471
2020	342.495	165.024	-177.471
Total	3.082.455	2.269.824	-812.631

Finalmente, a continuación se reportan los efectos en emisiones de GEI de la acción, por cada fuente de emisión considerada:

Tabla 34. Resultados de emisiones de GEI acumuladas (2012-2020) por fuente de emisiones

Efectos GEI	Fuentes afectadas	Línea base tCO ₂ e	Escenario acción tCO ₂ e	Variación
Disminución en las emisiones de la red	Centrales de generación eléctrica conectadas a la red	1.076.215	891.279	-184.936
Variación en emisiones debido al consumo de combustibles en la industria	Consumo de combustible en sector Industria y Minería	2.006.240	1.378.545	-627.695
Total	-	3.082.455	2.269.824	-812.631

De acuerdo a esta evaluación ex ante, considerando una concreción gradual de los proyectos cofinanciados el año 2012 (de acuerdo a la tasa de implementación indicada en

la Tabla 29), el total acumulado al año 2020 de los efectos esperados para el “Programa para la Promoción y Fomento de la Cogeneración en el Sector Industria y Minería” corresponde a una reducción estimada de 812.631 toneladas de CO₂e, producto del ahorro en el consumo de electricidad proveniente de la red y en el consumo de combustibles que se obtiene con la acción.

iii) Programa de Subsidios para Reacondicionamiento Térmico de viviendas existentes en sectores vulnerables

Esta acción consta de una evaluación ex ante para el periodo 2010 -2020 y ex post para los años 2009-2012. Por lo que a continuación se describe cada evaluación por separado.

a) Evaluación Ex Ante:

Estimación de línea base ex ante:

La línea base para esta acción consiste en un escenario sin la asignación de un subsidio para el reacondicionamiento térmico de viviendas por lo que las viviendas a subsidiar continúan con el mismo consumo actual de energía para calefacción.

Las emisiones de línea base se deben al consumo de combustibles y electricidad de la red para calefacción en el grupo de viviendas que serían reacondicionadas térmicamente debido al programa de subsidios evaluado.

Para esta acción, en etapas previas se definieron dentro del límite de evaluación como fuentes de emisión la generación de electricidad en la red y el consumo de combustibles para calefacción en el grupo de viviendas que se espera reacondicionar térmicamente (determinado por el número de subsidios que se espera entregar previo al inicio de la acción) y se estimaron las emisiones asociadas mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 6. Estimación de emisiones debido al uso de calefacción en línea base

$$GEI \text{ línea base} = \text{Número de subsidios asignados} \times \sum_i \text{Energía}_{y,i}/\eta \times FE_i$$

Donde,

$Energía_{y,i}$, Representa la demanda anual (del año “y”) de energía del tipo “i” por vivienda (MCal/vivienda) para calefacción.

“i”, Este subíndice representa el tipo de energía pudiendo ser energía eléctrica o diversos tipos de combustible utilizados para calefacción (pudiendo ser leña, GLP, diésel, carbón, gas natural o parafina).

η , representa la eficiencia promedio de los equipos utilizados para calefacción.

FE_i , representa el factor de emisión para el tipo de energía “i”.

- Número de subsidios asignados

Como fuente de información para el número de subsidios asignados anualmente se consideró el escenario pesimista del “Estudio de Bases para la Elaboración de un Plan Nacional de Acción de Eficiencia Energética 2010-2020” del Programa de Estudios e Investigaciones en Energía, Instituto de Asuntos Públicos. En este estudio (elaborado el año 2010) se indica un valor de 86.400 subsidios entregados al 2020, por lo que en la evaluación ex ante se asume una asignación promedio anual entre el año 2010 y 2020 de 7.855 subsidios. Se considera que este promedio anual de subsidios entregados corresponde al número de viviendas intervenidas, por lo que el valor anual se va acumulando año a año (tal como se presenta en la Tabla 36).

- Factor de emisión electricidad:

Para los sistemas eléctricos se usó un valor ponderado (de 0,357 tCO₂/MWh) en base a los factores de emisión asociados a los sistemas: SIC, Aysén y Magallanes, asumiendo como supuesto que un 87% de los subsidios son asignados a viviendas conectadas al SIC, un 6% al sistema de Aysén y un 7% al sistema de Magallanes. Dicho supuesto es una aproximación, basada en la información proporcionada respecto a los subsidios que se han asignado hasta el momento. Para el factor de emisión del SIC se utilizó el valor publicado al año 2010 por el Ministerio de Energía (enfoque ex ante, es decir se utilizó el valor públicamente disponible previo a la acción). Dado que no hay valores públicamente disponibles para el factor de emisión de Aysén y Magallanes se utilizó una estimación propia en base a datos de consumo de combustible de las centrales interconectadas y de su generación publicados por la Comisión Nacional de Energía al año 2011.²⁰

- Factor de emisión combustibles:

Se utilizaron los valores por defecto por tipo de combustible que se reportan en las directrices IPCC2006, volumen 2, Capítulo 2.

- Demanda de energía por vivienda, según tipo de energía:

Los datos utilizados fueron estimados en base a los siguientes estudios del Ministerio de Energía:

-“Estudio de usos finales y curva de oferta de la conservación de la energía en el sector residencial, CDT, 2010”

-“Estudio de Bases para la elaboración de un plan nacional de Acción de Eficiencia Energética 2010-2020, Universidad de Chile, 2010”.

²⁰ Este dato (correspondiente al año 2011) se consideró también para el análisis ex post. No se estimó necesario calcular el valor para el año 2010 debido a que una fracción muy menor de viviendas subsidiadas se conectan a estos sistemas y que además el uso de electricidad en calefacción tiene una participación muy menor, por lo que la variación en el factor de emisión tiene un impacto muy poco significativo en los resultados finales.

El primer estudio (estudio de usos finales) se utilizó para obtener la participación por tipo de energía en la demanda para calefacción (de acuerdo a la Tabla 35), según la zona térmica y geográfica relevante y también para el valor promedio de consumo de energía por (de 203 MWh/m²) en viviendas residenciales.

Del segundo estudio se obtuvo el valor asociado a la superficie (55.8 m²) del grupo objetivo, es decir de viviendas vulnerables.

En la siguiente tabla se presentan los valores considerados para estimar la demanda de energía para calefacción, por tipo:

Tabla 35. Participación de tipo de energía para calefacción

Tipos de energía utilizados en calefacción	Participación
Energía que corresponde a electricidad	0,7%
Energía que corresponde a leña	80,6%
Energía que corresponde a kerosene o parafina	5,8%
Energía que corresponde a Gas Licuado de Petróleo	4,7%
Energía que corresponde a Gas Natural	5,7%
Energía que corresponde a Carbón	1,2%

Fuente: Estudio de usos finales y curva de oferta de la conservación de la energía en el sector residencial, CDT, 2010

- Eficiencia de equipos para calefacción:

Se considera un valor promedio de eficiencia de 66,2% proporcionado en la ficha PAEE20 versión Diciembre 2012 para esta acción.

En base a los valores anteriormente descritos para los parámetros de la línea base, en la Tabla 36 se presentan los resultados de la estimación de la demanda de energía para el periodo 2010-2020 por tipo.

Tabla 36. Estimación de consumo de energía en línea base para calefacción de viviendas según tipo

Año	Viviendas reacondicionadas (total anual acumulado)	Consumo energía para calefacción línea base (Mcal/año)	Energía que corresponde a electricidad (Mcal/año)	Energía que corresponde a leña (Mcal/año)	Energía que corresponde a kerosene o parafina (Mcal/año)	Energía que corresponde a Gas Licuado de Petróleo (Mcal/año)	Energía que corresponde a Gas Natural (Mcal/año)	Energía que corresponde a Carbón (Mcal/año)
2010	7.855	134.437.397	941.062	108.356.542	7.797.369	6.318.558	7.662.932	1.613.249
2011	15.709	268.874.794	1.882.124	216.713.084	15.594.738	12.637.115	15.325.863	3.226.498
2012	23.564	403.312.191	2.823.185	325.069.626	23.392.107	18.955.673	22.988.795	4.839.746
2013	31.418	537.749.588	3.764.247	433.426.168	31.189.476	25.274.231	30.651.726	6.452.995
2014	39.273	672.186.985	4.705.309	541.782.710	38.986.845	31.592.788	38.314.658	8.066.244
2015	47.127	806.624.381	5.646.371	650.139.251	46.784.214	37.911.346	45.977.590	9.679.493
2016	54.982	941.061.778	6.587.432	758.495.793	54.581.583	44.229.904	53.640.521	11.292.741
2017	62.836	1.075.499.175	7.528.494	866.852.335	62.378.952	50.548.461	61.303.453	12.905.990
2018	70.691	1.209.936.572	8.469.556	975.208.877	70.176.321	56.867.019	68.966.385	14.519.239
2019	78.545	1.344.373.969	9.410.618	1.083.565.419	77.973.690	63.185.577	76.629.316	16.132.488
2020	86.400	1.478.811.366	10.351.680	1.191.921.961	85.771.059	69.504.134	84.292.248	17.745.736

En la Tabla 36, los valores de energía reportados (MCal/año) corresponden al término “Energía_i/η” de la Ecuación 6 multiplicado por el valor acumulado de viviendas reacondicionadas al año. A continuación se reportan las emisiones de GEI estimadas para la línea base, al aplicar el factor de emisión según tipo de energía:

Tabla 37. Emisiones de GEI línea base

Año	Emisiones de electricidad	Emisiones por uso de leña	Emisiones por uso de parafina	Emisiones por uso de GLP	Emisiones por uso de Gas Natural	Emisiones por uso de Carbón	Emisiones totales
tCO₂e/año							
2010	390	3.418	2.354	1.672	1.803	684	10.322
2011	781	6.837	4.708	3.344	3.606	1.368	20.643
2012	1.171	10.255	7.061	5.015	5.409	2.053	30.965
2013	1.562	13.673	9.415	6.687	7.212	2.737	41.286
2014	1.952	17.092	11.769	8.359	9.015	3.421	51.608
2015	2.343	20.510	14.123	10.031	10.818	4.105	61.930
2016	2.733	23.929	16.477	11.702	12.621	4.789	72.251
2017	3.124	27.347	18.830	13.374	14.424	5.474	82.573
2018	3.514	30.765	21.184	15.046	16.227	6.158	92.894
2019	3.905	34.184	23.538	16.718	18.030	6.842	103.216
2020	4.295	37.602	25.892	18.389	19.833	7.526	113.538
Total periodo	25.770	225.612	155.351	110.336	118.999	45.157	681.226

Estimación ex ante, escenario de acción y efectos en emisiones de GEI:

El escenario de la acción consiste en el reacondicionamiento de las viviendas producto de los subsidios asignados cada año, lo cual produce un ahorro energético del 30% en el uso de calefacción de las viviendas intervenidas.

Para la estimación ex ante del escenario de la acción se considera el ahorro energético mínimo (30%) que se espera lograr con la acción en las viviendas reacondicionadas térmicamente según el estudio “Evaluación de programas de eficiencia energética-

Informe final”, elaborado por el Programa de Gestión y Economía Ambiental (PROGEA), Fundación para la Transferencia Tecnológica en el año 2010.

A continuación se presentan los consumos de energía estimados en el escenario de la acción, que consisten en un 30% de ahorro respecto al consumo de energía en la línea base:

Tabla 38. Estimación de consumo de energía en escenario acción para calefacción de viviendas según tipo

Año	Consumo energía para calefacción (Mcal/año)	Energía que corresponde a electricidad (Mcal/año)	Energía que corresponde a leña (Mcal/año)	Energía que corresponde a kerosene o parafina (Mcal/año)	Energía que corresponde a Gas Licuado de Petróleo (Mcal/año)	Energía que corresponde a Gas Natural (Mcal/año)	Energía que corresponde a Carbón (Mcal/año)
2010	94.106.178	658.743	75.849.579	5.458.158	4.422.990	5.364.052	1.129.274
2011	188.212.356	1.317.486	151.699.159	10.916.317	8.845.981	10.728.104	2.258.548
2012	282.318.534	1.976.230	227.548.738	16.374.475	13.268.971	16.092.156	3.387.822
2013	376.424.711	2.634.973	303.398.317	21.832.633	17.691.961	21.456.209	4.517.097
2014	470.530.889	3.293.716	379.247.897	27.290.792	22.114.952	26.820.261	5.646.371
2015	564.637.067	3.952.459	455.097.476	32.748.950	26.537.942	32.184.313	6.775.645
2016	658.743.245	4.611.203	530.947.055	38.207.108	30.960.933	37.548.365	7.904.919
2017	752.849.423	5.269.946	606.796.635	43.665.267	35.383.923	42.912.417	9.034.193
2018	846.955.601	5.928.689	682.646.214	49.123.425	39.806.913	48.276.469	10.163.467
2019	941.061.778	6.587.432	758.495.793	54.581.583	44.229.904	53.640.521	11.292.741
2020	1.035.167.956	7.246.176	834.345.373	60.039.741	48.652.894	59.004.574	12.422.015

Luego, al aplicar los factores de emisión descritos en línea base para electricidad y combustibles se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 39. Emisiones de GEI escenario acción

Escenario acción	Emisiones de electricidad	Emisiones por uso de leña	Emisiones por uso de parafina	Emisiones por uso de GLP	Emisiones por uso de Gas Natural	Emisiones por uso de Carbón	Emisiones totales
tCO₂e/año							
2010	273	2.393	1.648	1.170	1.262	479	7.225
2011	547	4.786	3.295	2.340	2.524	958	14.450
2012	820	7.179	4.943	3.511	3.786	1.437	21.675
2013	1.093	9.571	6.591	4.681	5.048	1.916	28.900
2014	1.367	11.964	8.238	5.851	6.311	2.395	36.126
2015	1.640	14.357	9.886	7.021	7.573	2.874	43.351
2016	1.913	16.750	11.534	8.192	8.835	3.353	50.576
2017	2.187	19.143	13.181	9.362	10.097	3.832	57.801
2018	2.460	21.536	14.829	10.532	11.359	4.310	65.026
2019	2.733	23.929	16.477	11.702	12.621	4.789	72.251
2020	3.007	26.321	18.124	12.873	13.883	5.268	79.476
Total periodo	18.039	157.928	108.746	77.235	83.300	31.610	476.858

Finalmente, se reporta el resumen de emisiones de GEI por fuente de emisión, en la línea base, en el escenario de la acción y la variación entre ambos:

Tabla 40. Resultados ex ante de emisiones de GEI acumuladas (2010-2020) por fuente de emisiones

Efectos GEI	Fuentes afectadas	Línea base tCO ₂ e	Escenario de la acción tCO ₂ e	Variación tCO ₂ e
Disminución de emisiones de GEI en la red	Centrales conectadas a la red	25.770	18.039	-7.731
Disminución en GEI por uso de combustibles para calefacción	Uso de combustibles para calefacción	655.456	458.819	-196.637
Total	-	681.226	476.858	-204.368

b) Evaluación Ex Post

Estimación de línea base ex post:

En la evaluación ex post, el escenario de línea base y el método de estimación de emisiones de GEI es el mismo respecto al utilizado en la evaluación ex ante.

Sin embargo, la evaluación ex post utiliza datos de actividad medidos una vez iniciado el programa de subsidios para el reacondicionamiento térmico de viviendas existentes.

Para la evaluación ex post (periodo 2009-2012), las emisiones de línea base se estimaron en base a la siguiente información:

- Número de subsidios asignados por año (2009-2012):

Se utilizó la información proporcionada por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Minvu). Esta corresponde al número de subsidios efectivamente entregados hasta el año 2012.

Los datos considerados son los siguientes:

Tabla 41. Número de subsidios asignados por año

Año	Subsidios asignados /año
2009	8.991
2010	6.547
2011	7.429
2012	9.768

Fuente: Minvu

- Factor de emisión del sistema eléctrico:

Para la evaluación ex post, se utilizó un factor de emisión específico para cada año evaluado.

Al igual que en la evaluación ex ante, se calculó un factor de emisión ponderado en base al % de viviendas subsidiadas que se conectan a los sistemas SIC, Aysén y Magallanes. Para el

factor de emisión del SIC se utilizaron los datos reportados por el Ministerio de Energía para los años 2010, 2011 y 2012. Para el año 2009 (que no se encuentra publicado) se utilizó referencialmente el factor de emisión correspondiente al año 2010.

Para los sistemas interconectados de Aysén y Magallanes se utilizó una estimación propia en base a datos de consumo de combustible de las centrales interconectadas y de su generación publicados por la Comisión Nacional de Energía al año 2011.²¹

A continuación se describen los valores de factor de emisión correspondiente a cada sistema por año y el promedio ponderado en cada caso:

Tabla 42. Factor de emisión de la red

Sistema Interconectado	FE (tCO ₂ /MWh) 2009	FE (tCO ₂ /MWh) 2010	FE (tCO ₂ /MWh) 2011	FE (tCO ₂ /MWh) 2012
SIC	0,346	0,346	0,379	0,391
Sistema Interconectado de Aysén	0,173	0,173	0,173	0,173
Sistema de Magallanes	0,658	0,658	0,658	0,658
Factor de emisión Ponderado	0,341	0,338	0,403	0,409

Los factores de emisión ponderados se estimaron en base a los siguientes % de subsidios entregados por de cada sistema interconectado (los cuales fueron estimados en base al número de subsidios entregados por región cada año).

Tabla 43. Porcentaje de subsidios entregados por sistema eléctrico

Sistema Interconectado	2009	2010	2011	2012
SIC	97%	93%	80%	84%
Sistema Interconectado de Aysén	3%	7%	7%	5%
Sistema de Magallanes	0%	1%	13%	11%

- Factor de emisión de combustibles:

Se utilizaron los valores por defecto del IPCC 2006 antes referidos en la evaluación ex ante.

²¹ No se estimó necesario calcular el valor para otros años debido a que una fracción muy menor de viviendas subsidiadas se conectan a estos sistemas y que además el uso de electricidad en calefacción tiene una participación muy menor, por lo que la variación en el factor de emisión tiene un impacto muy poco significativo en los resultados finales.

- Consumo de energía por vivienda, según tipo:

Se utilizó como fuente de información el estudio “Evaluación independiente del programa de reacondicionamiento térmico. Informe final”, ARQ Energía, ENER Solutions, 2013. Este estudio mide el consumo de un grupo de viviendas antes y después de reacondicionarlas térmicamente. De acuerdo a este estudio realizado ex post, se considera un consumo de 10.698 MWh/vivienda*año (equivalente a 9.205 MCal/vivienda*año).

En base a los parámetros anteriormente descritos se estimó el siguiente consumo de energía para calefacción en las viviendas reacondicionadas, por tipo:

Tabla 44. Estimación ex post de consumo de energía eléctrica y por tipo de combustible en la línea base

Año	Consumo energía para calefacción línea base (Mcal/año)	Energía que correspond e a electricidad (Mcal/año)	Energía que correspond e a leña (Mcal/año)	Energía que correspond e a kerosene o parafina (Mcal/año)	Energía que correspond e a Gas Licuado de Petróleo (Mcal/año)	Energía que correspond e a Carbón (Mcal/año)
2009	82.760.178	413.801	75.311.762	2.482.805	1.241.403	3.310.407
2010	143.023.873	715.119	130.151.725	4.290.716	2.145.358	5.720.955
2011	211.406.185	1.057.031	192.379.628	6.342.186	3.171.093	8.456.247
2012	301.318.477	1.506.592	274.199.814	9.039.554	4.519.777	12.052.739

Finalmente, para la línea base ex post se obtiene la siguiente estimación de emisiones de GEI debido al uso de calefacción:

Tabla 45. Emisiones de línea base estimadas ex post.

Año	Emisiones de electricidad	Emisiones por uso de leña	Emisiones por uso de parafina	Emisiones por uso de GLP	Emisiones por uso de Carbón	Emisiones totales
tCO ₂ e/año						
2009	164	2.376	749	328	1.404	5.022
2010	281	4.106	1.295	568	2.426	8.676
2011	495	6.069	1.915	839	3.586	12.904
2012	716	8.650	2.729	1.196	5.112	18.403
Total	1.656	21.201	6.688	2.931	12.528	45.005

Estimación ex post, escenario de acción y efectos en emisiones de GEI:

Para la evaluación ex post, en el escenario de la acción se consideró un 30% de ahorro en el consumo de energía para calefacción, de acuerdo al estudio “Evaluación independiente del programa de reacondicionamiento térmico. Informe final”, ARQ Energía, ENER Solutions, 2013. Se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 46. Estimación ex post de consumos de energía en escenario de acción

Escenario acción ex post	Consumo energía para calefacción línea base (Mcal/año)	Energía que corresponde a electricidad (Mcal/año)	Energía que corresponde a leña (Mcal/año)	Energía que corresponde a kerosene o parafina (Mcal/año)	Energía que corresponde a Gas Licuado de Petróleo (Mcal/año)	Energía que corresponde a Carbón (Mcal/año)
2009	57.932.125	289.661	52.718.233	1.737.964	868.982	2.317.285
2010	100.116.711	500.584	91.106.207	3.003.501	1.501.751	4.004.668
2011	147.984.329	739.922	134.665.740	4.439.530	2.219.765	5.919.373
2012	210.922.934	1.054.615	191.939.870	6.327.688	3.163.844	8.436.917

Al aplicar los factores de emisión antes mencionados (para la línea base) se obtienen las emisiones de GEI (ex post) para el escenario de la acción de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 47. Estimación ex post emisiones de GEI en escenario de acción

Año	Emisiones de electricidad	Emisiones por uso de leña	Emisiones por uso de parafina	Emisiones por uso de GLP	Emisiones por uso de Carbón	Emisiones totales
tCO₂e/año						
2009	115	1.663	525	230	983	3.515
2010	197	2.874	907	397	1.698	6.073
2011	347	4.248	1.340	587	2.510	9.033
2012	501	6.055	1.910	837	3.578	12.882
Total periodo	1.159	14.841	4.682	2.052	8.770	31.503

Finalmente, para la evaluación ex post, se reporta el resumen de emisiones de GEI acumuladas para todo el periodo de evaluación por fuente de emisión, en la línea base, en el escenario de la acción y la variación entre ambos:

Tabla 48. Resultados ex post de emisiones de GEI acumuladas (2009-2012) por fuente de emisiones

Efectos GEI	Fuentes afectadas	Línea base tCO ₂ e	Escenario de la acción tCO ₂ e	Variación tCO ₂ e
Disminución de emisiones de GEI en la red	Centrales conectadas a la red	1.656	1.159	-497
Disminución en GEI por uso de combustibles para calefacción	Uso de combustibles para calefacción	43.349	30.344	-13.005
Total	-	45.005	31.503	-13.501

Mientras la evaluación ex ante tiene considera una proyección y por lo tanto comprende la estimación de los efectos futuros de una acción, la evaluación ex post tiene por objeto estimar los efectos obtenidos hasta la fecha, por lo que una evaluación combinada ex ante y ex post considera ambos propósitos. A la luz de los resultados presentados para ambas

evaluaciones (ex ante y ex post), a modo de comparación se resumen los siguientes resultados en base anual:

Tabla 49. Comparación de la variación anual en emisiones de GEI estimada según tipo de evaluación

Año	Variación en emisiones de GEI estimadas Ex Ante (tCO₂e)	Variación en emisiones de GEI estimadas Ex Post (tCO₂e)
2009	-	-1.507
2010	-3.096	-2.603
2011	-6.193	-3.871
2012	-9.289	-5.521
2013	-12.386	-
2014	-15.482	-
2015	-18.579	-
2016	-21.675	-
2017	-24.772	-
2018	-27.868	-
2019	-30.965	-
2020	-34.061	-
Total	-204.368	-13.501

En la tabla anterior se observa una mayor variación en emisiones anual en la evaluación ex ante, para los años 2010, 2011 y 2012. La diferencia entre el resultado de ambas estimaciones se debe principalmente a que el consumo de energía para calefacción por vivienda considerado en el caso ex post es menor que el de la evaluación ex ante, siendo el dato utilizado en la evaluación ex post, 9.205 MCal/vivienda, mientras que la evaluación ex ante considera un consumo mayor de 17.116 MCal/vivienda. El dato ex post que se utilizó para el consumo de energía por vivienda es más reciente y proviene de un estudio específico para evaluar el

impacto del programa de subsidios que se realizó después del inicio del programa (estudio independiente de ARQ Energía, ENER Solutions, 2013)²², mientras que para la evaluación con enfoque ex ante se utilizó el consumo de energía para calefacción por vivienda estimado en base a estudios previos, realizados a nivel nacional para viviendas de distintas regiones y niveles socioeconómicos (correspondientes a las referencias bibliográficas c y d). Esta diferencia produce que las emisiones de GEI en la línea base de la evaluación ex ante sean mayores que en la evaluación ex post y por lo tanto la variación en emisiones estimada resulta mayor.

iv) Programa Estándares Mínimos para Iluminación Residencial (MEPS)

Estimación ex ante de línea base:

La línea base considerada para esta acción consiste en un escenario con disponibilidad de ampolletas incandescentes (o ineficientes) en el mercado chileno por lo que los consumos de energía para iluminación se mantienen según la situación habitual.

La estimación se realizó para el periodo 2014-2020²³, considerando como único efecto dentro de los límites de la evaluación, la disminución en las emisiones de GEI en la red producto de la reducción en el consumo de electricidad para iluminación. La fuente afectada por la acción corresponde a las centrales conectadas al sistema eléctrico por lo que se estimaron las emisiones asociadas al uso de electricidad proveniente de la red para iluminación residencial.

²² Esta evaluación se aplicó en una muestra representativa del universo de viviendas intervenidas entre las regiones del Maule y Aysén por el programa de reacondicionamiento térmico, entre el año 2009 y 2010.

²³ Cabe mencionar que el Programa MEPS entró en vigencia en Diciembre del 2013, por lo que la evaluación se hace sobre el periodo 2014-2020.

Las emisiones de GEI debido al consumo de electricidad se obtuvieron mediante el producto del factor de emisión de la red y la energía consumida para iluminación residencial. Para esto, se consideraron los 4 sistemas interconectados existentes en Chile: SIC, SING, Aysén y Magallanes y el consumo de energía proveniente de cada sistema.

La energía proveniente de cada sistema se estimó mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 7. Estimación del consumo de energía para iluminación residencial de línea base

$$\text{Consumo de energía} \left(\frac{GWh}{\text{año}} \right) = \left(\sum_k \frac{\text{ampolletas}_k}{\text{vivienda}} \times \text{potencia}[W] \right) \times V \times \frac{\text{Horas}}{\text{día}} \times \frac{365 \text{ días}}{1.000.000.000}$$

Donde,

V , Representa el número de viviendas conectadas a cada Sistema (red).

$\text{Ampolleta}_{k/\text{vivienda}}$, Corresponde al número de ampolletas de tipo “k” instaladas por vivienda (los tipos considerados corresponden a ampolletas incandescentes > 60W, ampolletas incandescentes < 60W, lámparas fluorescentes compactas y tubos fluorescentes).

Horas/día , Corresponde al promedio estimado de horas de uso diarias de las ampolletas en las viviendas residenciales.

Potencia = Potencia promedio para cada tipo “k” de ampolleta.

- Número de viviendas conectadas a cada Sistema:

Para proyectar el número de viviendas se utilizaron datos del último Censo (2012), considerando una tasa de crecimiento en el número de viviendas residenciales de +2,08% anual. El valor 2,08% se obtuvo al estimar la variación anual entre el Censo 2002 y el 2012.

Adicionalmente, se consideró información respecto a la distribución de las viviendas residenciales por región geográfica de acuerdo al Censo 2012, para calcular el % de viviendas por región y se mantuvo dicha distribución a lo largo del periodo evaluado. De este modo se estimó el número de viviendas conectadas a cada sistema interconectado, como se presenta a continuación:

Tabla 50. Número de viviendas por sistema eléctrico

Año	n° de viviendas total	n° de viviendas SING	n° de viviendas SIC	n° de viviendas Sistema Aysén	n° de viviendas Sistema Magallanes
2014	5.132.157	377.131	4.667.703	34.523	52.800
2015	5.239.020	384.984	4.764.895	35.242	53.899
2016	5.348.108	393.000	4.864.110	35.976	55.022
2017	5.459.467	401.183	4.965.392	36.725	56.167
2018	5.573.145	409.537	5.068.782	37.489	57.337
2019	5.689.190	418.064	5.174.325	38.270	58.531
2020	5.807.652	426.769	5.282.066	39.067	59.750

Fuente: Proyección propia en base a datos Censo 2012 y 2002.

- Ampolletas por vivienda según tipo:

El valor promedio de ampolletas por vivienda según tipo se indican en la Tabla 51 y la fuente de información considerada corresponde al “Estudio de usos finales y curva de oferta de la conservación de la energía en el sector residencial. Informe final y resumen ejecutivo”, 2010, CDT.

- Potencia promedio de ampolletas según tipo:

Para obtener un valor promedio de la potencia a considerar para cada tipo de ampolleta se utilizaron los valores de la ficha PAEE20, versión Diciembre 2012, para esta acción. Los valores se indican en la Tabla 51.

- Horas/día de uso de las ampolletas:

Las horas de uso diario de ampolletas tienen un valor de 1,57 hrs/día (valor fijo para todo el periodo). La estimación de este valor corresponde al consumo anual de electricidad promedio por vivienda para iluminación residencial dividido en los días del año (365 días) y en la potencia total de las ampolletas instaladas en el total de viviendas.

El consumo de electricidad promedio por vivienda para iluminación corresponde a un valor de 289,4 kWh/(vivienda*año), obtenido del “Estudio de usos finales y curva de oferta de la conservación de la energía en el sector residencial. Informe final y resumen ejecutivo”, 2010, CDT.

A su vez, la potencia instalada de las ampolletas por vivienda corresponde a un total de 502,7 W/vivienda, estimada de acuerdo a la siguiente información:

Tabla 51. Potencia instalada de las ampolletas por vivienda

Tipo de Ampolleta	Número de ampolletas por vivienda	Potencia promedio [W]
Incandescentes por vivienda >60W	3,1	82
Incandescentes por vivienda <60W	3,4	37
Ampolletas eficientes	5,3	15
Tubos fluorescentes	0,9	48

Fuente: Número de ampolletas por vivienda proporcionados en el Estudio de usos finales de la energía (2010, CDT) y potencia promedio de la ficha PAEE20 (versión diciembre 2012) para esta acción.

- Factor de emisión de sistemas eléctricos:

Para los sistemas SIC y SING, se utilizó el valor del factor de emisión publicado por el Ministerio de Energía para el 2012. Para los sistemas interconectados de Aysén y Magallanes se utilizó una estimación propia en base a datos de consumo de combustible de las centrales interconectadas y de su generación publicados por la Comisión Nacional de Energía al año 2011. Los valores utilizados son los siguientes:

Tabla 52. Factores de emisión de los sistemas eléctricos

Sistema	EF (tCO ₂ /GWh)
SING	806
SIC	391
Aysén	173
Magallanes	658

Finalmente, estimado los consumos de energía para iluminación en la línea base, según cada sistema eléctrico, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 53. Estimación de consumos de energía para iluminación y emisiones de línea base

Red	Escenario de línea base	Unidad	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
SING	Consumo ampollitas incandescentes	GWh/año	82	84	86	87	89	91	93
	Consumo LFC	GWh/año	17	18	18	18	19	19	19
	Consumo tubos fluorescentes	GWh/año	9,3	9,5	9,7	9,9	10,1	10,3	10,6
	Consumo total SING	GWh/año	109	111	113	116	118	120	123
SIC	Consumo ampollitas incandescentes	GWh/año	1.016	1.038	1.059	1.081	1.104	1.127	1.150
	Consumo LFC	GWh/año	213	217	222	226	231	236	241
	Consumo tubos fluorescentes	GWh/año	116	118	120	123	125	128	131
	Consumo total SIC	GWh/año	1.345	1.373	1.401	1.430	1.460	1.491	1.522
Aysén	Consumo ampollitas incandescentes	GWh/año	7,5	7,7	7,8	8,0	8,2	8,3	8,5
	Consumo LFC	GWh/año	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7	1,8
	Consumo tubos fluorescentes	GWh/año	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0
	Consumo total AYSEN	GWh/año	10	10	10	11	11	11	11
Magallanes	Consumo ampollitas incandescentes	GWh/año	11,5	11,7	12,0	12,2	12,5	12,7	13,0
	Consumo LFC	GWh/año	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,7
	Consumo tubos fluorescentes	GWh/año	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,4	1,5
	Consumo total Magallanes	GWh/año	15	16	16	16	17	17	17
-	Emisiones de línea base	tCO₂e/año	625.046	638.061	651.347	664.909	678.754	692.887	707.315

Estimación ex ante escenario de acción y efectos en emisiones de GEI:

Como escenario de la acción se consideró una eliminación gradual de las ampollas incandescentes del mercado por lo que su uso es reemplazado por lámparas eficientes, de acuerdo al cronograma indicado en la Tabla 6.

Además, se considera que la acción afecta sólo a las ampollas incandescentes y no a los tubos fluorescentes, los cuales en el escenario de la acción se encuentran disponibles en la misma cantidad que en la línea base.

Con el objetivo de estimar el consumo de energía para iluminación residencial en el escenario de la acción, se consideró una tasa anual de reemplazo de ampollas incandescentes por ampollas eficientes. Cabe mencionar que dicha tasa se estimó en base a datos históricos sobre las ventas de ampollas en el mercado, recopilados en el marco de la acción de etiquetado de ampollas que se ha estado implementando desde el año 2007, por lo que como parte de la estimación de la tasa de reemplazo se incluye un breve análisis respecto a la interacción entre la acción de etiquetado y la acción evaluada se describe junto con la estimación de la tasa de reemplazo.

Para la estimación del consumo de energía que resulta producto del reemplazo de ampollas incandescentes por ampollas eficientes, la tasa de reemplazo estimada fue aplicada al consumo de energía de las ampollas incandescentes en la línea base, de acuerdo a la siguiente ecuación:

Ecuación 8. Consumo de energía para iluminación en escenario de la acción

$$EC_{\text{ampollas eficientes de reemplazo},y} = \frac{1}{4} \times \text{Consumo de Energía}_{\text{línea base},y} \times \% \text{tasa de reemplazo}_y$$

Donde,

$\text{Consumo de energía}_{\text{línea base},y}$ Representa a la energía consumida por las ampollas incandescentes reemplazadas en el año “y”.

*%tasa de reemplazo*_y, corresponde al % de ampolletas incandescentes que se espera reemplazar mediante el programa MEPS, cada año “y”.

La ecuación anterior supone que las ampolletas eficientes de reemplazo consumen un cuarto de la energía que consumen las ampolletas incandescentes.

Por otro lado, se asume que el remanente de ampolletas incandescentes (porcentaje que no ha sido reemplazado), es decir las lámparas compactas fluorescentes y los tubos fluorescentes considerados en la línea base consumen la misma cantidad de energía en el escenario de la acción.

- Consumo de energía línea base:

Corresponde a los valores de línea base para el consumo de energía de las ampolletas incandescentes estimado y reportado en la Tabla 53.

- Tasa de Reemplazo:

Para la estimación de la tasa de reemplazo se consideró que al finalizar los primeros 12 meses se eliminan del mercado las ampolletas incandescentes con potencia mayor a 75 W, los primeros 18 meses se logra eliminar del mercado las ampolletas con potencia mayor a 45W y a los 24 meses se han eliminado las ampolletas con potencia mayor o igual a 25 W. Los plazos considerados corresponden al cronograma del programa MEPS, de acuerdo a lo establecido en el diario oficial mediante la Resolución exenta N° 60, con fecha del 28 de Diciembre 2013.

La tasa de reemplazo se estimó mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 9. Estimación de la tasa de reemplazo

$$\%Tasa\ de\ reemplazo = \frac{\text{unidades incandescentes de potencia } x (W) \text{ vendidas en el mercado}}{\text{total de ampolletas incandescentes instaladas en el parque de viviendas}}$$

En la ecuación anterior, el total de ampollas incandescentes instaladas en el parque de viviendas se obtiene en base al porcentaje de ampollas incandescentes (49%) del total de ampollas instaladas en el parque de viviendas, de acuerdo al estudio de CDT antes referido. Para estimar el total de ampollas instaladas en el parque, se considera el número de viviendas “V” de la Tabla 50, multiplicado por el valor de 13,2 ampollas/vivienda, obtenido del estudio de usos finales de CDT.

En la Ecuación 9, para el valor a utilizar como “las unidades incandescentes de potencia x que se venden en el mercado”, se considera como “potencia x ” la potencia límite asociada a cada etapa del programa MEPS. Por ejemplo para la primera etapa, se prohíben las ampollas incandescentes con potencia mayor a 75 W, por lo que se considera en la ecuación, las unidades incandescentes de potencia mayor a 75 W. Como fuente de información para obtener el número de unidades se utilizan los datos de ventas de ampollas proporcionados por el Ministerio de Energía.

Cabe mencionar que los datos históricos de ventas de ampollas, a partir del año 2007, representan el escenario de la acción de etiquetado de ampollas que entró en vigencia ese año, por lo que la estimación de la tasa de reemplazo incluye los efectos de dicha acción.

En este contexto, de acuerdo a las guías sobre interacciones contenidas en el Apéndice B del Estándar, existe una interacción entre la acción evaluada (MEPS) y la acción de etiquetado de ampollas iniciada a partir del año 2007 y que por lo tanto forma parte de su línea base. La interacción ocurre debido a que ambas acciones están dirigidas al ahorro de energía en iluminación residencial y por lo tanto se consideró en la estimación de las emisiones de GEI para el escenario que contempla la aplicación del programa MEPS (o escenario de la acción). En este caso, la acción de etiquetado tiene una incidencia sobre la tasa de reemplazo esperada de ampollas incandescentes por ampollas eficientes debido a que dicha acción proporciona información (etiqueta) al consumidor sobre la eficiencia energética de estos artefactos con el fin de contribuir a que los consumidores

prefieran ampolletas más eficientes. Dado que se espera que esto tenga un efecto positivo sobre la tasa de reemplazo se considera que los efectos de la acción evaluada se ven reforzados con la acción de etiquetado existente (es decir, que se produce una interacción de refuerzo). Esto implica que los efectos en emisiones de GEI de la acción evaluada sean mayores que los efectos de la acción aislada, es decir sin la existencia de la acción de etiquetado de ampolletas en su línea base.

Si bien como parte de este estudio no se realizó una estimación independiente de la variación en emisiones del etiquetado de ampolletas, los datos obtenidos con respecto a ventas de ampolletas producto de dicha acción se utilizaron para estimar la tasa de reemplazo a modo de incluir sus efectos en la estimación de las emisiones de GEI en el escenario de la acción evaluada.

En la siguiente tabla se resumen los datos utilizados en la estimación de la tasa de reemplazo para cada etapa y el % estimado:

Tabla 54. Estimación de la tasa de reemplazo de ampolletas incandescentes

Parámetro	Valor
Ampolletas instaladas (total nacional)	67.744.471
Ampolletas instaladas incandescentes	33.194.791
Ampolletas incandescentes vendidas (promedio de ventas 2007-2012) > 75 W	8.677.670
Ampolletas incandescentes vendidas (promedio de ventas 2007-2012) > 40 W	19.413.637
Ampolletas incandescentes vendidas (promedio de ventas 2007-2012) >= 25 W	23.035.503
Tasa de reemplazo 12 meses (> 75 W)	26,1%
Tasa de reemplazo 18 meses (> 40 W)	58,5%
Tasa de reemplazo 24 meses (>= 25 W)	69,4%

En base a las tasas de reemplazo estimadas anteriormente y de acuerdo al cronograma de la acción, se determinaron los siguientes % de reemplazo anuales:

Tabla 55. % de reemplazo considerados en la estimación de emisiones de la acción.

Año	% reemplazo
2014	0%
2015	37%
2016	64%
2017	74%
2018	84%
2019	94%
2020	95%

Los datos presentados en la tabla anterior suponen que los años 2015 y 2016 permanece un remanente del 5% de las ampollitas en el mercado que no son eliminadas. Luego a partir del año 2017 en adelante hay un incremento anual en la tasa de reemplazo del 10% hasta alcanzar un 95 % al año 2020.

Al año 2020, se considera que en las casas existe un 5% de ampollitas que siguen instaladas, lográndose un 95% de reemplazo de las ampollitas instaladas.

Finalmente, aplicando la Ecuación 8 y los factores de emisión antes indicados para los sistemas eléctricos, se obtienen los siguientes resultados.

Tabla 56. Estimación de consumos de energía y emisiones de GEI en escenario MEPS

Dato	Unidad	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Consumo energía eficiente de reemplazo SING	GWh/año	0,00	7,82	13,78	16,25	18,82	21,48	22,07
Consumo energía ineficiente remanente SING	GWh/año	82,12	52,55	30,47	22,37	13,92	5,10	4,65
Consumo LFC y Tubos fluorescentes existentes SING	GWh/año	26,52	27,07	27,63	28,21	28,80	29,40	30,01
Consumo energía eficiente de reemplazo SIC	GWh/año	0,00	96,79	170,52	201,10	232,88	265,90	273,18

Dato	Unidad	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Consumo ineficiente remanente SIC	GWh/año	1016,43	650,44	377,13	276,86	172,24	63,16	57,51
Consumo LFC y Tubos fluorescentes existentes SIC	GWh/año	328,20	335,04	342,01	349,13	356,40	363,82	371,40
Consumo eficiente de reemplazo Aysén	GWh/año	0,00	0,72	1,26	1,49	1,72	1,97	2,02
Consumo ineficiente remanente Aysén	GWh/año	7,52	4,81	2,79	2,05	1,27	0,47	0,43
Consumo LFC y Tubos fluorescentes existentes Aysén	GWh/año	2,43	2,48	2,53	2,58	2,64	2,69	2,75
Consumo eficiente de reemplazo Magallanes	GWh/año	0,00	1,09	1,93	2,27	2,63	3,01	3,09
Consumo ineficiente Magallanes	GWh/año	11,50	7,36	4,27	3,13	1,95	0,71	0,65
Consumo LFC y Tubos fluorescentes existentes Magallanes	GWh/año	3,71	3,79	3,87	3,95	4,03	4,12	4,20
Emisiones escenario acción	tCO₂e/año	625.046	503.085	413.553	384.468	353.992	322.081	326.361

La siguiente tabla resume las emisiones de GEI en la red, para la línea base, escenario acción y variación asociada a la acción:

Tabla 57. Estimación de resultados asociados a emisiones de GEI en la red

Variación en emisiones de GEI	Emisiones de línea base	Emisiones escenario acción	Emisiones totales (tCO ₂ e/año)
2014	625.046	625.046	0
2015	638.061	503.085	-134.976
2016	651.347	413.553	-237.793
2017	664.909	384.468	-280.441
2018	678.754	353.992	-324.762
2019	692.887	322.081	-370.806
2020	707.315	326.361	-380.954
Total	4.658.318	2.928.586	-1.729.732

De acuerdo a esta evaluación ex ante, el total acumulado al año 2020 de los efectos esperados para el Programa MEPS en iluminación residencial corresponde a una reducción estimada de 1.729.732 toneladas de CO₂e.

v) Campañas de difusión y comunicación de eficiencia energética: La energía importa, cuida lo que es de todos

Estimación de línea base:

El escenario de línea base, o caso de referencia para estimar la variación en las emisiones de GEI, corresponde a la situación más probable de ocurrir en ausencia de la campaña de comunicación y difusión de eficiencia energética. De acuerdo a esta definición, se considera como línea base un escenario en que los hábitos de consumo de energía se mantienen sin variaciones respecto a la situación habitual.

La estimación de los efectos (o variación) en términos de emisiones de GEI, implica realizar una comparación entre los resultados de la campaña y el escenario más probable en ausencia de ella. Para el caso de las campañas comunicacionales, se considera que el

método de comparación de escenarios sea más apropiado que el de comparación de grupos²⁴ debido a que se espera que una campaña llegue a toda la población (sobre todo si la difusión incluye medios masivos como el uso de la televisión, radio o sitios web) y puede resultar muy complejo aislar a un grupo representativo de personas que no esté expuesto a la campaña y que a su vez tenga contextos (por ejemplo socioeconómicos o geográficos) similares.

Para utilizar el método de comparación de escenarios se recomienda estudiar el comportamiento de la población en cuanto a hábitos de consumo de energía durante un periodo previo al inicio de la campaña comunicacional y construir el escenario de línea base en base a esa información. De esta forma, se evalúa un mismo grupo o muestra de personas antes y después de la campaña. Dentro de los métodos de evaluación de desempeño más comunes para las campañas de comunicación se considera la realización de monitoreos mediante encuestas, entrevistas y mediciones.

Respecto a los parámetros a monitorear, dependiendo del grupo objetivo y del mensaje es posible identificar una metodología de estimación de emisiones y en función de ello, los parámetros que se requiere recopilar.

Por ejemplo, para una campaña cuyo mensaje es el ahorro de energía mediante la aplicación de prácticas que ahorran electricidad y el grupo objetivo es el sector residencial, se podría utilizar la siguiente ecuación para la estimación de las emisiones de GEI en la línea base debido al consumo de electricidad proveniente de la red en viviendas residenciales:

$$\text{Emisiones de GEI en la red} = \sum_k EF_k \times \text{Consumo}_k$$

Donde,

²⁴ En el método de comparación de escenarios, se construye un escenario de línea base en el cual se simula la situación más probable en ausencia de la campaña comunicacional mientras que el método de comparación de grupos (que propone el Estándar) implica comparar un grupo que está expuesto a la campaña con un grupo de control que no lo está por lo cual no se ve afectado por la campaña y continúa con un comportamiento habitual.

EF_k : representa el factor de emisión de la red (tCO_2/MWh) a la que se conectan las viviendas que consumen electricidad.

$Consumo_k$: representa la electricidad ($MWh/año$) que consumen las viviendas conectadas a la red.

En cuanto al factor de emisión a utilizar, se deberá usar el factor correspondiente al año en que ocurre el consumo de electricidad, definido en base a información reportada por el Ministerio de Energía.

Respecto al dato de actividad que debe ser monitoreado, éste corresponde al consumo de electricidad de las viviendas.

En general, el principal desafío para la estimación de los impactos en ahorros de energía y emisiones de GEI atribuibles a una campaña de comunicación y difusión es la dificultad en aislar los efectos propios de la campaña de los efectos provocados debido a otros programas de eficiencia energética o factores externos (como por ejemplo el caso en que un aumento en el precio de la energía tenga una contribución importante sobre los ahorros de energía observados). Es por esto que durante la estimación de las emisiones de línea base deben identificarse los ahorros de energía que se producen debido a otros factores (como por ejemplo la variabilidad de precios de la energía) o programas de eficiencia energética que afecten al mismo sector (por ejemplo el sector residencial) y al mismo grupo objetivo de la campaña de difusión y comunicación de eficiencia energética, de manera de poder aislar dichos ahorros, del ahorro obtenido como resultado de la campaña de difusión evaluada.

Estimación de escenario de la acción y efectos en emisiones de GEI:

Para la evaluación de los efectos de la campaña se define como escenario de la acción, la modificación en las conductas de las personas debido a la campaña y se observa un ahorro en el consumo de energía.

Dado que el desempeño de una campaña de difusión de eficiencia energética dependerá de la efectividad que tenga la campaña comunicacionalmente, cualquier estimación ex

ante estaría basada en supuestos (ej. asumiendo una fracción de la población que recuerda haber visto la campaña, que haya aplicado los consejos de eficiencia energética).

Debido a esto, para tener una primera aproximación a los efectos esperados de este tipo de campañas se considera apropiado realizar una evaluación ex post.

Es importante señalar que los estudios consultados, como por ejemplo el “Innovative Communication Campaign Packages on Energy Efficiency”, World Energy Council (WEC), ADEME, 2010, concuerdan en que para contar con los datos requeridos en una evaluación ex post se requiere elaborar un plan de monitoreo y un método de evaluación (estimación) durante la etapa de diseño de la campaña (es decir, antes de su implementación). Esto permite identificar y recopilar en forma oportuna los parámetros (por ejemplo, el consumo de energía por vivienda) que serán requeridos en el cálculo ex post de acuerdo al método de estimación seleccionado.

Para estimar las emisiones de GEI en el escenario de la implementación de la campaña, se debe utilizar el mismo método de estimación que en la línea base, considerando el consumo de energía correspondiente al escenario “post campaña”. Para estimar el consumo de energía, o el ahorro obtenido producto de la campaña, se requiere realizar en forma complementaria a las mediciones de los ahorros en el consumo de energía, encuestas y entrevistas que permitan determinar si la población aplicó los consejos prácticos para ahorrar energía y de ese modo poder atribuir el ahorro energético a un cambio en las conductas (hábitos de consumo de energía) de las personas que estuvieron expuestas a la campaña.

Finalmente, la estimación de los efectos en emisiones de GEI se calcula en base a la diferencia entre las emisiones de GEI en la fuente de emisiones evaluada “post campaña” y las emisiones de GEI estimadas para la línea base. Sin embargo, como se comentó anteriormente, es necesario considerar que el principal desafío es estimar el ahorro energético que es atribuible específicamente a la campaña y no a otros factores externos a ella.

3.5 Evaluación de la incertidumbre

De acuerdo al Capítulo 12 del Estándar, para cada acción evaluada se requiere la realización de una evaluación de la incertidumbre asociada a las estimaciones de emisiones de GEI, ya sea en forma cuantitativa o cualitativa.

Dado que en la actualidad no se maneja información sobre la incertidumbre de los datos de actividad utilizados, se optó por analizar en forma cualitativa la incertidumbre correspondiente junto con un análisis de sensibilidad para cada uno de los parámetros que implican un mayor impacto en los resultados finales.

j) Establecimiento de metas de consumo energético y de emisiones de CO₂ para el promedio del parque de vehículos nuevos

A continuación se describe en forma cualitativa la incertidumbre asociada a los parámetros principales considerados en la estimación de emisiones:

- Número de vehículos por año: Los valores utilizados fueron obtenidos de la ficha PAEE20 para esta acción, versión Diciembre 2012 del Ministerio de Energía. Los datos sobre vehículos nuevos están basados en información estadística oficial de la venta de vehículos según la ANAC. En forma adicional a esta información, también existen estadísticas históricas del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) respecto a los vehículos en circulación. Dicha información es consistente con los valores proporcionados por la ANAC, por lo que se identifica un alto nivel de acuerdo entre ambas fuentes. Dado que sólo se dispone de estas dos fuentes de información para este parámetro, se determinó un nivel intermedio de confianza para los datos utilizados.
- Nivel de actividad vehicular: Este parámetro consiste en la distancia (km) recorrida por cada categoría de vehículo, la cual se reporta generalmente por región. El valor utilizado para el nivel de actividad considera un mayor nivel de incertidumbre debido a que el dato utilizado corresponde a un valor genérico estimado como un promedio para todas las regiones y categorías de vehículos. El valor utilizado en las

estimaciones de GEI fue estimado en base a resultados reportados en la ficha PAEE20 de esta acción, versión Diciembre 2012 y presenta un bajo nivel de acuerdo con un segundo estudio “Análisis y Desarrollo de una Metodología de Estimación de Consumos Energéticos y Emisiones para el Transporte”, 2010, SECTRA. Debido a las discrepancias observadas y que existe poca evidencia que respalde este dato, se considera para este parámetro un bajo nivel de confianza.

- Emisiones promedio del parque vehicular: Los valores asociados a este parámetro fueron obtenidos de una única fuente de información confiable y robusta: Centro Mario Molina y el Centro de Control y Certificación Vehicular (3CV). Dado que los datos provienen de una única fuente de información robusta y confiable se determinó un nivel de confianza intermedio para estos valores.

En relación a la incertidumbre del modelo utilizado para estimar las emisiones de GEI del parque vehicular, cabe mencionar que el modelo tiene sus limitaciones, debido principalmente al uso de un nivel de actividad promedio aplicado al total de vehículos nuevos y que además este se considera constante a lo largo del periodo de evaluación.

Por otro lado, el modelo utilizado también considera un valor fijo (a lo largo del periodo bajo estudio) para el factor de emisión, el cual no es específico por categoría de vehículo. En general, para lograr una mejor estimación (con menor incertidumbre asociada) sería óptimo utilizar valores específicos por región y categoría de vehículo.

Debido al grado de incertidumbre asociado a estos parámetros, éstos fueron sometidos a un análisis de sensibilidad de acuerdo a la variación que se indica a continuación.

Tabla 58. Variación de los parámetros a sensibilizar

Escenarios de Sensibilidad	Variación			
	Número de Vehículos	Nivel de actividad (km/veh año)	Promedio de emisiones de CO ₂ del parque vehicular en línea base	Promedio de emisiones de CO ₂ una vez aplicada la acción
Base	0%	0%	0%	0%
1	+20%	+50%	+5%	+5%
2	-20%	-50%	-5%	-5%

Los resultados del análisis de sensibilidad se reportan en las siguientes tablas:

Tabla 59. Resultados del análisis de sensibilidad para el periodo 2016-2020.

Escenarios de Sensibilidad	Emisiones de GEI (tCO ₂ e)			
	Número de Vehículos	Nivel de actividad (km/veh año)	Promedio de emisiones de CO ₂ del parque vehicular en línea base	Promedio de emisiones de CO ₂ una vez aplicada la acción
Base	-4.224.846	-4.224.846	-4.224.846	-4.224.846
1	-5.069.815	-6.337.268	-4.903.632	-3.757.301
2	-3.379.876	-2.112.423	-3.546.059	-4.692.390

Cabe mencionar que una variación, tanto en los datos asociados al número de vehículos, como al nivel de actividad producen una variación de la misma magnitud sobre el resultado final de la evaluación (es decir sobre la variación en emisiones de GEI producto de la acción), sin embargo ambos parámetros fueron sometidos a variaciones diferentes, tal como se indica en la Tabla 58, debido a que para cada parámetro se espera un nivel de incertidumbre diferente, siendo el nivel de actividad mucho más susceptible a variaciones que el número de vehículos, por lo que se

sensibilizó en un rango mayor. Esto permite comprender mejor el rango en emisiones de GEI en que podría variar el resultado final de la evaluación, de acuerdo a las posibles variaciones en los datos de actividad (según su incertidumbre asociada).

El resultado final de la evaluación depende principalmente del valor asociado al promedio en emisiones del parque vehicular considerado en la estimación de emisiones de CO₂ de línea base y del escenario de la acción, sin embargo se espera que ambos parámetros no varíen significativamente respecto a los valores asignados. Dado esto, se sensibilizaron en un +-5%, observándose que ambos parámetros tienen una incidencia de similar magnitud en el resultado final.

Considerando la sensibilización sobre el nivel de actividad, que representa el parámetro con mayor nivel de incertidumbre, se observa que el resultado de la evaluación puede variar dentro del rango -2.112.423 y -6.337.268 toneladas de CO₂.

ii) Programa de promoción y fomento a la cogeneración

A continuación se describe en forma cualitativa la incertidumbre asociada a los parámetros principales considerados en la estimación de emisiones:

- **Proyección de la implementación de proyectos (2012-2020):** La proyección utilizada está basada en el número total de anteproyectos cofinanciados en el año 2012, considerando una tasa de implementación anual basada en supuestos. El número total de proyectos con cofinanciamiento otorgado en el año 2012 está basado en información oficial de una fuente confiable, en este caso, la AChEE²⁵. Sin embargo se considera un bajo nivel de confianza, debido a que la proyección

²⁵ En general para las acciones de eficiencia energética se entenderá como fuente confiable de información aquella información de carácter oficial, publicada por el Ministerio de Energía u otro organismo relacionado a la implementación de la acción, así como también otras instituciones de investigación reconocidas a nivel nacional (tales como universidades o centros de investigación).

de los proyectos que serán implementados en los próximos años se basa en supuestos.

- Factor de planta de sistema de cogeneración, razón electricidad/calor, eficiencia térmica (para sistemas convencionales y para sistemas de cogeneración): Se utilizaron valores promedio para la industria y pueden variar dependiendo de las especificaciones técnicas individuales de cada equipo. Los valores utilizados están basados en información pública (estudios), supuestos y juicio experto por lo que se les asocia un nivel de confianza intermedio.
- Factor de emisión de la red: Factor de emisión del SIC según región geográfica se obtuvo de una fuente nacional confiable: Ministerio de Energía. Si bien hay una sola fuente de información que reporta esta información, ésta se basa en información confiable y por tanto se considera que la evidencia es robusta. El nivel de confianza del factor de emisión se considera medio.

Respecto al modelo utilizado, las principales limitaciones del mismo corresponden al uso de un valor fijo para el consumo de energía en las instalaciones evaluadas a lo largo del periodo y una alta cantidad de supuestos.

Debido al grado de incertidumbre asociado a ciertos parámetros claves, éstos fueron sometidos a un análisis de sensibilidad. Los resultados del análisis de sensibilidad se reportan en las siguientes tablas:

Tabla 60. Variación de los parámetros a sensibilizar (parte 1)

Escenarios de sensibilidad	Variación			
	Factor de planta cogeneración	Razón Electricidad /calor	Consumo de combustible estimado en Cogeneración	Eficiencia cogeneración
Base	0%	0%	0%	0%
1	-15%	-50%	-15%	-10%
2	+15%	+50%	+15%	+10%

La razón Electricidad/Calor que se utilizó para estimar la potencia térmica de algunos proyectos consiste en un valor teórico y dado que la potencia térmica real puede variar respecto al valor teórico, se le asignó un mayor rango de variación en comparación a los otros parámetros.

Además de la sensibilización de los parámetros antes referidos, se analizaron los siguientes escenarios para la tasa de implementación anual de proyectos considerada como supuesto:

Tabla 61. Variación de los parámetros a sensibilizar (parte 2)

Escenarios de sensibilidad	Variación de la tasa de implementación anual								
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Base	0%	0%	0%	25%	50%	75%	95%	95%	95%
1 (pesimista)	0%	0%	0%	10%	25%	40%	55%	70%	85%
2 (optimista)	0%	0%	35%	60%	90%	100%	100%	100%	100%

A continuación se presentan los resultados obtenidos:

Tabla 62. Resultados del análisis de sensibilidad para el periodo 2012-2020.

Escenarios de sensibilidad	Emisiones de GEI (tCO ₂ e)				
	Factor de planta cogeneración	Razón Electricidad /calor	Eficiencia térmica plantas convencionales	Consumo de combustible estimado para Cogeneración	Tasa de Implementación
Base	-812.631	-812.631	-812.631	-812.631	-812.631
1	-738.797	-1.359.458	-863.929	-753.245	-532.413
2	-886.465	-630.355	-761.333	-856.525	-1.092.849

En la tabla anterior es posible observar que el valor asociado a la tasa de implementación asumido para estimar la variación en emisiones de GEI producto de esta acción tiene una incidencia importante en el resultado final de la evaluación. Por otro lado, considerando el posible rango de variación asignado a cada parámetro de acuerdo al nivel de incertidumbre asociado a cada uno, se observa que el resultado de la evaluación, está sujeto a variaciones importantes, pudiendo variar entre -540.917 y -1.372.437 tCO₂e, dependiendo de los supuestos y parámetros considerados en la evaluación ex ante.

iii) Programa de Subsidios para Reacondicionamiento Térmico de viviendas existentes en sectores vulnerables

A continuación se describe en forma cualitativa la incertidumbre asociada a los parámetros principales considerados en la estimación de emisiones:

- Los principales parámetros identificados corresponden a: número de subsidios asignados por año, demanda de energía por vivienda, % de ahorro de energía esperados con la medida. En general estos parámetros fueron obtenidos de estudios realizados a nivel nacional. Se consideró un nivel de confianza intermedio ya que sólo una fuente de información fue utilizada en cada caso, sin embargo corresponden a un estudios realizados a nivel nacional y provienen de una organización confiable (considerándose como organización confiable el Ministerio

de Energía así como también asesores o instituciones de investigación contratadas por el ministerio para realizar los estudios que dan origen a la información utilizada, tales como la Corporación de Desarrollo Tecnológico, Programa de Estudios e Investigaciones en Energía de la Universidad de Chile, entre otros indicados anteriormente).

- Factores de emisión de combustibles y red: Se considera que la fuente de información utilizada para estos factores es robusta (IPCC y Ministerio de Energía), por lo que se define un nivel de confianza intermedio.

Cabe mencionar que las principales limitaciones del modelo corresponden al uso de un valor fijo para la demanda de energía para calefacción por vivienda a lo largo del periodo de evaluación. Sin embargo se considera que este valor podría variar debido a diversos factores como una variación en los ingresos de las familias, cambios en la tecnología de los equipos de calefacción utilizados, etc.

Respecto a la asignación de subsidios anuales, para el enfoque ex ante, se considera una distribución uniforme (del total de subsidios a asignar al 2020), durante los 11 años de duración del periodo de evaluación. Dado que una variación en este supuesto (distribución uniforme) tiene un impacto significativo en los resultados de esta acción, se analizan 2 escenarios alternativos que se indican en las tablas que se reportan a continuación para el análisis de sensibilidad.

Los resultados del análisis de sensibilidad se reportan en las siguientes tablas:

Tabla 63. Variación de los parámetros a sensibilizar (evaluación ex ante)

Escenarios de sensibilidad	Variación de parámetros		
	Número de subsidios asignados	Demanda de energía por vivienda	Ahorro energético esperado con la medida
Base	86.400	0	0
1 (optimista)	97.680	+20%	+20%
2 (pesimista)	65.120	-20%	-20%

Tabla 64. Resultados del análisis de sensibilidad para el periodo 2010-2020 (evaluación ex ante).

Escenarios de sensibilidad	Variación de emisiones de GEI (tCO ₂ e)		
	Número de subsidios asignados	Demanda de energía por vivienda	Ahorro energético esperado con la medida
Base	-204.368	-204.368	-204.368
1 (optimista)	-231.049	-245.241	-245.241
2 (pesimista)	-154.033	-163.494	-163.494

Los resultados presentados en la Tabla 65, representan el rango de variación al que se encuentra sujeto el resultado de la estimación ex ante, en el caso de un +-20% variación en los valores de la demanda de energía por vivienda y el ahorro energético producto de la acción. También se analizan dos escenarios que difieren en el número de subsidios asignados. El número de subsidios entregados en cada escenario se basa en los valores asociados a los escenarios optimista y pesimista presentados en la ficha (PAEE20, versión Diciembre 2012) del "Programa para mejorar la calidad energética de la envolvente y del equipamiento en edificaciones construidas sin estándares de eficiencia energética: Reacondicionamiento térmico de vivienda en sectores vulnerables".

A continuación se presentan otro análisis de escenarios alternativos, que contemplan una variación en la forma de distribuir los subsidios a lo largo del periodo de evaluación considerado.

Tabla 65. Variación de escenarios para asignación de subsidios (evaluación ex ante)

Escenarios de sensibilidad	Asignación anual de subsidios										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Base	7.855	7.855	7.855	7.855	7.855	7.855	7.855	7.855	7.855	7.855	7.855
1 (asignación creciente)	6.000	6.370	6.740	7.110	7.480	7.850	8.220	8.590	8.960	9.330	9.750
2 (asignación decreciente)	9.700	9.330	8.960	8.590	8.220	7.850	7.480	7.110	6.740	6.370	6.050

Tabla 66. Resultados del análisis de sensibilidad de escenarios de asignación de subsidios (evaluación ex ante)

Escenarios de sensibilidad	Variación emisiones de GEI (tCO ₂ e)
Base	-204.368
1 (asignación creciente)	-188.224
2 (asignación decreciente)	-220.314

En los resultados de la Tabla 66 es posible observar que al asignar una mayor cantidad de subsidios al principio del periodo (asignación decreciente, escenario 2 en Tabla 65) se maximiza la mitigación de emisiones de GEI, en comparación con una distribución creciente para un mismo total de subsidios durante el periodo.

A continuación presentan las tablas asociadas al análisis de sensibilidad para la evaluación ex post:

Tabla 67. Variación de los parámetros a sensibilizar (evaluación ex post)

Escenarios de sensibilidad	Variación de parámetros	
	Demanda de energía por vivienda	Ahorro energético esperado con la medida
Base	0%	0%
1 (optimista)	+20%	+20%
2 (pesimista)	-20%	-20%

Se consideró una variación de la demanda de energía por vivienda y el ahorro energético que se espera lograr con la medida de un $\pm 20\%$, con el fin de analizar como varía el resultado de la evaluación ex post. Respecto al número de subsidios entregados, como la evaluación ex post se hizo en base a la cantidad de subsidios efectivamente otorgados por el Minvu, dicho parámetro no está sujeto a posibles variaciones en la evaluación y por lo tanto, a diferencia del análisis de sensibilidad para la estimación ex ante, no se incluye como parte del análisis de sensibilidad de la estimación ex post.

Tabla 68. Resultados del análisis de sensibilidad para el periodo 2009-2012 (evaluación ex post).

Escenarios de sensibilidad	Variación de emisiones de GEI (tCO ₂ e)	
	Demanda de energía por vivienda	Ahorro energético esperado con la medida
Base	-13.501	-13.501
1 (optimista)	-16.202	-16.202
2 (pesimista)	-10.801	-10.801

En la tabla anterior se presentan los resultados correspondientes al análisis de sensibilidad para la evaluación ex post, observándose en este caso el rango en el que podría variar el resultado de la estimación según posibles fluctuaciones en los parámetros claves (demanda de energía y ahorro energético).

iv) Programa Estándares Mínimos para Iluminación Residencial (MEPS)

A continuación se describe en forma cualitativa la incertidumbre asociada a los parámetros principales considerados en la estimación de emisiones:

- **Proyección del número de viviendas (2014-2020):** Esta proyección está basada en el total de viviendas reportado en los resultados del último Censo (2012), por lo que se considera que los valores provienen de una fuente confiable. Para los valores proyectados se considera un menor nivel de confianza puesto que para dicha proyección sólo se utilizó una tasa estimada del crecimiento anual de acuerdo a los últimos Censos (2002 y 2012). Este incremento anual se consideró constante a lo largo de todo el periodo, lo cual es consistente con otros métodos utilizados para proyectar el número de viviendas, encontrados en otros estudios. La proyección de viviendas se considera de un nivel de confianza intermedio.
- **Tasa de Reemplazo:** Este parámetro se estimó en base a información sobre la venta de ampolletas y en el número de ampolletas por casa. Ambos parámetros provienen de fuentes de información confiables, sin embargo no se encontraron otras fuentes de información que permitan comparar estos valores. Por otro lado, el uso de varios supuestos para estimar la variación de esta tasa de reemplazo a lo largo del periodo bajo estudio le agrega más incertidumbre a la estimación. Dado esto, se considera un bajo nivel de confianza para los valores de la tasa de reemplazo utilizados.

- Factores de emisión de la red: Se considera que el nivel de confianza de los factores de emisión es intermedio debido a que si bien provienen de fuentes de información robustas y confiables (Ministerio de Energía), no existen otras fuentes de información que permitan contrastar la información utilizada.
- Horas de uso diario de las ampollitas: Este parámetro fue estimado como un valor promedio en base al consumo de energía por vivienda para iluminación y la potencia de las ampollitas instaladas. El estudio que respalda los datos utilizados en la estimación es confiable y de origen local por lo que los datos utilizados son representativos. Se considera que el valor estimado es de un nivel de confianza intermedio.

Las limitaciones del modelo de estimación de emisiones de GEI se deben al uso de valores fijos (consumo de energía para iluminación por vivienda, tipo de ampollitas utilizadas en la línea base por vivienda, horas de uso) a lo largo de todo el periodo.

Debido al grado de incertidumbre asociado a estos parámetros, éstos fueron sometidos a un análisis de sensibilidad. Para dicho análisis los valores asociados a la tasa de reemplazo estimado y las horas de uso de ampollitas fueron sometidos a un rango de variación importante ($\pm 50\%$) en relación a los otros parámetros. Esto debido a que para estimar la variación de la tasa de reemplazo en el tiempo se utilizó un gran número de supuestos, agregándole mayor incertidumbre al valor. Por otro lado el parámetro “horas de uso de ampollitas” es un valor promedio, que se basa en el consumo de energía para iluminación, en la potencia instalada de ampollitas en el total de viviendas y otros factores que son más susceptibles a variaciones en el tiempo, por lo que también se consideró razonable sensibilizar este parámetro en un rango más amplio. A continuación se presentan los rangos de variación aplicados para el análisis de sensibilidad de los parámetros que mayor influencia tienen sobre el resultado de la evaluación:

Tabla 69. Variación de los parámetros a sensibilizar

Escenarios de Sensibilidad	Variación de parámetros			
	Tasa de reemplazo	Número de viviendas	Horas de uso de ampollitas	Factor de emisión de la red
Base escenario	0%	0%	0%	0%
Scenariio 1	+50%	+20%	+50%	+15%
Scenariio 2	-50%	-20%	-50%	-15%

Los resultados del análisis de sensibilidad, en el rango de variación asignado de acuerdo al grado de incertidumbre relativo a cada parámetro, se reportan en las siguientes tablas:

Tabla 70. Resultados del análisis de sensibilidad para el periodo 2014-2020

Escenarios de Sensibilidad	Variación de emisiones de GEI (tCO ₂ e)			
	Tasa de reemplazo	Número de viviendas	Horas de uso de ampollitas	Factor de emisión de la red
Base	-1.729.732	-1.729.732	-1.729.732	-1.729.732
1	-2.036.977	-1.823.121	-2.594.598	-1.989.192
2	-1.080.157	-1.552.517	-864.866	-1.470.272

Con el fin de apreciar qué parámetros tienen mayor influencia sobre el resultado de la estimación de los efectos en emisiones de GEI, se presenta en la siguiente tabla una sensibilización de todos los parámetros, con una misma variación de un 20% cada uno:

Tabla 71. Sensibilización de parámetros clave en un 20% para el periodo 2014-2020

Escenarios de Sensibilidad	Variación de emisiones de GEI (tCO ₂ e)			
	Tasa de reemplazo	Número de viviendas	Horas de uso de ampollitas	Factor de emisión de la red
Base	-1.729.732	-1.729.732	-1.729.732	-1.729.732
+20%	-1.896.021	-1.823.121	-2.075.679	-2.075.679

De acuerdo a la Tabla 72, presentada a modo de comparación, la estimación de la variación de emisiones de GEI es mayormente sensible a posibles variaciones en el valor asociado a las horas de uso de ampollitas y al factor de emisión de la red en comparación

con los otros parámetros claves. Por su parte, la menor variación observada, se observa al sensibilizar el número de viviendas en un mismo rango y, además, tal como se comentó anteriormente, se considera que este parámetro tiene un nivel de confianza intermedio y no estaría sujeto a variaciones muy importantes.

Respecto a la tasa de reemplazo, si bien ésta tiene el mayor grado de incertidumbre, es posible observar que no tiene una influencia importante sobre el resultado de la evaluación, en comparación con los otros parámetros clave sensibilizados, por lo que aunque existieran valores diferentes asociados a este supuesto, el resultado de la evaluación no varía en forma significativa.

v) Campañas de difusión y comunicación de eficiencia energética:

Para esta acción no se reportan resultados cuantitativos de la evaluación de los efectos en emisiones de GEI por lo que no se realizó una evaluación de incertidumbre.

4. CONCLUSIONES

Mediante el presente trabajo, se logró aplicar el Estándar para la contabilidad y reporte de políticas y acciones a cinco acciones de eficiencia energética. Se destacan los siguientes resultados obtenidos en el proceso:

- Definición clara de las acciones de acuerdo al listado de información propuesto por el Estándar.
- Definición del tipo de evaluación a realizar (ex ante o ex post), en función del grado de avance asociado a cada una y a lo acordado con la contraparte y actores relevantes.
- Se identificaron todos los potenciales efectos en emisiones de GEI (ya sea un aumento o disminución) mediante un mapeo de la cadena causal.
- Se identificaron todas las fuentes de emisión afectadas por las acciones.
- Se fijaron los límites de la evaluación en emisiones de GEI para las acciones, definiendo el subconjunto de efectos en emisiones de GEI y fuentes correspondientes a contabilizar en la evaluación.
- Se propuso el periodo de evaluación que será considerado para efectos de la estimación de los efectos en emisiones de GEI.
- Se estimaron las emisiones de GEI para la línea base para las acciones seleccionadas, a excepción de la “Campaña de difusión y comunicación de eficiencia energética”, para la cual no se estimaron emisiones de GEI, debido a que hasta el momento no se han realizado mediciones cuantitativas del impacto de este tipo de campañas.

- Se estimaron los efectos en emisiones de GEI mediante una evaluación ex ante para todas las acciones que fueron evaluadas cuantitativamente en términos de GEI.
- Se estimaron los efectos en emisiones de GEI mediante una evaluación ex post para el “Programa de Subsidios para el Reacondicionamiento Térmico de Viviendas Existentes”, que corresponde a la única acción evaluada con un grado de implementación significativo.
- Se realizó una evaluación cualitativa de la incertidumbre asociada a los resultados reportados, incluyendo un análisis de sensibilidad para los principales parámetros utilizados en las estimaciones de GEI.

Respecto a los efectos en emisiones de GEI de cada acción, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 72. Resumen de resultados para cada acción

Título de acción	Periodo de evaluación	Efecto(s) evaluado(s)	Variación de emisiones de GEI (tCO₂e)
Establecimiento de metas de consumo energético y de emisiones de CO ₂ para el promedio del parque de vehículos nuevos	2016-2020	Disminución de emisiones de GEI promedio en el parque vehicular	-4.224.846
Programa de promoción y fomento a la cogeneración	2012-2020	Disminución de GEI en la red	-184.936
		Variación en emisiones debido al uso de combustibles en las empresas con cogeneración del sector Industria y Minería	-627.695
		Total	-812.631
Subsidio para el reacondicionamiento térmico de viviendas existentes (Ex Ante)	2010-2020	Disminución de GEI en la red	-7.731
		Disminución en GEI por uso de combustibles para calefacción	-196.637
		Total	-204.368

Título de acción	Periodo de evaluación	Efecto(s) evaluado(s)	Variación de emisiones de GEI (tCO₂e)
Subsidio para el reacondicionamiento térmico de viviendas existentes (Ex Post)	2009-2012	Disminución de GEI en la red	-497
		Disminución en GEI por uso de combustibles para calefacción	-13.005
		Total	-13.501
Programa Estándares Mínimos para iluminación residencial (MEPS, de acuerdo a sus siglas en inglés)	2014-2020	Disminución de emisiones en la red	-1.729.732
Campañas de Comunicación y difusión	2012-2013	Disminución de emisiones de GEI en la red	-

Los efectos en emisiones de GEI que se reportan en el presente informe final, representan una estimación en base a la mejor información disponible al momento de la evaluación.

Teniendo esto en consideración y a la luz de los resultados anteriormente expuestos, es posible concluir que la acción que representa una mayor magnitud en mitigación de emisiones de GEI al año 2020 resulta ser el “Programa de Establecimiento de metas de consumo energético y de emisiones de CO₂ para el promedio del parque de vehículos nuevos”, seguido del “Programa de Estándares Mínimos para iluminación residencial”, lo cual es consistente con la experiencia internacional en relación a este tipo de medida de eficiencia energética.

Cabe mencionar que algunos programas de eficiencia energética, a pesar de tener un mayor impacto en términos de ahorro energético, no necesariamente tienen un impacto importante en términos de emisiones de GEI, por lo que los resultados presentados en este estudio no reflejan su desempeño en términos de eficiencia energética sino sólo de mitigación de emisiones de GEI. De las acciones evaluadas, esta situación se produce principalmente en el caso del programa “Subsidio para el reacondicionamiento térmico de

viviendas existentes”, en cuya evaluación se observó que la principal fuente de energía utilizada en calefacción de las viviendas evaluadas (más de un 90%) corresponde al combustible leña, con lo cual esta acción, si bien produce un importante ahorro de combustible y por tanto de energía, no conlleva a una reducción importante de emisiones de GEI, debido a que las emisiones de GEI dependen del tipo de combustible y la leña es un combustible neutral en emisiones de CO₂²⁶.

En relación a las campañas de comunicación y difusión de eficiencia energética, si bien son una práctica común en muchos países, a la fecha no existen evidencias que demuestren la efectividad de este tipo de acciones por sí solas y puede resultar complejo medir los efectos de éstas acciones en forma individual, por lo que se recomienda evaluar la conveniencia de analizar sus efectos en forma conjunta con otra acción en eficiencia energética complementaria que esté dirigida a un mismo grupo objetivo.

Respecto al nivel de exactitud de los resultados asociados a cada evaluación realizada, en general se utilizaron datos provenientes de fuentes de información confiables, tales como estudios oficiales del Ministerio de Energía u otras entidades reconocidas a nivel nacional. Sin embargo, los modelos utilizados en la estimación de emisiones de GEI, corresponden a métodos de cálculo simples, en los cuales se consideraron valores fijos para todo el periodo de evaluación de factores de emisión y de la mayoría de los datos de actividad (tales como consumos de energía para calefacción por vivienda, consumo de energía en industria, horas de uso de ampolleta en los hogares, distancias recorridas por vehículos, etc.). Para una futura aplicación del Estándar se recomienda avanzar en la consideración y utilización de mejores modelos de estimación y continuar utilizando fuentes de información confiables, que permitan reducir el nivel de incertidumbre asociada a los resultados.

²⁶ Como se indicó anteriormente, en la estimación de emisiones de GEI producto de la combustión de leña u otros combustibles de biomasa, no se contabiliza el CO₂ sino sólo el metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), que se generan en menores proporciones.

Como retroalimentación general de esta aplicación piloto del Estándar, uno de los principales atributos que se destacan es que se logró una visualización más completa de la causalidad de cada acción y una mejor comprensión de los variados efectos y fuentes de emisión de GEI afectadas por cada una. A su vez, se identificó que para lograr un nivel de estimación más completa, que contabilice una mayor parte de los efectos identificados en el mapeo de la cadena causal, se recomienda dirigir los esfuerzos en generar la información requerida para estimar al menos aquellos efectos más significativos (respecto a probabilidad y magnitud como lo indica el Estándar).

Por otro lado, es importante mencionar que el Estándar, si bien considera en forma opcional el reporte de otros tipos de efectos “no-GEI” (es decir, co-beneficios ambientales, sociales, económicos) de las políticas y acciones, éste no aborda con mayor profundidad su cuantificación, por lo que para evaluar los co-beneficios, se considera necesario complementar el Estándar con metodologías adicionales.

Finalmente, cabe señalar que se logró cumplir con los principales objetivos del Estándar, siendo éste una herramienta útil y aplicable a una amplia variedad de políticas y acciones, y por tanto se concluye que su uso es una buena práctica a considerar en futuros procesos de evaluación de efectos en emisiones de GEI.

BIBLIOGRAFÍA

- a. Documento “Metodología de Cálculo Emisiones de CO₂”, Centro de Control y Certificación Vehicular del Ministerio De Transportes y Telecomunicaciones de Chile (3CV), 2013.
- b. Estrategia Nacional de Iluminación Eficiente (ENIE) 2013 – 2017, Ministerio de Energía, Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Fundación Chile. Versión consulta pública, Septiembre 2013.
<http://www.minenergia.cl/documentos/otros-documentos/estrategia-nacional-de-iluminacion.html>
- c. Estudio de bases para la elaboración de un Plan Nacional de Acción de Eficiencia Energética 2010-2020, Programa de Estudios e Investigaciones en Energía, Instituto de Asuntos Públicos, Universidad de Chile, 2010.
- d. Estudio de Usos Finales y Curva de Oferta de la Conservación de la Energía en el Sector Residencial de Chile, Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT), Cámara Chilena de la Construcción (CChC), 2010.
[http://antiguo.minenergia.cl/minwww/export/sites/default/05_Public_Estudios/descargas/estudios/Usos Finales COC Sector Residencial 2010.pdf](http://antiguo.minenergia.cl/minwww/export/sites/default/05_Public_Estudios/descargas/estudios/Usos_Finales_COC_Sector_Residencial_2010.pdf)
- e. Estudio para el Desarrollo de la Cogeneración en Chile. Informe Final. Programa de Estudios e Investigaciones en Energía, Instituto de Asuntos Públicos, Universidad de Chile, 2010.
- f. Evaluación de programas de eficiencia energética. Informe final, Programa de Gestión y Economía Ambiental (PROGEA), Fundación para la Transferencia Tecnológica, 2010.
- g. Evaluación Independiente del Programa de Reacondicionamiento Térmico. ENERSolutions, ARQenergía, 2013.
<http://www.minenergia.cl/documentos/estudios/2011/evaluacion-independiente-del-programa.html>

-
- h. Fichas informativas de acciones en Eficiencia Energética, PAEE20, Ministerio de Energía, 2012.
- i. *Greenhouse Gas Protocol Policy and Action Accounting and Reporting Standard, Second Draft for Pilot Testing*, GHG Protocol, World Resources Institute (WRI), Julio 2013.
<http://www.ghgprotocol.org/mitigation-accounting>
- j. Informe Técnico preliminar. Estándar Mínimo de Eficiencia Energética Lámparas No Direccionales para Iluminación General. División de Eficiencia Energética del Ministerio de Energía, 2013.
<http://www.minenergia.cl/consulta-publica/consulta-publica-estandar-minimo.html>
- k. *Innovative Communication Campaign Packages on Energy Efficiency*, World Energy Council (WEC), Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME), 2010.
http://www.worldenergy.org/documents/ee_case_study_communication.pdf
- l. Programa de apoyo a la cogeneración, AChEE, sitio web:
<http://www.acee.cl/areas/industria-mineria/lineas-de-accion/ind-recambio-tecnologico>
- m. Programa de Inversión Pública para fomentar el reacondicionamiento térmico del parque construido de viviendas, Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Minvu), 2008.
<http://www.minenergia.cl/documentos/estudios/2009/evaluacion-de-programas-de-eficiencia.html>
- n. Seguimiento Ambiental del Mercado Automotriz Chileno, Centro Premio Nobel Mario Molina Chile, Centro de Control y Certificación Vehicular del Ministerio De Transportes y Telecomunicaciones de Chile, 2010.
http://www.unep.org/transport/PDFs/GFEI/Seguimiento_Ambiental_del_Mercado_Automotriz_Chileno_Versi%C3%B3n_Final.pdf
-