

Escenarios Referenciales para la Mitigación del Cambio Climático en Chile

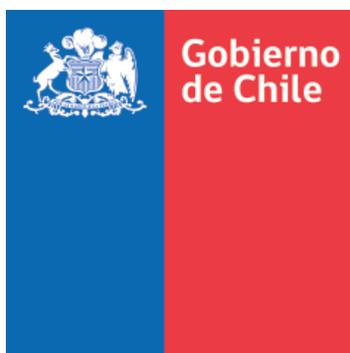
Resultados de la Fase 1



**Fase 1 del Proyecto
REPORTE FINAL**

Escenarios Referenciales para la Mitigación del Cambio Climático

**Línea Base 2007-2030 y
Dominio Requerido
por la Ciencia en Chile**



**Preparado por equipo de investigación y proceso de MAPS Chile
Julio de 2013**



PREFACIO Y AGRADECIMIENTOS

El cambio climático nos impone grandes desafíos como país y como ciudadanos, lo que implica que como nación debemos tomar decisiones y hacer profundos cambios.

La complejidad técnica de este tema, reflejada en su diversidad de sectores y actores, además de las ilimitadas conexiones que tiene con otras problemáticas relacionadas con nuestro desarrollo, son algunos ejemplos de la magnitud del desafío, donde no existen soluciones fáciles ni recetas que podamos repetir automáticamente.

Es por eso que debemos usar todas nuestras capacidades para reflexionar, reunir y procesar la información que es relevante, para explorar caminos y porque no decirlo, aunar voluntades que muchas veces no coinciden. En este proceso debemos considerar que es posible hacer cambios que impliquen oportunidades para un desarrollo sustentable y bajo en carbono del país.

Hasta el momento, el proyecto MAPS Chile representa la forma más apropiada de abordar el análisis de la mitigación del cambio climático en nuestro país. MAPS Chile permite explorar los posibles focos de emisiones y capturas de GEI, todo esto a través de un importante esfuerzo de investigación y modelación, que cuenta con la participación organizada e informada de múltiples actores que expertos en estos temas.

Esta publicación es un primer resultado concreto de MAPS Chile. Se resumen aquí los resultados de la primera fase del proyecto, dando a conocer una estimación de la línea base 2007-2030, y el dominio requerido por la ciencia. Se trata de dos insumos muy relevantes para el país, ya que constituyen información para las negociaciones internacionales en las que nuestro país participa al alero de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), como para las decisiones en mitigación que ocurran en Chile en las próximas décadas. De esta forma, el Gobierno cuenta con los mejores antecedentes disponibles para tomar decisiones informadas, los que han sido acordados por múltiples actores.

MAPS Chile es parte de un programa internacional basado en Sudáfrica y que también se desarrolla en Colombia, Perú y Brasil. Quiero agradecer especialmente

a Stefan Raubenheimer y a Harald Winkler, líderes de la iniciativa MAPS en Sudáfrica, por la confianza y el esfuerzo que han dedicado a este proyecto en nuestro país.

Creo no equivocarme a decir que esta iniciativa no habría sido posible sin el generoso y desinteresado aporte de Children Investment Fund Foundation (CIFF); el Ministerio Danés de Clima, Energía y Construcción; la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), y la Alianza Clima y Desarrollo (CDKN). No puedo dejar de mencionar el importante rol que ha tenido el Ministerio de Hacienda de Chile, especialmente quiero reconocer su compromiso y los aportes financieros que ha realizado.

MAPS Chile tiene un comité directivo que está integrado por profesionales de siete Ministerios: Relaciones Exteriores, Hacienda, Agricultura, Minería, Transportes y Telecomunicaciones, Energía, y Medio Ambiente, quienes han mostrado un compromiso permanente con el proyecto. En su primera fase, MAPS Chile ha involucrado a más de 200 expertos del sector público, privado, ONG, académicos y consultores; agradezco especialmente la participación constructiva y desinteresada de todas estas personas. Finalmente, y no menos importante, agradezco especialmente el arduo trabajo que realizan los profesionales de la Oficina de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente y a todo el equipo profesional de MAPS Chile.

María Ignacia Benítez
Ministra del Medio Ambiente

Julio 2013



QUÉ ES MAPS CHILE

MAPS Chile es un proyecto gubernamental que entregará, fruto de un proceso de investigación y participación multi-actor, evidencia, proyecciones y opciones para disminuir las emisiones de gases efecto invernadero en Chile. En particular, el proyecto contribuirá a orientar la toma de decisiones –de actores públicos y privados– ofreciendo opciones concretas en términos de políticas públicas e iniciativas compatibles con los objetivos de desarrollo nacional.

Más antecedentes sobre el proyecto se pueden encontrar en www.mapschile.cl.

QUIÉNES DESARROLLAN MAPS CHILE

Comité Asesor Estratégico

Toma decisiones y hace sugerencias de carácter estratégico para el proyecto.

Participan asesores de los Ministros parte del Mandato de MAPS Chile

- **Embajador José Luis Balmaceda**, Director de la Dirección de Medio Ambiente y Asuntos Marítimos, Ministerio de Relaciones Exteriores. (hasta junio 2013)
- **Ramón Delpiano**, Jefe de Gabinete del Ministro, Ministerio de Hacienda.
- **Andrés Valdivieso**, Asesor, Ministerio de Agricultura
- **Alejandro Montt**, Asesor Jurídico, Ministerio de Minería
- **Roberto Santana**, Jefe de la División de Normas y Operaciones, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones
- **Tatiana Molina**, Asesor Gabinete Ministro, Ministerio de Energía
- **Andrea Rudnick**, Jefa Oficina de Cambio Climático, Ministerio del Medio Ambiente (hasta mayo 2013)
- **Fernando Farías**, Jefe Oficina de Cambio Climático, Ministerio del Medio Ambiente (desde junio 2013)

Comité Directivo

La mayor parte de las decisiones del proyecto las toma el Comité Directivo. Se reúne mensualmente desde 2011.

Participan en las reuniones los Líderes de Investigación y Proceso, y el responsable de PNUD.

El Comité Directivo revisa propuestas de trabajo, resultados preliminares y finales, y puede actuar como contraparte de los estudios desarrollados por el proyecto que sean de su competencia e interés.

- **Waldemar Coutts**, Ministerio de Relaciones Exteriores
- **Cristián Rodríguez**, Ministerio de Relaciones Exteriores (durante 2012)
- **Luis Gonzales**, Ministerio de Hacienda
- **Gabriel Cestau**, Ministerio de Hacienda (durante 2012)
- **Rodrigo Rojo**, Ministerio de Hacienda (durante 2012)
- **Daniel Barrera**, Ministerio de Agricultura
- **José Antonio Prado**, Ministerio de Agricultura
- **Angelo Sartori**, Ministerio de Agricultura
- **María de la Luz Vásquez**, Ministerio de Minería
- **Viviana Parra**, Ministerio de Minería
- **Juan Francisco Bustos**, Ministerio de Minería (durante 2012)
- **Pablo Salgado**, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones
- **Ana Luisa Covarrubias**, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones
- **Celia Iturra**, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (durante 2012)
- **Juan Pedro Searle**, Ministerio de Energía
- **Virginia Zalaquett**, Ministerio de Energía
- **Alberto Ugalde**, Ministerio de Energía
- **Jaime Bravo**, Ministerio de Energía (durante 2012)
- **Andrea Rudnick**, Ministerio del Medio Ambiente (hasta mayo 2013)
- **Fernando Farías**, Ministerio del Medio Ambiente
- **Alexa Kleysteuber**, Ministerio del Medio Ambiente (hasta mayo 2013)
- **Andrés Pirazzoli**, Ministerio del Medio Ambiente

Grupo de Construcción de Escenarios (GCE)

*El Grupo de Construcción de Escenarios es un grupo multi-actor que acompaña el desarrollo del proyecto. La Ministra del Medio Ambiente convocó en enero 2012 a cerca de 80 personas expertas en cambio climático y temas afines, a formar parte del grupo. Los miembros del GCE participan a título personal. El grupo trabaja bajo los lineamientos acordados por el Comité Directivo y en sesiones facilitadas por el Líder de Proceso del proyecto. El grupo tiene un carácter asesor y sus recomendaciones no son vinculantes. El Comité Directivo de **MAPS Chile** y el equipo de investigación y proceso también participan en el GCE.*

Richard Aylwin, Carlos Barría, Nicola Borregaard, Ricardo Bosshard, Waldo Bustamante, Rodolfo Camacho, Andrés Camaño, Rodrigo Castillo, Gustavo Chiang, Luis Cifuentes, María Emilia Correa, Marcos Crutchik, Cristóbal de la Maza, Laila Ellis, Carlos Finat, Javier García, Cristián Gardeweg, Javier Hurtado, Juan Inostroza, Sara Larraín, Flavia Liberona, Gianni López, Evelyne Medel, Claudio Meier, Oscar Melo, Pilar Moraga, Rene Muga, Rodrigo Mujica, Aquiles Neuenschwander, Marcelo Olivares, Oscar Parra, Vicente Pérez, Guillermo Pérez del Río, Bernardo Reyes, Teodoro Rivas, Hugh Rudnick, Ximena Ruz, Lake Sagaris, José Luis Samaniego, Eduardo Sanhueza, Christian Santana, Heloisa Schneider, Carlos Silva, Rubén Triviño, Alberto Ugalde, Francisco Unda, Soledad Valenzuela, Julio Vergara, Sebastián Vicuña, Julio Villalobos, Marcelo Villena, Virginia Zalaquett, Ana Zúñiga.

Grupos Técnicos de Trabajo (GTT)

Durante 2012 se realizaron dos rondas de 8 reuniones de Grupos Técnicos de Trabajo. Los grupos incluyeron los siguientes sectores: energía eléctrica, transporte y urbanismo, minería y otras industrias, agricultura y uso de suelo, forestal y uso de suelo,

consumos comercial-público y residencial, residuos, e integración sectorial y modelación económica. En cada caso se convocó a cerca de 30 especialistas sectoriales. Los GTT han entregado valioso conocimiento y experiencia sectorial.

Equipos Consultores de Fase 1

El proyecto **MAPS Chile** se ha desarrollado a través del trabajo de diversos equipos consultores. Durante la primera fase del proyecto han trabajado los siguientes equipos consultores:

Análisis de posibles escenarios requeridos por la ciencia [1]	Maricel Gibbs
Modelos climáticos y su pertinencia para Chile [2]	Maisa Rojas
Línea base 2007 – energía eléctrica [3]	PRIEN, Universidad de Chile Alfredo Muñoz Francisco Domenech Bruno Campos Jacques Clerc
Línea base 2007 – minería y otras industrias [4]	POCH Ambiental Ignacio Rebolledo Sarita Pimentel Sebastián Barrios María Luz Farah Soledad Palma
Línea base 2007 – transporte [5]	SISTEMAS SUSTENTABLES Sebastián Tolvett Pilar Henríquez David Carrasco Bruno Campos Jacques Clerc
Línea base 2007 – agropecuario [6]	AGRIMED, Universidad de Chile Fernando Santibáñez Sergio González Felipe Huiza
Línea base 2007 – forestal [7]	POCH Ambiental Luis Costa Aldo Cerda Carolina Urmeneta
Línea base 2007 – comercial, público y residencial [8]	FUNDACIÓN CHILE Marcelo Mena Cristián Yáñez (Corporación de Desarrollo Tecnológico, CDT, CCHC) José Ignacio Medina Cristóbal Muñoz
Línea base 2007 – residuos [9]	POCH Ambiental María Luz Farah Yorka Retamal

Equipo investigación y proceso

*Está conformado por el líder de investigación y su equipo y por el líder del proceso participativo. Son los encargados de diseñar, supervisar, ejecutar y reportar el trabajo de **MAPS Chile**.*

- **Rodrigo Palma**, Líder de Investigación, Director del Centro de Energía, FCFM, Universidad de Chile (Ingeniero Civil, Magíster, Doctor en Ingeniería)
- **José Miguel Sánchez**, Equipo de Investigación, Director del Instituto de Economía de la PUC (Magíster, Master of Arts y PhD)
- **Carlos Benavides**, Equipo de Investigación, investigador del Centro de Energía de la Universidad de Chile (Ingeniero Civil Electricista, Magíster en Ciencias de la Ingeniería)
- **Manuel Díaz**, Equipo de Investigación, Universidad de Chile (Ingeniero Civil, Master of Science)
- **Marcia Montedónico**, Equipo de Investigación, Universidad de Chile (Ingeniera Agrónoma, Master en Desarrollo sustentable y gestión de sistemas agroambientales)
- **Rodrigo Fuentes**, Equipo de Investigación, (Master of Arts, PhD)
- **Catalina Ravizza**, Equipo de Investigación, (Ingeniero Comercial, Magíster en Economía)
- **Hernán Blanco**, Líder Proceso Participativo (Ingeniero Civil, Master of Philosophy en Medio Ambiente y Desarrollo)
- **Lupe Santos**, Responsable de Comunicaciones (Periodista)

Secretaría Ejecutiva

Es el ente coordinador del proyecto. Lleva a cabo todas las comunicaciones internacionales y nacionales sobre el proyecto. La Secretaría del Proyecto supervisa directamente el trabajo del Comité Ejecutivo, revisando los temas administrativos y técnicos de investigación y participación.

- **Andrea Rudnick**, Jefa de la Oficina de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente, Ingeniero Civil, Magíster en Ciencias (hasta mayo 2013)
- **Fernando Farías**, Oficina de Cambio Climático, Ministerio del Medio Ambiente, Ingeniero Civil, MSc. y PhD. (desde junio de 2013, Jefe de la oficina de CC, MMA)
- **Alexa Kleysteuber**, Oficina de Cambio Climático, Ministerio del Medio Ambiente, Economista, MSc. (hasta mayo 2013)
- **Andrés Pirazzoli**, Oficina de Cambio Climático, Ministerio del Medio Ambiente (Abogado, Master en Derecho Medio Ambiental y de los Recursos Naturales)
- **Angela Reinoso**, Oficina de Cambio Climático, Ministerio del Medio Ambiente (Ingeniero Ejecución en Ambiente)

La agencia implementadora – PNUD

*PNUD es el encargado de administrar los fondos del proyecto. El responsable por parte de PNUD participa en las reuniones del Comité Directivo de **MAPS Chile**.*

- **Raúl O’Ryan**, Oficial Programa Medio Ambiente y Energía, PNUD
- **Paloma Toranzos**, Profesional Área de Medio Ambiente y Energía, PNUD

El financiamiento de MAPS Chile

Los principales donantes son:

- Children Investment Fund Foundation (CIFF)
- Alianza Clima y Desarrollo (CDKN)
- Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE)
- Ministerio Danés de Clima, Energía y Construcción
- Gobierno de Chile.



Alianza Clima y
Desarrollo



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Agencia Suiza para el desarrollo
y la cooperación COSUDE



DANISH MINISTRY OF
CLIMATE, ENERGY AND BUILDING



Sobre la autoría de este documento

Los contenidos de este documento se basan en el trabajo producido por los equipos consultores, el cual ha sido revisado y elaborado subsecuentemente por el equipo de investigación y proceso de MAPS Chile. El Grupo de Construcción de Escenarios ha participado en el proceso de desarrollo del proyecto desde el comienzo, revisando y haciendo sugerencias significativas, tanto metodológicas como de contenidos. Los Grupos Técnicos de Trabajo han aportado información y sugerencias relevantes para el desarrollo del trabajo. El Comité Directivo ha revisado y aprobado el desarrollo del proyecto y sus contenidos. A menos que se indique de otro modo en el texto, el Grupo de Construcción de Escenarios suscribe los resultados aquí presentados.

Cita recomendada

Ministerio del Medio Ambiente (2013), Escenarios referenciales para la mitigación del cambio climático en Chile – Resultados Fase 1 MAPS Chile.

ÍNDICE

I.	RESUMEN EJECUTIVO	13
II.	INTRODUCCIÓN	17
	II.1 El Proyecto MAPS Chile	19
	II.2 El Proceso MAPS (PRIMER AÑO, FASE 1)	22
	II.3 Estructura del Documento	23
III.	LÍNEA BASE 2007 - 2030	25
	III.1 SUPUESTOS CLAVE	27
	III.1.1 Población	27
	III.1.2 PIB	27
	III.1.3 Tipo de cambio	28
	III.1.4 Precio combustibles	28
	III.1.5 Factores de emisión	29
	III.1.6 Tratamiento de acciones tempranas de mitigación de emisiones de GEI previas a 2007	29
	III.2 ANÁLISIS DE COHERENCIA ENTRE SECTORES	30
	III.2.1 Planteamiento del problema	30
	III.2.2 Metodología de trabajo	30
	III.3 RESULTADOS SECTORIALES	31
	III.3.1 Definición de escenarios	31
	III.3.2 Sector generación eléctrica y transporte electricidad	33
	III.3.3 Sector transporte y urbanismo	37
	III.3.4 Sector minería y otras industrias	42
	III.3.5 Sector comercial, público y residencial	49
	III.3.6 Sector agropecuario y cambio de uso de suelo	55
	III.3.7 Sector forestal y cambio de uso de suelo	60
	III.3.8 Sector residuos antrópicos	67
	III.4 RESULTADOS AGREGADOS Y ANÁLISIS	71
	III.4.1 Resultados agregados	71
	III.4.2 Análisis de resultados	74
IV.	ESCENARIO REQUERIDO POR LA CIENCIA PARA CHILE	77
	IV.1 CONTEXTO INTERNACIONAL	78
	IV.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	78
	IV.3 METODOLOGÍA	78
	IV.4 RESULTADOS	79
V.	PLATAFORMA DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO, MAPS CHILE	83
	V.1 OBJETIVO DE LA PLATAFORMA	84
	V.2 MAPA DEL PORTAL WEB	84
	V.3 ESTRUCTURA GENERAL: SISTEMA DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	86
VI.	CONCLUSIONES	87
VII.	ANEXO 1 – MANDATO INTERMINISTERIAL	91
VIII.	REFERENCIAS – ESTUDIOS LICITADOS	94

I. RESUMEN EJECUTIVO





I. RESUMEN EJECUTIVO

Este documento resume los resultados de la fase 1 del proyecto MAPS Chile, la que incluye la proyección del escenario Línea Base 2007-2030 o Crecimiento Sin Restricciones y el escenario Requerido por la Ciencia.

El proyecto MAPS Chile, impulsado por el gobierno, es una exploración en profundidad de los diferentes escenarios y opciones para la mitigación del cambio climático en Chile. Es un ejercicio no vinculante que se basa en un proceso participativo organizado, inclusivo, transparente, y constructivo, que va de la mano con los esfuerzos de investigación y modelación. Durante el año 2012 cerca de 300 personas –de los sectores público, privado, académicos, ONGs y consultores-- participaron de distintas formas en el proyecto.

El alcance de esta iniciativa está establecido en un mandato firmado por los Ministros de Relaciones Exteriores, Hacienda, Agricultura, Transportes, Energía y Medio Ambiente (enero 2012, incluido en anexo). Posteriormente, el Ministerio de Minería hizo suyo el mandato de MAPS Chile y se sumó al Comité Directivo del proyecto (marzo 2012).

Los resultados esperados del proyecto MAPS Chile incluyen la evaluación de escenarios cuantitativos –la Línea Base 2007-2030, la Línea Base 2012-2050 y el dominio Requerido por la Ciencia (una proyección de emisiones según lo que aconseja la ciencia, RBS por sus siglas en inglés)— y de opciones para mitigar el cambio climático en Chile en el año 2020, 2030 y 2050, además de un análisis detallado de las posibles acciones de mitigación por sector, junto a una evaluación de las principales incertidumbres.

La Línea Base 2007-2030 fue construida a partir del estudio de siete sectores que son los más relevantes en términos de emisión y captura de gases de efecto invernadero (GEI) en

Chile. Por tratarse de la Línea Base que se inicia en 2007, las proyecciones sectoriales se realizan de manera condicionada al conjunto de información existente a diciembre del 2006.

Los sectores considerados son:

- 1) centros de transformación (generación/transporte de electricidad, refinerías, etc.),
- 2) minería y otras industrias,
- 3) transporte y urbanismo,
- 4) comercial, residencial y público (consumos energéticos),
- 5) agropecuario y cambio de uso de suelo,
- 6) forestal y cambio de uso del suelo y
- 7) residuos.

Para cada uno de estos sectores se desarrolló un modelo que representa las condiciones potenciales de operación de cada sector en el periodo 2007-2030 y que entrega como resultado las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en base anual. Para estos efectos, cada modelo proyecta las variables determinantes de las emisiones de GEI en el horizonte de tiempo del proyecto.

La estimación de las emisiones de GEI de los distintos sectores requiere proyectar la trayectoria de una serie de variables agregadas, las que son incluidas de manera exógena en el modelo. Dentro de estas variables están: el crecimiento de la población, distintos escenarios de crecimiento del PIB, los escenarios de evolución del tipo de cambio nominal y los escenarios de precios de combustibles, todos los cuales son coherentes con los escenarios macroeconómicos que se proyectaban a fines de 2006. Estas variables, y sus proyecciones para el período 2007-2030, fueron aprobadas previamente por el Grupo de Construcción de Escenarios y el Comité Directivo, como resultado del proceso participativo del proyecto MAPS Chile.

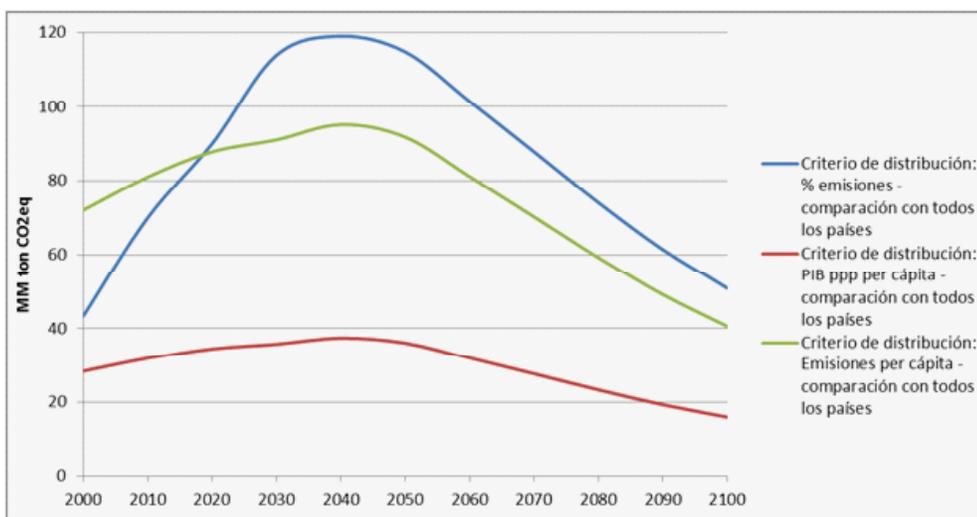
En el caso de la proyección del RBS, se han considerado 3 criterios para definir un área o dominio en el cual se podría ubicar el escenario RBS nacional. Los criterios corresponden a:

- Porcentaje de emisiones: El RBS se distribuye de manera proporcional al porcentaje de emisiones del país respecto de las emisiones globales, con el supuesto de que esta distribución se mantiene en el tiempo.

- Emisiones per cápita: El RBS se distribuye de tal forma que los países con las mayores emisiones per cápita deben realizar un esfuerzo mayor de reducción que aquellos países con menores emisiones per cápita.

- PIB per cápita: El RBS se distribuye de tal forma que los países con los mayores PIB per cápita deben realizar un esfuerzo mayor de reducción que aquellos países con menores PIB per cápita.

Opciones de proyección del RBS a nivel nacional



Fuente: Proyecto MAPS Chile. Fase 1, 2012

En el caso de las emisiones asociadas a los 7 sectores considerados, los resultados de los estudios coordinados por el equipo de investigación de MAPS Chile se resumen en la

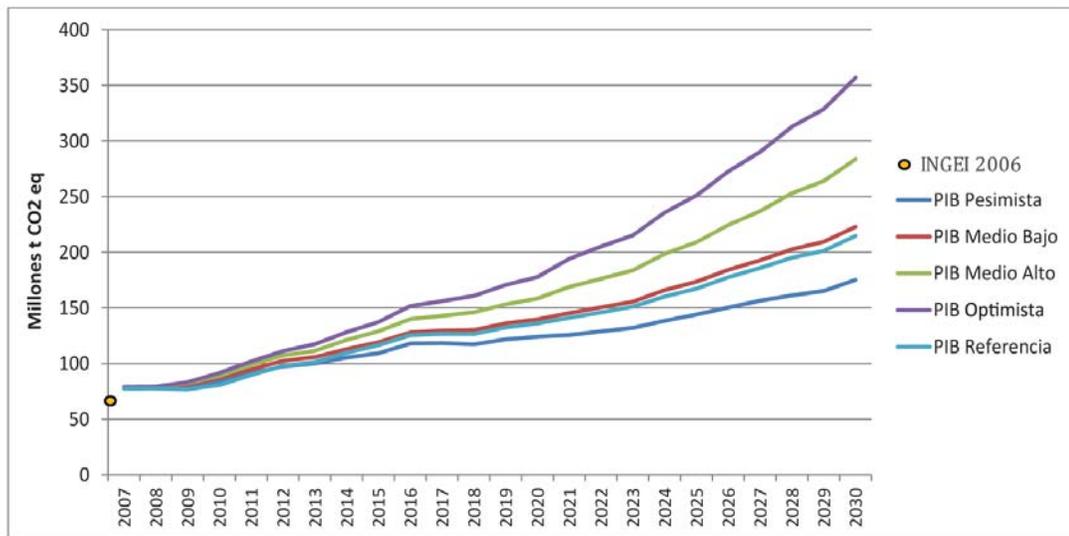
siguiente tabla y figura. En particular, se muestran los resultados para los años 2020 y 2030, comparados con la situación base al año 2006.

Emisiones para Línea Base 2020-2030

Escenario según PIB	2020		2030	
	Emisiones (MM ton CO2eq)	Tasa de crecimiento Promedio	Emisiones (MM ton CO2eq)	Tasa de crecimiento Promedio
PIB Pesimista	124,3	3,0%	175,4	1,9%
PIB Medio Bajo	139,9	3,7%	223,0	2,7%
PIB Medio Alto	158,6	4,2%	283,7	3,4%
PIB Optimista	177,9	4,8%	356,9	4,1%
PIB Referencia	136,2	3,4%	214,8	2,6%
Mínimo	124,3	3,0%	175,4	1,9%
Máximo	177,9	4,8%	356,9	4,1%

Fuente: Proyecto MAPS Chile. Fase 1, 2012

Emisiones de GEI agregadas a nivel nacional

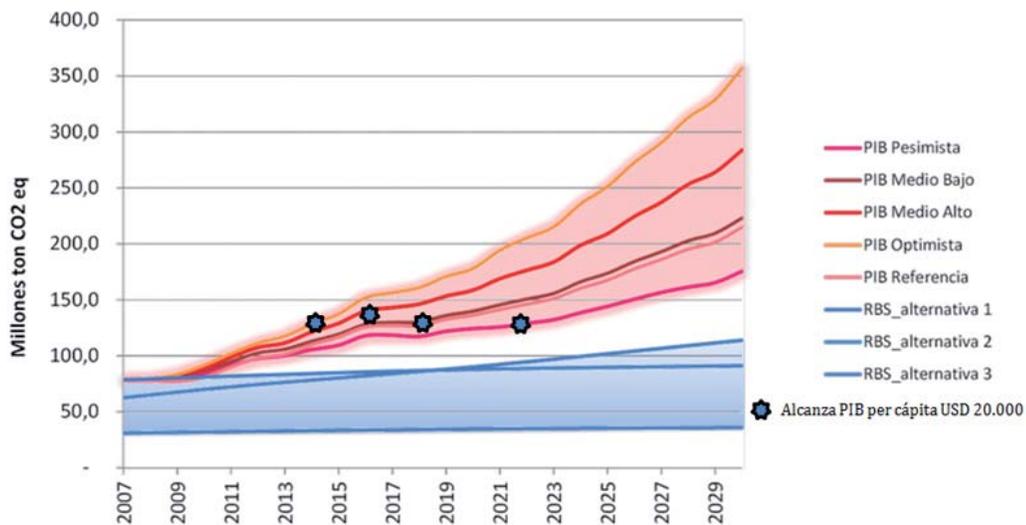


Fuente: Proyecto MAPS Chile. Fase 1, 2012

Por último, en la siguiente figura se muestra el resultado combinado de los escenarios de línea base 2007-2030 según los escenarios de proyección del PIB (zona destacada en rojo) y los resultados del dominio Requerido por la Ciencia (zona destacada

en celeste). Adicionalmente, sobre cada línea del escenario de PIB se indica en que año se llega a la meta de US\$ 20.000 de PIB per cápita, el cual se entendía como expectativa económica de ese período para llegar al nivel de país desarrollado.

Escenarios Línea Base 2007-2030 y RBS y meta de PIB per cápita



Fuente: Proyecto MAPS Chile. Fase 1, 2012



II. INTRODUCCIÓN





II. INTRODUCCIÓN

II.1 El proyecto MAPS Chile

Desde 1992 el mundo vive un proceso de negociación internacional sobre cambio climático bajo la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Bajo esta Convención todas las partes tienen un compromiso legal de formular, implementar, publicar y actualizar programas nacionales y regionales que contengan medidas para mitigar el cambio climático. Adicionalmente, en 2005, bajo la Convención, se pactó el Protocolo de Kioto, único instrumento legalmente vinculante que incluye compromisos cuantificados de limitación y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Chile, como país no Anexo 1 de la Convención, no posee compromisos cuantificados de reducción de emisiones de GEI bajo Kioto.

En 2009 en Copenhague, las Partes de la Convención tomaron nota del “Acuerdo de Copenhague”, que plantea resultados básicos relacionados con los pilares del Plan de Acción de Bali. Notablemente, el Acuerdo incluye dos apéndices de formato tabular, el primero para que los países desarrollados inscribieran compromisos o acciones de mitigación a ser implementadas al 2020 y el segundo para que países en desarrollo inscribieran acciones nacionalmente apropiadas de mitigación (NAMAs), a ser implementadas al 2020.

En agosto 2010 Chile plantea oficialmente a Naciones Unidas su compromiso voluntario que indica: “Chile realizará acciones nacionalmente apropiadas de mitigación de modo de lograr una desviación de 20% por debajo de su trayectoria creciente de emisiones *business-as-usual* en el 2020, proyectadas desde el año 2007.” Se trata de un compromiso voluntario, vinculante, pero no sujeto a sanciones por no cumplimiento; para alcanzar este objetivo Chile requerirá un nivel relevante de apoyo internacional.

En 2011, los países acordaron negociar un nuevo acuerdo legalmente aplicable a todas las Partes, a ser adoptado en 2015,

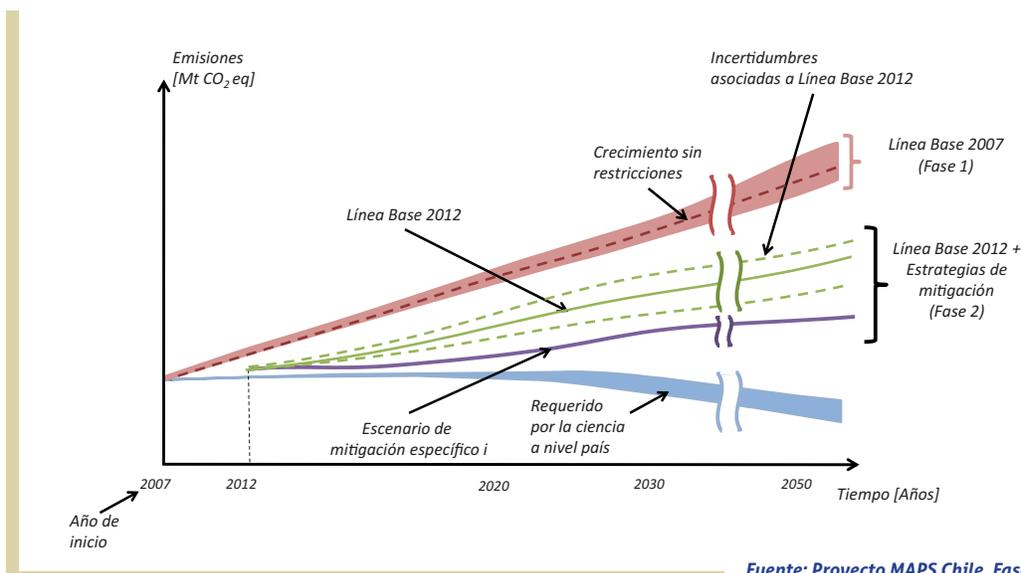
el cual entrará en vigor a partir de 2020. En la COP 18 de 2012, los países reafirmaron su voluntad de llegar a un nuevo acuerdo en 2015 y fijaron un calendario de negociación en el cual se abordarán dos líneas de trabajo esenciales al proceso, que son el contenido del nuevo acuerdo global y las formas para aumentar el nivel de ambición en mitigación hacia el año 2020.

Al momento de evaluar los compromisos de Chile en este acuerdo global será importante tener en cuenta que, ante la comunidad internacional, el país se ubica en un lugar de bienestar que va en aumento y que supera en algunos aspectos a varios de nuestros vecinos. Sin embargo, Chile debe seguir creciendo y busca para ello apoyarse en políticas sociales y económicas que permitan hacerlo con una mirada de sustentabilidad tendiente al desarrollo integral, promoviendo entre otras el uso eficiente de los recursos.

En este contexto, los compromisos que Chile asuma y las opciones de mitigación que implemente tendrán efectos económicos, sociales y ambientales. Del mismo modo, la inacción —la no implementación de medidas específicas de mitigación del cambio climático a nivel mundial y nacional— también puede implicar este tipo de efectos. Es por esto, que los Ministros de Relaciones Exteriores, Hacienda, Agricultura, Minería, Transportes, Energía y Medio Ambiente, mandataron en 2012 el proyecto MAPS Chile.

El proyecto MAPS-Chile busca estudiar distintos escenarios de proyección de las emisiones de GEI, relevantes para poder generar la evidencia necesaria sobre distintos cursos de acción que pueda seguir el país. Específicamente, se proyectará una serie de trayectorias de emisiones a través de resultados de investigación, modelación y simulación. La siguiente figura representa el conjunto de trayectorias que serán analizadas durante el proyecto completo.

Figura 1: Trayectorias de emisiones para distintos escenarios.



Fuente: Proyecto MAPS Chile. Fase 1, 2012

Con línea roja se representa el escenario de emisiones según las tendencias de desarrollo que existían a diciembre del 2006, donde no se consideran acciones especiales de mitigación de GEI implementadas posteriores a diciembre de 2006. A este escenario se le ha llamado Línea Base 2007-2030 o Crecimiento sin Restricciones. Este escenario es de relevancia, ya que se relaciona con los compromisos voluntarios adquiridos por el país en el marco de las negociaciones internacionales sobre cambio climático (año de inicio de proyección 2007). La franja roja busca representar las incertidumbres asociadas a las proyecciones. Los estudios y estimaciones de la línea roja y franja asociada, fueron objeto de licitaciones coordinadas por PNUD.

Por su parte, la línea celeste representa el escenario de estabilización de las emisiones a nivel país con el objeto de alcanzar requerimientos globales planteados por la ciencia para el control del cambio climático. Esta franja busca reflejar la forma en que es factible interpretar los requerimientos globales de reducción de emisiones a una escala país. A este escenario se le ha llamado Requerido por la Ciencia ¹.

La Línea Base 2012-2050, en color verde, representa la proyección de emisiones de GEI considerando las tendencias de desarrollo actuales y las medidas de mitigación, planes y leyes que ya fueron aprobados hasta diciembre de 2012. Por último, la línea morada representa un Escenario de Mitigación específico cuya trayectoria de emisiones se desvía respecto de la Línea Base 2012-2030. Los escenarios de mitigación serán el resultado de la aplicación en forma conjunta de una serie de medidas de mitigación adicionales a las ya implementadas o aprobadas en el país hasta diciembre de 2012. Durante el desarrollo de este proyecto se espera analizar distintos escenarios de mitigación. Los estudios y estimaciones de la Línea Base 2012-2030 y los Escenarios de Mitigación, fueron objeto de licitaciones pasadas coordinadas por PNUD.

Adicionalmente, MAPS Chile ha comisionado a expertos internacionales, a través del Ministerio de Hacienda de Chile, la generación de una herramienta macro económica (un modelo dinámico estocástico de equilibrio general – DSGE, por sus siglas en inglés) que permitirá evaluar las opciones de mitigación de gases de efecto invernadero, analizando sus impactos en aspectos tan relevantes como el crecimiento económico, la generación de empleo, la equidad distributiva y los recursos naturales, entre otros.

1. El nombre "Requerido por la Ciencia" ha sido tomado de la experiencia sudafricana; la sección IV.2 de este documento define y explica la metodología de desarrollo de este escenario. Eduardo Sanhueza, miembro del Grupo de Construcción de Escenarios de MAPS Chile, deja constancia de su discrepancia con el nombre asignado a este escenario.

El proyecto MAPS Chile se está llevando a cabo en 2 fases. Durante la fase 1 (resultados presentados en esta publicación) se realiza la proyección del escenario Línea Base 2007-2030 o Crecimiento sin Restricciones y el escenario Requerido por la Ciencia. En la fase 2, en desarrollo hasta fines de 2013, se proyecta el escenario Línea Base 2012-2050 y los distintos Escenarios de Mitigación.

Los compromisos internacionales y la necesidad de mantener la competitividad en condiciones de mercado más rigurosas (por ejemplo ante requerimientos sobre huella de carbono) están estrechamente ligados con los desafíos nacionales. El Gobierno de Chile confía en que estos grandes desafíos sean, al mismo tiempo, oportunidades significativas. El proyecto MAPS Chile es una manera adecuada de explorar diferentes opciones para enfrentar los desafíos impuestos por la mitigación del cambio climático y traducirlas en oportunidades de desarrollo sustentable. El Mandato Interministerial firmado por seis Ministros de Estado para el proyecto MAPS Chile confirma esta visión y enfoque.

MAPS Chile es un análisis participativo impulsado por el gobierno acerca de los diferentes escenarios y opciones para la mitigación del cambio climático en Chile. Es un ejercicio no vinculante. Al mismo tiempo, se espera que los resultados del proyecto, apoyado por la mayoría de las partes interesadas, clarifiquen y entreguen un aporte sustantivo a las decisiones que se deberán tomar próximamente en estas materias. Para que el proyecto logre sus resultados y sea percibido como legítimo, relevante y creíble, MAPS se basa en un proceso participativo bien estructurado, inclusivo, transparente, constructivo y que va de la mano con los esfuerzos de investigación/modelación.

Los resultados esperados del proyecto MAPS Chile incluyen:

- Escenarios cuantitativos (Línea Base 2007-2030, Línea Base 2012-2050 y Requerido por la Ciencia) y opciones para mitigar el cambio climático en Chile en el año 2020, 2030 y 2050, además de un análisis detallado de las posibles acciones de mitigación por sector, así como un análisis de las principales incertidumbres.
- Una gama de opciones de mitigación para los sectores clave, y sus enfoques de modelación apropiados; se explorarán herramientas

de simulación fáciles de utilizar a través de internet como medio para comunicar y divulgar los resultados.

- Un aporte al diseño de una estrategia de desarrollo con bajas emisiones (hoja de ruta de una economía baja en carbono).
- Materiales de divulgación en diversos formatos orientados a los grupos de partes interesadas clave (por ej., informes resumidos para tomadores de decisiones públicos y privados, para sectores específicos, para el público general, etc.), con énfasis en recomendaciones sobre posibles políticas públicas y privadas.
- Implementación de herramientas de gestión del conocimiento relacionadas con el cambio climático en Chile, que se encuentren disponibles como una plataforma dinámica de internet.
- Retroalimentación (opiniones, problemas, ideas, etc.) provenientes de las diversas partes interesadas acerca de temas clave relacionados con el cambio climático.
- Experiencia relevante acerca de las mejores prácticas de procesos participativos entre múltiples partes interesadas en temas de sustentabilidad en el país.



II.2 El proceso MAPS (primer año, fase 1)

MAPS Chile combina investigación rigurosa con la participación organizada de actores relevantes. Durante 2012 participaron, de distintas formas, cerca de 300 personas en la elaboración de los escenarios. Esto supone grandes retos en cuanto a la toma de decisiones del proyecto. La forma genérica de operar y tomar decisiones ha sido:

- el equipo de investigación y proceso del proyecto desarrolla propuestas metodológicas y/o elaboraciones de contenidos,
- las propuestas son revisadas, eventualmente modificadas y aprobadas por el Comité Directivo del proyecto,
- las propuestas son presentadas al Grupo de Construcción de Escenarios y/o a los Grupos Técnicos de Trabajo, quienes las discuten y hacen sugerencias y aportes,

- el equipo de investigación prepara una nueva versión de propuestas y la presenta nuevamente al Comité Directivo quienes las aprueban (o modifican) definitivamente.

Esta secuencia se ha repetido para momentos clave del desarrollo del trabajo; en particular, al inicio ("términos de referencia"), a medio camino (con algunos resultados preliminares) y al final de cada fase.

En concreto, durante 2012, el proceso participativo de MAPS Chile incluyó, entre otras, las actividades detalladas en la tabla a continuación. En cada caso se elaboraron informes, los cuales fueron distribuidos oportunamente entre quienes participaron, quienes pudieron hacer observaciones y sugerencias.

Tabla 1: Resumen de Actividades del Proyecto MAPS, año 2012

Actividad	Fecha/ Lugar	Cant. Personas	Principales temas tratados
GCE1 (primera reunión de dos días del GCE)	29 y 30 marzo 2012. Olmué.	50	<ul style="list-style-type: none"> • Reglas del proceso. • Esquema general del trabajo. • Elementos centrales de los Términos de Referencia para la fase 1.
1er Desayuno GCE	11 mayo 2012. Santiago.	21	<ul style="list-style-type: none"> • Temas generales sobre MAPS Chile: tratamiento de temas como vivienda y urbanismo; relaciones de MAPS Chile con las negociaciones internacionales; rol de políticas públicas versus iniciativas privadas; trayectorias que elabora el proyecto; rol del GCE; definiciones políticas versus técnicas; integración de modelos sectoriales; co-beneficios.
GTT (primera ronda de 8 reuniones)	Julio 2012. Santiago.	120	<ul style="list-style-type: none"> • Se desarrollaron 8 reuniones: energía eléctrica, minería y otras industrias, transporte, forestal, agropecuario, comercial-público-residencial, residuos, e integración sectorial y aspectos económicos. • En cada reunión se abordaron los siguientes aspectos de la elaboración de la línea base 2007-2030: metodología, información e incertidumbres, interrelación con otros sectores.
2do Desayuno GCE	25 junio 2012, Santiago	42	<ul style="list-style-type: none"> • Mitigación y adaptación; modelo global de integración sectorial; Línea Base 2007; análisis espacial; percepciones versus datos; experiencia de otros países; innovación tecnológica.

Actividad	Fecha/ Lugar	Cant. Personas	Principales temas tratados
GCE2	2 y 3 agosto 2012. Reñaca.	60	<ul style="list-style-type: none"> • Parámetros a utilizar en la modelación de línea base 2007: PIB, crecimiento poblacional, tipo de cambio nominal, tasa de descuento, precios de combustible. • Regulaciones e iniciativas a incluir en línea base 2007-2030. • Interrelación entre sectores. • Escenarios climáticos a utilizar en la modelación. • Estatus y uso del "escenario requerido por la ciencia". • Estrategia de integración mediante modelación económica.
3er Desayuno GCE	24 septiembre 2012. Santiago	27	<ul style="list-style-type: none"> • Resultados GCE2; modalidad de licitación fase 2; políticas, medidas y acciones a considerar en línea base 2012-2030; medidas de mitigación a modelar en fase 2 y su taxonomía; los escenarios de mitigación (conformación y cantidad).
GTT (segunda ronda 8 reuniones)	Octubre 2012. Santiago.	100 aprox.	<ul style="list-style-type: none"> • Participaron los equipos consultores sectoriales que trabajan en el desarrollo de la línea base 2007-2030. • Las presentaciones y discusiones abordaron: una visión del sector hacia el 2006; metodología de proyección; variables críticas; análisis de la calidad de la información disponible.
4to Desayuno GCE	10 diciembre 2012. Santiago.	30	<ul style="list-style-type: none"> • Estado de avance de las consultorías sectoriales para línea base 2007-2030. • Evaluación cualitativa de los escenarios.
GCE3	14 y 15 enero 2013. Jahuel.	70 aprox.	<ul style="list-style-type: none"> • Participaron los equipos consultores sectoriales. • Se presentan y discuten estados de avance de cada sector, con énfasis en: metodología, aspectos críticos de la modelación, tratamiento diferenciado 2030-2050; resultados preliminares y análisis de sensibilidad.

Fuente: Proyecto MAPS Chile. Fase 1, 2012

II.3 Estructura del documento

Este documento está compuesto de cinco secciones en las que se resume de manera sucinta los principales resultados de la Fase I del Proyecto MAPS Chile.

En la sección III se presentan los antecedentes de la Línea Base 2007-2030 definidos por el Equipo de Investigación de MAPS Chile. Ello incluye los supuestos clave utilizados en el estudio, como son la tasa proyectada de crecimiento del PIB, la proyección de crecimiento de la población, la evolución esperada de los precios de los combustibles y del tipo de cambio, además de los criterios para el correcto tratamiento de las acciones tempranas

de mitigación. Además, se presenta el análisis de coherencia que existe entre sectores, se muestran los resultados prospectivos agregados y para cada uno de los sectores, en cuanto a emisiones de GEI, consumos energéticos, balances de emisiones y capturas. En la sección IV, se presenta la propuesta del escenario requerido por la ciencia para Chile, resultado de un estudio desarrollado en el marco del proyecto. En la sección V se presenta la Plataforma de Conocimiento MAPS Chile, desarrollada por el equipo de investigación. Finalmente, en la sección VI se presentan las principales conclusiones del estudio.



III. LÍNEA BASE 2007 - 2030





III. LÍNEA BASE 2007 - 2030

III.1 Supuestos clave

La Línea Base 2007-2030 se construye a partir del estudio de siete sectores que son los más relevantes en términos de emisión y captura de gases de efecto invernadero. Por tratarse de la Línea Base que se inicia en 2007, las proyecciones sectoriales se realizan condicionales en el conjunto de información existente a diciembre del 2006. Los sectores considerados son: 1) centros de transformación (generación/transporte de electricidad, refinerías, etc.), 2) minería y otras industrias, 3) transporte y urbanismo, 4) comercial, residencial y público, 5) agropecuario y cambio de uso de suelo, 6) forestal y cambio de uso del suelo y 7) residuos. Para cada uno de estos sectores se construye un modelo que representa las condiciones de operación de cada sector en el periodo 2007-2030 y que entrega como resultado las emisiones de gases de efecto invernadero en base anual. Para estos efectos, cada modelo debe proyectar las variables determinantes de las emisiones de GEI en el horizonte de tiempo del proyecto.

Con el fin de calcular las emisiones de GEI, los sectores requieren proyectar la trayectoria de una serie de variables agregadas. Estas variables entran en el modelo en forma exógena y por ser comunes a todos los sectores, sus proyecciones fueron aprobadas previamente por el Comité Directivo para el periodo 2007-2050, como resultado del proceso participativo del proyecto MAPS Chile. Dentro de las proyecciones se cuenta con un escenario oficial de crecimiento de la población, escenarios de crecimiento del PIB, escenarios de evolución del tipo de cambio nominal y escenarios de precios de combustibles, los cuales son coherentes con los escenarios macroeconómicos tal como se proyectaban a fines del 2006.

III.1.1 Población

La tasa de crecimiento de la población es un determinante clave en las demandas de distintos sectores. El escenario de crecimiento de la población que se utilizó en los estudios proviene de los datos oficiales del Instituto Nacional de

Estadísticas de Chile. Estas proyecciones consideran para el año 2007 una tasa de crecimiento anual de 1,01%, la cual va decreciendo a tasas crecientes en el tiempo, pasando por un 0,74% el año 2020, un 0,47% el año 2030, hasta alcanzar un 0,01% el año 2050.

III.1.2 PIB

La proyección para los años 2007-2050 de la tasa de crecimiento del PIB, se basa en una serie de criterios que se exponen a continuación, los cuales dan origen a 5 escenarios de PIB: Pesimista, Medio Bajo, Medio Alto, Optimista, y de Referencia.

Las tasas de crecimiento del PIB de los cuatro primeros escenarios corresponden a magnitudes de 3%, 4%, 5% y 6%, respectivamente, las que están sujetas a ciertas consideraciones. En primer lugar, se debe tomar en cuenta que tasas de crecimiento de esas magnitudes no serían sostenibles en el contexto actual hasta el año 2050, por lo que se acordó utilizar un criterio de convergencia para que la tendencia proyectada no crezca sin restricciones. Según este criterio, las tasas de crecimiento disminuye al alcanzar un nivel de producto per cápita de estado estacionario, el cual se supone correspondiente a alcanzar en el tiempo el nivel del 70% del PIB per cápita de EE.UU. o el nivel del PIB per cápita de España. Esto ocurre sólo en los escenarios Medio Alto en el año 2041 y Optimista en el año 2032. La convergencia equivale a observar que la tasa de crecimiento proyectada desde el año de convergencia en adelante disminuye a un 2% más el crecimiento de la población proyectado para ese año.

Una segunda consideración para estos primeros cuatro escenarios es que las tasas de crecimiento de los años 2007 y 2008 corresponden a las proyecciones promedios de mercado que circulaban en el año 2006, lo cual se acordó en el Grupo de Construcción de Escenarios N°2 del proyecto. Para ello se revisaron noticias e informes de la fecha, en los que se muestra

que las proyecciones fueron decreciendo al terminar el año. Finalmente, se consideraron las proyecciones emitidas en el "Acta de Resultados del Comité Consultivo del PIB Tendencial", del Ministerio de Hacienda, emitida en agosto de 2006, la cual consideraba una proyección de crecimiento de un 5,3% para los años 2007 y 2008, apoyando la idea de que las proyecciones a la fecha estaban en ese rango pero a la baja.

El quinto escenario corresponde al escenario de Referencia, el cual considera la tasa de crecimiento efectiva del PIB publicada por el Banco Central de Chile para los años 2007 al 2010. Para los años posteriores, este escenario se basa en las proyecciones utilizadas en diversos estudios realizados entre los años 2009 a 2012, los cuales tienen un horizonte hasta 2030. Después del 2030 se supone que se mantienen las tendencias utilizadas en esos estudios, considerando que a esa tasa no se llega a una convergencia de estado estacionario, según el análisis de convergencia realizado.

III.1.3 Tipo de cambio

El modelo macroeconómico de equilibrio general, manejado por el Ministerio de Hacienda, entrega proyecciones del tipo de cambio real de equilibrio. A partir de ellas y considerando el diferencial entre la inflación doméstica (3% según la meta inflacionaria) y la inflación externa (2%, en EE.UU.), se obtienen las proyecciones del tipo de cambio nominal, lo que implica que en equilibrio esta variable estará creciendo en promedio al 1% anualmente. Desde el modelo utilizado se deriva un valor de equilibrio del tipo de cambio nominal asociado a cada uno de los escenarios de proyecciones de crecimiento del PIB.

III.1.4 Precio combustibles

Productos derivados del petróleo. La proyección se realiza considerando los factores de modulación obtenidos a partir de las proyecciones del precio del petróleo crudo. Los factores de modulación corresponden a la tasa de crecimiento con respecto al precio del año base. Estos factores son utilizados para indexar el crecimiento del precio de los productos derivados del petróleo crudo (gasolina, diésel, etc.). Se consideran las referencias internacionales AEO, WEO y la proyección nacional que aparece en el Informe de Precio Nudo (IPN) de octubre de 2006.

Carbón. Debido a que la Comisión Nacional de Energía considera como precio de referencia el carbón australiano y debido a la ausencia de otras referencias bibliográficas que proyecten este precio, sólo se considera la proyección que aparece en el IPN de octubre 2006. Esta proyección se basa en los datos entregados por la consultora internacional Purvin and Gertz.

Gas Natural Licuado (GNL). La proyección del precio del GNL se realiza considerando 2 escenarios, uno sin costo de regasificación y otro con costo de regasificación. La proyección sin costo de regasificación se obtiene del Informe Precio Nudo SIC octubre 2006 definitivo. Esa proyección se basa en el precio promedio futuros NYMEX para Henry Hub, hasta 2011. Desde 2012 en adelante se utiliza la proyección que la Empresa Nacional del Petróleo (basada en Word Mackenzie) entregó a la Comisión Nacional de Energía.

A continuación se presentan las series de precios consideradas.

Tabla 2: Series de precio de combustible consideradas (US\$ nominales)

Año	Petróleo Crudo			Carbón			GNL	
	AEO-2006 Referencia	AEO-2006 Precio Alto	AEO-2006 Precio Bajo	WEO -2006	CNE-IPN-OCT2006	CNE-IPN-OCT2006	CNE-IPN-OCT2006	CNE-IPN-OCT2006-OBS
2006	62,0	62,0	62,0	62,0	62,0	73,7	no disponible	no disponible
2010	55,2	73,1	47,0	57,7	62,1	75,0	7,6	8,7
2020	76,4	128,3	51,2	70,3	79,7	75,0	6,0	7,2
2030	111	186,6	65,7	97,3	110,3	75,0	6,0	7,2
2040	151,6	270,1	85,0	158,8	152,6	75,0	6,0	7,2
2050	207,0	391,1	109,8	259,6	211,1	75,0	6,0	7,2

Fuente: Elaboración propia sobre la base de AEO-2006, WEO-2006 y CNE-2006

III.1.5 Factores de emisión

El cálculo de las emisiones por sector se realiza utilizando las guías definidas por IPCC en su versión del año 2006. Tal como lo define el IPCC, las emisiones del consumo eléctrico son contabilizadas en el sector Generación Eléctrica. Lo anterior es relevante al momento de interpretar los resultados de emisiones de cada sector, ya que éstos no incorporan las emisiones indirectas por consumo de electricidad.

III.1.6 Tratamiento de acciones tempranas de mitigación de emisiones de GEI previas a 2007

El compromiso voluntario de Chile - comunicado oficialmente a Naciones Unidas - consistente en "implementar acciones nacionalmente apropiadas de mitigación de modo de lograr una desviación de 20% por debajo de su trayectoria creciente de emisiones business-as-usual en el 2020, proyectadas desde el año 2007", consideró el 2007 como año de inicio de la proyección para que al país le fueran reconocidas las acciones tempranas de mitigación realizadas previo al 2006.

Por definición, la línea base 2007-2030 debe tomar la perspectiva de lo que ocurría en esa fecha. En ese sentido, el equipo de investigación ha sugerido respetar criterios que establezcan y consideren sólo los planes, acciones o medidas vigentes a diciembre de 2006, y que fuera esperable que se mantuvieran vigentes durante el periodo analizado. Unido a lo anterior, es

necesario agregar que serán consideradas como medidas de mitigación, aquellas que directa o indirectamente reduzcan emisiones de gases de efecto invernadero, sin que sea necesario que hayan sido creadas específicamente para ese fin.

En Chile, una norma (leyes, decretos, y en general los actos de la administración) entra en vigencia cuando, verificada cierta circunstancia, se incorpora al ordenamiento jurídico y, en consecuencia, se convierte en norma de aplicación obligatoria en la República hasta su derogación. Por regla general, el hito que lo determina es su publicación en el Diario Oficial. Sin embargo, esta regla puede ser exceptuada mediante norma expresa o mediante la verificación de circunstancias que, contempladas en el mismo texto normativo, difieren su entrada en vigencia en el tiempo o exceptúan su aplicación a situaciones concretas, circunstancias que deberán ser atendidas caso a caso.

Cabe señalar además, que en Chile una norma se encuentra vigente hasta su derogación, que de acuerdo a las disposiciones del Código Civil (Arts. 52 y 53), puede ser expresa o tácita. Así, la derogación será expresa, cuando una nueva ley diga expresamente que deroga la antigua. Será por otro lado una derogación tácita, cuando la nueva ley contenga disposiciones que no puedan conciliarse con las de la ley anterior, pudiendo serlo total o parcialmente, ya que la derogación tácita deja vigente en las leyes anteriores, aunque versen sobre la misma materia, todo aquello que no pugna con las disposiciones de la nueva ley.



III.2 Análisis de coherencia entre sectores

III.2.1 Planteamiento del problema

Hay dos elementos que entregan coherencia a la modelación de los sectores para la obtención de un resultado agregado. El primero se refiere a las interrelaciones existentes entre sectores. Ello implica reconocer y explicitar cómo ocurren esas interrelaciones, cuáles son, y a qué sectores afectan. El segundo considera supuestos comunes acerca del comportamiento a nivel agregado de la actividad económica del país.

III.2.2 Metodología de trabajo

Con el fin de enfrentar el punto de las interrelaciones sectoriales, el equipo de investigación del proyecto MAPS Chile construyó y entregó a cada consultor una matriz de interrelaciones atingentes a su sector. Por ello, cada consultor debió coordinarse con sus homónimos de los sectores correspondientes para asegurar la coherencia entre resultados. Esto fue monitoreado por el equipo de investigación del proyecto MAPS Chile.

De forma transversal, cada consultor debió proveer la demanda de recursos energéticos al sector generación eléctrica y otros centros de transformación. Esto se realizó mediante el cálculo de las variaciones de la demanda eléctrica y de combustible a lo largo del horizonte de proyección, la cual fue utilizada como un insumo en las simulaciones del sector energía.

En particular, los consultores de los sectores agropecuario y forestal debieron considerar las interrelaciones respecto de la demanda por uso de suelo y de la demanda por recursos hídricos. Se debió establecer la coherencia entre las proyecciones de consumo de leña del sector forestal y el consumo de las mismas por parte del sector comercial, público y residencial. Asimismo, se uniformaron criterios sobre disponibilidad de recursos energéticos primarios como es el caso del gas natural.

El tratamiento de la coherencia entre sectores desde el punto de vista agregado, es decir, de los efectos en conjunto de la

actividad económica del país, se basó en la disposición de información de escenarios comunes de variables que afectan a toda la economía.² Esta información fue provista por la contraparte técnica del proyecto MAPS Chile y consensuada mediante el proceso, a todos los consultores y consistió en supuestos de proyección para las siguientes variables:

- Tasa de crecimiento de la población,
- Tasa de crecimiento del PIB,
- Precio de los combustibles,
- Proyecciones de tipo de cambio,
- Escenario climático a considerar: A2 de escenarios de estudio IPCC IV.

De esta forma, cada consultor tuvo acceso a la misma información respecto del comportamiento proyectado de la economía, lo que permitió generar escenarios comparables entre los distintos sectores, facilitando la adición de resultados a nivel agregado en los distintos escenarios.

Cabe destacar que la definición de cualquier otro aspecto económico o parámetro de entrada requerido por algún sector particular fue realizada en coordinación con el equipo de investigación MAPS Chile, el GCE y el GTT correspondiente.

Esfuerzos adicionales de coherencia entre sectores y a nivel agregado serán realizados en la Fase 2 del proyecto. En esta fase se incluirá, en forma complementaria a los estudios sectoriales, un modelo macroeconómico de equilibrio general, que permitirá formalizar las interacciones entre precios de energéticos, actividad de los sectores, actividad agregada y mercado de factores productivos (trabajo y capital). De aquí se desprende que los resultados de la Fase 1 pueden ser modificados al considerar en forma sistemática estas interacciones.

2. René Muga, miembro del Grupo de Construcción de Escenarios, deja constancia que, "dado lo complejo de la modelación de los distintos sectores, es imprescindible una revisión de la coherencia en la proyección de cada sector, lo que además debe quedar bastante documentado". Al respecto, el equipo de investigación del proyecto responde que "las proyecciones de los diversos sectores considerados se han llevado a cabo en el contexto de un estudio detallado que utilizó la mejor información disponible hasta el año 2007 y que contó con la supervisión del equipo de investigación de MAPS Chile. En particular, los supuestos de proyección y su coherencia sectorial e intersectorial fue uno de los tópicos que recibieron un tratamiento particular, además de ser consensuados con el GCE.

III.3 Resultados sectoriales

III.3.1 Definición de escenarios

En cada uno de los sectores se distinguen los escenarios básicos estudiados y aludidos en la sección III.1. Estos escenarios combinan las proyecciones de las tasas de crecimiento del PIB y del tipo de cambio, estableciéndose los siguientes casos a analizar en forma independiente: *Pesimista (3%), Medio Bajo (4%), Medio Alto (5%), Optimista (6%) y de Referencia (crecimiento efectivo más proyección)*. En los casos que se presentan valores para un único escenario, este corresponde al Medio Alto.

III.3.2 Sector generación eléctrica y transporte electricidad

III.3.3 Sector transporte y urbanismo

III.3.4 Sector minería y otras industrias

III.3.5 Sector comercial, público y residencial

III.3.6 Sector agropecuario y cambio de uso de suelo

III.3.7 Sector forestal y cambio de uso de suelo

III.3.8 Sector residuos antrópicos



Sector generación eléctrica y transporte electricidad

III.3.2 Sector generación eléctrica y transporte electricidad

Fuentes de Emisión de GEI

- Quema de combustible para generación de electricidad.

Principales Fuentes de Información

- Base de datos CDEC-SIC, CDEC-SING, CNE
- Informe Precio Nudo (IPN) Octubre 2006
- Proyectos en evaluación: Datos ingresados a SEIA hacia fines de 2006, proyectos aparecidos en prensa hacia fines de 2006,
- Proyección costos de inversión: SEIA, AIE
- Estudios disponibles hacia 2006 sobre potenciales de generación para distintos tipos de tecnología

Principales Drivers

- Demanda eléctrica

Metodología

Se utiliza un modelo de optimización que minimiza el costo de inversión, operación y falla, bajo un criterio de planificación centralizada. Las simulaciones fueron realizadas con el software MESSAGE³ el cual internamente resuelve el problema de optimización anterior. Cabe señalar que el modelo no es capaz de reflejar elementos de competencia imperfecta (información asimétrica, riesgos específicos del negocio, poder de mercado, etc.), sin embargo, los resultados son indicativos de una asignación racional/económica de los recursos.

El software MESSAGE no permite un tratamiento estocástico de la hidrología. Se consideran 5 secuencias hidrológicas futuras y para cada una de ellas se obtuvo un plan de expansión. El plan de expansión seleccionado es aquel que minimiza el costo esperado de las 5 secuencias hidrológicas futuras. La evaluación del costo esperado se realizó de manera exógena. La proyección de la generación eléctrica por tipo de fuente e inversión en nuevas centrales son resultados del problema de optimización. El cálculo de las emisiones de GEI se realiza multiplicando el consumo de energía (carbón, GNL, diésel, etc.) por el factor de emisión asociado a cada uno de éstos.

La demanda eléctrica utilizada corresponde a la demanda proyectada por los sectores (minería y otras industrias, CPR, etc.) cuyos estudios fueron desarrollados en forma paralela a éste. Las proyecciones utilizadas muestran que para el SING no se observa una gran

diferencia de la demanda eléctrica al año 2030 entre los escenarios de PIB pesimista y optimista. Lo anterior se explica porque el modelo utilizado para proyectar la demanda del sector minería del cobre no considera como driver el PIB nacional (para más detalles ver estudio del sector minería y otras industrias). Las diferencias en la demanda para los distintos escenarios de PIB son mucho más importantes en el SIC, obteniendo una variabilidad de prácticamente del doble al año 2030, entre los escenarios pesimista y optimista, con valores de aproximadamente 111.000 y 208.000 GWh, respectivamente.

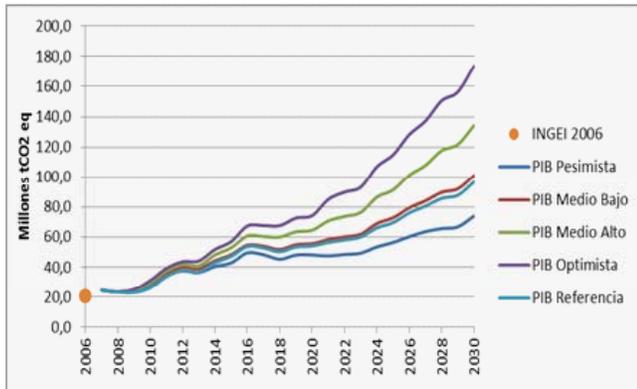
Las pérdidas de energía en los sistemas de transmisión y distribución se estimaron como un porcentaje de la demanda. El porcentaje seleccionado se obtuvo a partir del análisis de la información histórica de las pérdidas en los sistemas entre los años 2000 y 2006. Este porcentaje se supuso que se mantiene constante para el horizonte de evaluación. Para los consumos propios, se utilizó información de cada central generadora, como un porcentaje de la producción destinada a este ítem. La interconexión SIC-SING se propone a partir del año 2020, fecha que es discutida y acordada por el Grupo de Construcción de Escenarios.

Se considera que los proyectos hidroeléctricos de la región de Aysén podían entrar en operación a partir del año 2017. Más detalles sobre el desarrollo metodológico de este sector se pueden encontrar en [3].

3. René Muga, miembro del Grupo de Construcción de Escenarios, deja constancia que "dada la relevancia de los resultados del estudio y para los efectos de optimización y simulación, existen en el mercado herramientas específicas que modelan los sistemas eléctricos de mejor manera que Message. En particular se recomienda el uso de un modelo que represente el sistema de transmisión, los perfiles de operación de las distintas tecnologías de generación, los perfiles de demanda de distintos tipos de clientes, la estacionalidad de la demanda, entre otros". Al respecto, el equipo de investigación responde que "en la sección 6.7.1 del informe sectorial se presenta la modulación de la demanda, la cual considera las curvas diarias de la demanda del SIC y SING, la variación del recurso eólico y la variación del recurso solar. La variación del recurso hídrico se modeló considerando factores de planta trimestrales definidos de acuerdo a las secuencias hidrológicas históricas. Con respecto a la modelación del sistema de transmisión, se debe tener en cuenta que las proyecciones se realizaron considerando los supuestos disponibles hacia fines de 2006 (Línea Base 2007). Hacia esa fecha, era difícil proyectar las restricciones que actualmente sufre nuestro sistema de transmisión".

Resultados

Figura 2: **Emissiones sector generación**



Fuente: Proyecto MAPS Chile. Fase 1, 2012

Tabla 3: **Emissiones sector generación eléctrica (MM ton CO2eq)**

Escenarios	INGEI 2006	2010	2020	2030
PIB Pesimista	20,8	28,1	48,3	74,1
PIB Medio Bajo	20,8	29,6	55,7	101,3
PIB Medio Alto	20,8	29,6	64,6	134,4
PIB Optimista	20,8	31,2	74,4	173,7
PIB Referencia	20,8	26,1	54,3	97,0

Análisis de resultados

Figura 3: **Potencia instalada adicional para el SIC (izquierda) y SING (derecha) para escenario optimista.**

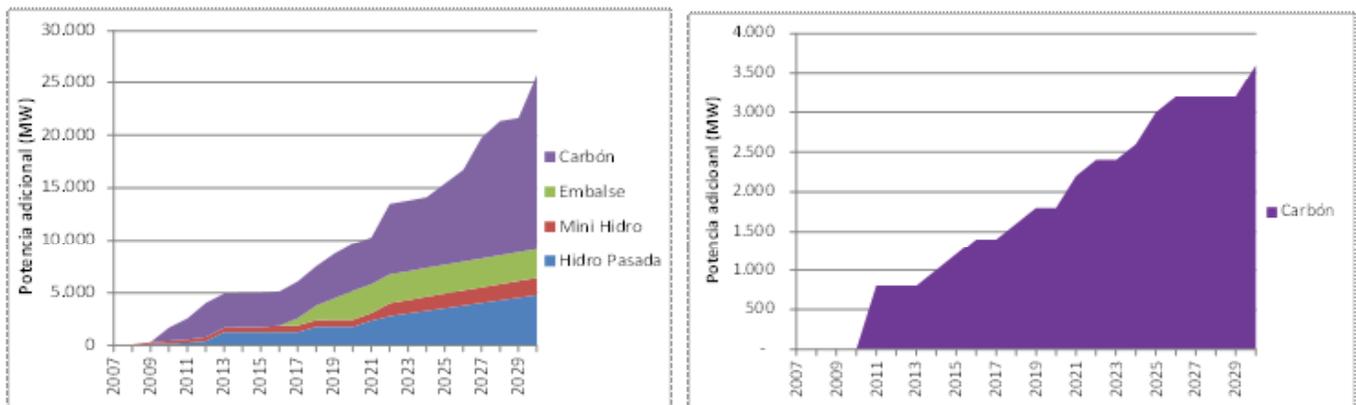
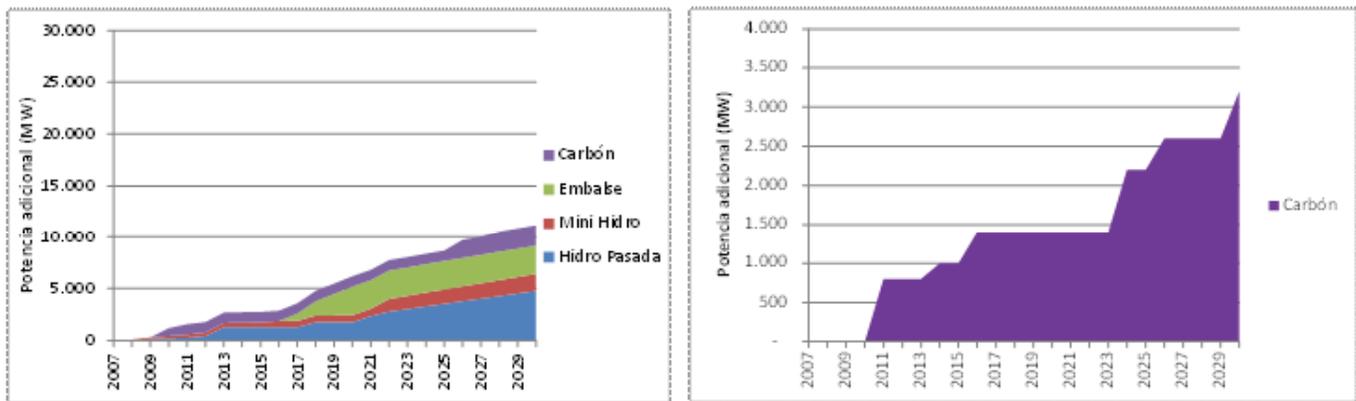


Figura 4: **Potencia instalada adicional para el SIC (izquierda) y SING (derecha) para escenario pesimista.**



Fuente: Proyecto MAPS Chile. Fase 1, 2012

De los resultados se destaca la participación creciente del carbón para ambos sistemas, como así mismo, la muy baja participación de generación ERNC de carácter variable. Desde el punto de vista de la modelación este resultado tiende a validar el uso del programa MESSAGE, ya que justamente, un punto débil de este software es la modelación adecuada de costos en escenarios de alta penetración ERNC intermitente.

Los resultados a nivel nacional muestran que el crecimiento de las emisiones a partir de los años 2013 y 2017 es relativamente bajo. En el caso del SIC, la entrada en operación de proyectos hidroeléctricos en esos años (los proyectos de la región de Aysén entran a partir del año 2017) compensa el incremento de emisiones en el SING. Las diferencias observadas entre los planes de expansión para

los escenarios de PIB optimista y pesimista están determinadas principalmente por la potencia instalada de proyectos a carbón. Por este motivo, hacia el año 2030 se observa una diferencia relevante en las emisiones proyectadas entre estos dos escenarios.

Por último, cabe mencionar que los resultados para la proyección de emisiones que se muestran en este documento presentan algunas diferencias con respecto a los resultados que aparecen [3]. Lo anterior se debe a las actualizaciones finales que sufrió la demanda eléctrica proyectada por los sectores minería y otras industrias, CPR y transporte. De manera exógena se ajustó la proyección de emisión a la demanda eléctrica final suponiendo las variaciones de la demanda fueron compensadas por aumentos o disminuciones de la generación en base a carbón.

Aspectos normativos relevantes del sector en el periodo proyectado, incluidos en la línea base 2007-2030

En este sector se considera la normativa vigente asociadas a la Ley Corta I y Ley Corta II del sector dentro de la línea base proyectada 2007-2030. No se considera la ley de Energías Renovables debido a que su aprobación fue posterior al año 2007.

Comentarios de los GCE

Las siguientes solicitudes adicionales de los miembros del GCE serán consideradas en detalle en la fase 2 del estudio:

- Emisiones de contaminantes locales,
- Modelación de variabilidad de los recursos renovables,
- Análisis de carácter regional.





Sector transporte y urbanismo

III.3.3 Sector transporte y urbanismo

Fuentes de Emisión de GEI

- Quema de combustible utilizado en el transporte de carga y pasajeros.

Principales Fuentes de Información

- Encuesta origen-destino disponibles hacia 2006.
- Balance Nacional de Energía (BNE), Ministerio de Energía.
- Estadísticas de consumo de combustible, SEC,
- Estudio "Evaluación Costo - Beneficio de la restricción al transporte de carga en el Anillo Américo Vespucio" (Cámara Chilena de Comercio, 2003).
- "Desarrollo y Aplicación de una Metodología Local de Cálculo de Emisiones Bunker para Gases de Efecto Invernadero", CONAMA.

Principales Drivers

- PIB nacional y regional
- Aumento de la población,
- Crecimiento económico de los distintos sectores demandantes de transporte de carga.

Metodología

Subsector transporte de pasajeros

Las emisiones del subsector transporte de pasajeros se calculan de manera indirecta a partir de la proyección de la variable PKM (pasajero-kilómetro) per cápita. La variable PKM representa la demanda media anual por transporte de una persona, medida en kilómetros.

Para proyectar esta variable se utiliza un modelo econométrico que relaciona los PKM per cápita por región con el PIB per cápita por región: $PKM = f(PIB \text{ per cápita regional})$. La serie histórica de los PKM se construye de manera indirecta a partir de datos de consumo energético disponibles entre 1998-2006 y algunos supuestos de tasa de ocupación y rendimiento por tipo de vehículo.

Se realiza una proyección a nivel regional debido a que la dinámica de crecimiento de las ciudades es distinta. No obstante, dentro de una misma región puede haber ciudades con dinámicas de crecimiento distintas.

Una vez proyectada al variable PKM, la demanda se distribuye en los distintos modos de transporte de pasajeros: vehículos particulares, taxi, buses, Metro. Debido a la dificultad para proyectar la partición modal, se realiza análisis de sensibilidad considerando 2 escenarios: 1) variación de la partición modal considerando cambios observados

en los últimos años⁴, 2) partición modal constante considerando datos existentes hacia 2006.

La participación modal de los vehículos de baja o cero emisión (eléctricos, híbridos, etc.) se consideró que era menor al 0,1% hacia el 2020.

La proyección la variable PKM no considera la demanda asociada a transporte no motorizado. Sin embargo, la metodología utilizada permitirá en la fase 2 del proyecto MAPS-Chile considerar cambios de modos de transporte, desde vehículos motorizados a no motorizados.

El consumo de energía se calcula de la siguiente forma:

Consumo total de energía por modo = $PKM \text{ regional} \times Población \text{ regional} \times \% \text{ partición modal} / (\text{tasa de ocupación} \times \text{rendimiento})$

Para el caso de los vehículos livianos, se considera un aumento anual del 1% del rendimiento promedio. Para el caso de los buses, se considera un aumento anual del 0,2%.

Se considera que la partición de los distintos combustibles con respecto al consumo total se mantiene constante (participación observada a fines de 2006).

4. Los resultados que se muestran en este documento consideran este escenario.

El cálculo de las emisiones de GEI se deriva a partir de cálculo de consumo de energía:

$$\text{Emisiones} = \text{Consumo energético} \times \text{Factor emisión}$$

Más detalles sobre el desarrollo metodológico de este sector se pueden encontrar en ^[5].

Subsector transporte de carga

Las emisiones del subsector transporte de carga se calculan de manera indirecta a partir de la proyección de la variable TKM (toneladas-kilómetro). La variable TKM representa la cantidad de carga transportada anual por kilómetros recorridos.

Para proyectar esta variable se utiliza un modelo econométrico que relaciona los TKM con el PIB nacional: $\text{TKM} = f(\text{PIB})$. La serie histórica de los TKM se construye de manera indirecta a partir de datos de consumo energético disponibles entre 1998-2006 y algunos supuestos de tasa de carga y rendimiento por tipo de vehículo.

Una vez proyectada la variable TKM, la demanda se distribuye en los distintos modos de transporte de carga: ferroviario y caminero. A su vez, el modo caminero considerada la desagregación urbano-interurbano. Por último, los vehículos de transporte de carga son desagregados en las siguientes categorías: pesados, medianos y livianos. La siguiente tabla muestra la participación de los distintos modos de transporte de carga.

Tabla 4: Participación en emisiones para transporte carga (%)

Modo	Participación por transporte carga (%)		
	2007	2020	2030
Camión Urbano	45,4	45,4	45,4
Camión Interurbano	53,3	53,3	53,3
Ferroviano	1,3	1,3	1,3

El consumo de energía se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Consumo por modo} = \text{TKM} \times \% \text{partición modal} / (\text{tasa de carga} \times \text{rendimiento})$$

Se considera un aumento anual del 0,2% del rendimiento promedio.

Se considera que la participación de los distintos combustibles con respecto al consumo total se mantiene constante.

5. El sector pesca responde a una demanda externa, por lo que debería seguir al PIB internacional, lo que fue sensibilizado por los consultores del sector, para visualizar el efecto correspondiente.

El cálculo de las emisiones de GEI se deriva a partir de cálculo de consumo de energía:

$$\text{Emisiones} = \text{Consumo energético} \times \text{Factor emisión}$$

Subsector transporte marítimo nacional

Se utiliza un modelo econométrico que relaciona el consumo energético del transporte marítimo nacional con el PIB nacional:

$$\text{Consumo energético} = f(\text{PIB nacional})$$

Se consideran las series históricas de consumo para los años 1991-2006.

El cálculo de las emisiones de GEI se deriva a partir de cálculo de consumo de energía:

$$\text{Emisiones} = \text{Consumo energético} \times \text{Factor emisión}$$

Subsector transporte aéreo nacional

Se utiliza un modelo econométrico que relaciona el consumo energético del transporte aéreo nacional con el PIB nacional: $\text{Consumo energético} = f(\text{PIB nacional})$.

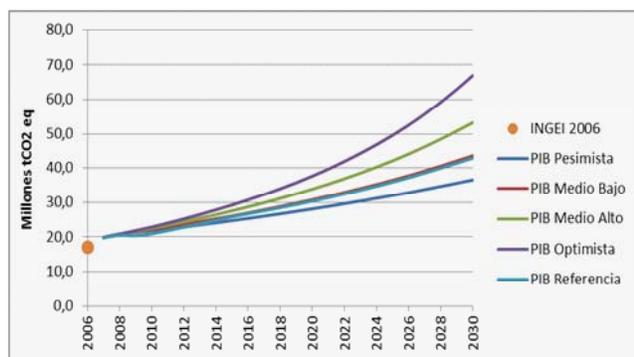
Se consideran las series históricas de consumo para los años 1991-2006.

El cálculo de las emisiones de GEI se deriva a partir de cálculo de consumo de energía:

$$\text{Emisiones} = \text{Consumo energético} \times \text{Factor emisión}$$

Resultados

Figura 5: Emisiones sector transporte



Fuente: Proyecto MAPS Chile. Fase 1, 2012

Tabla 5: Emisiones sector transporte (MM ton CO2eq)

Escenarios	INGEI 2006	2010	2020	2030
PIB Pesimista	17,1	21,8	28,1	36,6
PIB Medio Bajo	17,1	22,2	30,7	43,6
PIB Medio Alto	17,1	22,5	33,9	53,2
PIB Optimista	17,1	22,9	37,7	66,9
PIB Referencia	17,1	21,0	30,4	42,9

Fuente: Proyecto MAPS Chile. Fase 1, 2012

Análisis de resultados

- Los resultados muestran que el subsector transporte caminero es el que más contribuye en las emisiones del sector (84% hacia 2020, ver Tabla 6). A su vez, dentro de esta categoría, el transporte de pasajeros representa el 74% de las emisiones hacia el 2020 (ver Tabla 7).
- Se observa un incremento en la participación del subsector transporte aéreo hacia el 2020 y 2030.
- El transporte de carga interurbano y urbano representan el 53,3% y 45,4% de las emisiones del transporte de carga. El transporte de

carga ferroviario representa menos del 2% de las emisiones de esta categoría y menos del 1% de las emisiones del sector.

- Los resultados muestran que si se hubiera mantenido constante la partición modal observada hacia diciembre de 2006 para el transporte de pasajeros, las emisiones para el escenario de PIB de referencia hubieran sido menor en 3,1 y 6,1 MM ton CO2eq para los años 2020 y 2030, respectivamente. Por su parte, para el escenario PIB medio alto, las emisiones hubieran sido menor en 3,3 y 6,8 MM ton CO2eq para los años 2020 y 2030 (ver Tabla 8).

Tabla 6: Participación por subsector en las emisiones totales del sector, escenario PIB de referencia

Subsector	Participación por subsectores (%)		
	2007	2020	2030
Aéreo	6,2	12,3	20,3
Marítimo	2,3	2,8	3,2
Ferroviano	0,3	0,3	0,2
Caminero	91,3	84,6	76,3

Tabla 8: Sensibilidad transporte de pasajeros

Sensibilidad	Escenario PIB referencia (MM ton CO2eq)		Escenario PIB medio alto (MM ton CO2eq)	
	2020	2030	2020	2030
Partición modal variable	30,4	42,9	33,9	53,2
Partición modal constante	27,3	36,9	30,6	46,4
Diferencia	3,1	6,1	3,3	6,8
Diferencia (%)	11,4	16,5	10,8	14,7

Tabla 7: Participación en transporte caminero (%)

Modo	Participación en transporte caminero (%)		
	2007	2020	2030
Pasajero	76	74	73
Carga	24	26	27

Tabla 9: Participación modal para algunas ciudades

Región	Modo	2007	2020	2030
V	Particular	44,2%	62,8%	74,9%
	Taxi	3,1%	2,2%	1,5%
	Bus	51,2%	33,5%	22,1%
	Metro	1,4%	1,5%	1,4%
RM	Particular	44,3%	56,2%	60,1%
	Taxi	2,7%	1,6%	1,0%
	Bus	47,1%	29,4%	18,3%
	Metro	5,9%	12,8%	20,6%

Aspectos normativos relevantes del sector en el periodo proyectado, incluidos en la línea base 2007-2030

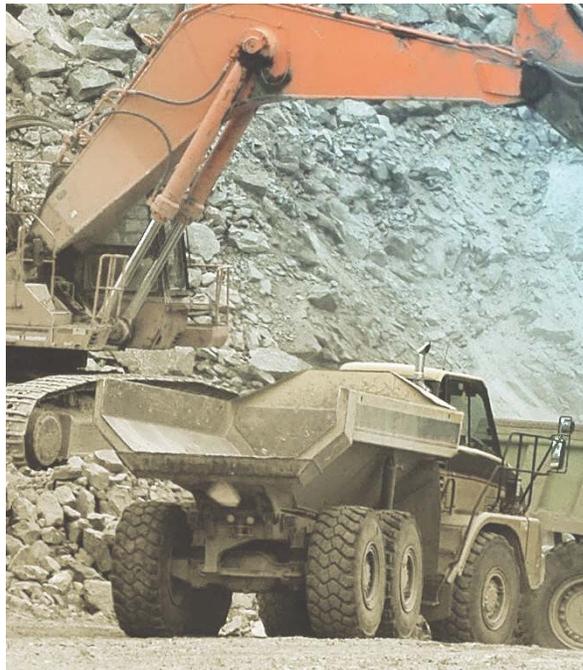
No se consideran normativas específicas, asociadas a medidas tempranas de mitigación, a ser consideradas como base de la proyección.

Comentarios de los GCE

Las siguientes solicitudes de los miembros del GCE serán consideradas en detalle en la fase 2 del estudio:

- Proyección en mayor detalle de la partición modal,
- Proyección de la demanda de transporte asociado a vehículos no motorizados,
- Incorporación de precio de los combustibles,
- Dinámica de desarrollo de las ciudades (cambios de conducta, logística).
- Análisis de sensibilidades con respecto a parámetros que definen el transporte de carga





Sector minería y otras industrias

III.3.4 Sector minería y otras industrias

Fuentes de Emisión de GEI

• Consumo de combustibles fósiles

Al año 2006, un 31% del consumo del sector (26.705 TCal) corresponde a derivados del petróleo (principalmente petróleo diésel y petróleos combustibles) y un 19% a carbón, gas natural y otros consumos menores. El resto corresponde a leña, que no es una fuente directa de emisiones de CO₂, pero sí de CH₄ y N₂O.

• Consumo de electricidad

Es un sector muy intensivo en consumo de electricidad (29.512 TCal, equivalentes al 34% del consumo del sector al año 2006). Las emisiones generadas son reportadas según sistema eléctrico y contabilizadas por el sector generación eléctrica y transporte de electricidad.

• Emisiones procesos industriales

Estas emisiones corresponden a un pequeño porcentaje del total de emisiones del sector.

Principales Fuentes de Información

- Información de consumos energéticos y factores unitarios de COCHILCO
- Proyecciones producción de COCHILCO, estudios internacionales de demanda mundial (Brook Hunt 2006)
- Consumos por uso: eléctrico, motriz, calor.
- Estimaciones de precios de minerales
- Estadísticas y proyecciones económicas internacionales (Banco Mundial)
- Perspectivas tecnológicas mundiales
- Consumo energético histórico (BNE)

Principales Drivers

Minería:

- Producción de cobre y otros minerales
- Precio del cobre y otros minerales
- Producto Interno Bruto
- Penetración de tecnologías

Otras industrias:

- PIB Nacional, Internacional
- Producción

Metodología

Sector Gran Minería del Cobre

Consumo Energético

El consumo energético del sector es impulsado principalmente por la producción de cobre y corresponde a la amplificación del coeficiente unitario de energía, es decir, la cantidad de energía requerida para producir una tonelada métrica fina (TMF) de producto; por la producción anual, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{Consumo} = \text{Coeficiente Unitario} \times \text{Producción}$$

Luego, la proyección de producción de cada producto elaborado por el sector cobre es desarrollada a partir de las siguientes metodologías:

- Proyección 2007 – 2012. En este periodo, la proyección de producción se obtiene del estudio "Inversión en la Minería Chilena del Cobre y del Oro. Proyección del período 2006-2010", publicado por COCHILCO, el año 2006.

- Proyección 2013 – 2016. Sobre la base de la proyección de producción mundial de cobre del estudio "Global Copper Concentrate and Blister/Anode Markets to 2016" (Brook Hunt 2006), se estima la proyección de producción de cobre a nivel nacional. Para ello se utiliza el siguiente indicador de participación anual de producción de cobre nacional en la producción de cobre mundial:

- 2007: 35%
- 2030: 30%
- 2050: 27%

- Proyección 2017-2030. Se estima la demanda mundial a partir de un modelo econométrico que considera como variable independiente la proyección del PIB mundial. A partir de ello, la proyección de producción nacional de cobre se estima usando los porcentajes de participación en la demanda mundial presentados anteriormente.

Adicionalmente, se proyectan los coeficientes (factores) unitarios considerando supuestos por tipo de explotación minera y tipo de proceso. Los datos históricos de coeficientes unitarios, se obtienen de información pública disponible (COCHILCO). A partir del año 2031, los coeficientes unitarios de mina rajo, mina subterránea, mina, concentrados, fundición, refinación, lixiviación y servicio, se mantienen constantes.

Por otra parte, se ha estimado el consumo de energía (electricidad) asociado al proceso de desalinización/transporte del agua de mar, previendo este será uno de las barreras más importante para el desarrollo de la minería en el norte del país. Para ello se han supuesto los datos de consumo de una "planta desalinizadora tipo", los cuales han sido expandidos a una demanda hídrica creciente en el tiempo, la cual será impulsada a una cota promedio de altitud de los yacimientos.

Emisiones

Para estimar las emisiones de GEI asociadas a uso energético del sector gran minería del cobre, se utilizan los factores de emisión por defecto para la combustión estacionaria en las industrias manufactureras y de la construcción, presentados en las Directrices

del IPCC de 2006. Se consideran los siguientes GEI: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O).

Consideraciones:

- No se lleva a cabo un análisis de las reservas de cobre, por lo que este aspecto no se considera en forma explícita en los modelos.
- No se considerará la incertidumbre asociada a la fecha de entrada de los proyectos mineros, tema que no se trataba metodológicamente antes del año 2007.
- Los coeficientes unitarios para el proceso de extracción son crecientes hasta el 2030 y a partir de ahí se asumen que nunca decrecerán. Para la refinación se consideran constantes en el tiempo, a partir del año 2011, debido a temas estructurales de la industria minera, como son, el envejecimiento de las minas, que conlleva la disminución en la ley de los minerales extraídos, el aumento de las distancias de acarreo y la mayor dureza de los minerales, entre otros.

Más detalles sobre el desarrollo metodológico de este sector se pueden encontrar en ^[4].

Sector Industrial e Industrias y Minas Varias

Consumo Energético

La metodología para proyectar los consumos energéticos emplea un enfoque econométrico que considera los sectores económicos, según la desagregación del BNE. Se ha elaborado un enfoque que entrega las tendencias de largo plazo para los distintos consumos energéticos en los distintos sectores, en función de las variables que afectan el consumo energético del sector o subsector respectivo. La metodología de proyección se basa en el desarrollo de modelos del tipo:

$$Y_t = \prod_i a_i X_{it}^{b_i}$$

Donde:

Y_t : Consumo energético en el tiempo t ,

a_i : Constante,

X_{it} : Variable explicativa i del consumo Y en el tiempo t ,

b_i : Elasticidad del consumo Y respecto de la variable explicativa i en el tiempo t .

Los valores a_i y b_i , descritos en la ecuación anterior, se obtienen utilizando el consumo histórico de energía de cada sector y una variable explicativa, mientras que el consumo sectorial histórico, por energético, se obtiene del BNE.

Las variables explicativas utilizadas en la proyección de consumo energético de cada sector son:

Sector	Variable explicativa
Azúcar	Producto Interno Bruto Nacional
Cemento	Producción
Hierro	Producto Interno Bruto Nacional
Industrias varias	Producto Interno Bruto Nacional
Minas varias	Producto Interno Bruto Nacional
Papel y celulosa	Producción
Pesca	Producto Interno Bruto Nacional ⁵
Petroquímica	Producto Interno Bruto Nacional
Siderurgia	Producción

⁵ El sector pesca responde a una demanda externa, por lo que debería seguir al PIB internacional, lo que fue sensibilizado por los consultores del sector, para visualizar el efecto correspondiente.

Emisiones

Para estimar las emisiones de GEI asociadas a uso energético del sector industrial e industrias y minas varias, se utilizan los factores de emisión por defecto para la combustión estacionaria en las

industrias manufactureras y de la construcción, presentados en las Directrices del IPCC de 2006. Se consideran los siguientes GEI: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O).

Sector Procesos Industriales

Emisiones

Las emisiones por procesos industriales corresponden a las emisiones de GEI generadas por la utilización de energía en procesos productivos y por la transformación física y química de materias primas y pueden generar emisiones de CO₂, COVNM, SO₂, N₂O, PFC entre otros. Para obtener las emisiones por procesos industriales se amplifica la producción del sector por el factor de emisión, según las Directrices IPCC 2006, asociado al proceso productivo correspondiente.

En el sector cemento se consideran las emisiones del proceso de producción de cemento y cal. El proceso de producción de cemento genera emisiones de CO₂, asociadas a la producción de clinker. La producción de cemento se obtiene del Instituto del

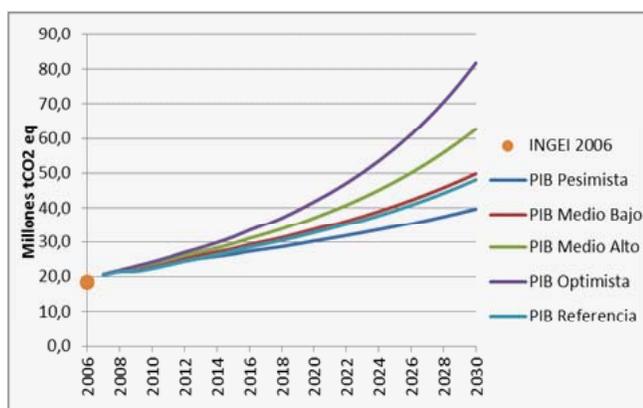
Cemento y del Hormigón de Chile (ICH) y es proyectada sobre la base de funciones econométricas. A su vez, en el sector cemento, se incluyen las emisiones asociadas a la producción de cal. Las emisiones generadas por esta industria son exclusivamente de CO₂ y se producen durante el proceso de calcinación. La producción de cal se obtiene del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero y es proyectada sobre la base de funciones econométricas.

El ciclo productivo del acero, genera diversas emisiones de gases efecto invernadero. Dependiendo de la operación unitaria perteneciente al proceso se puede llegar a generar CO₂, NO_x, COVNM, CO y/o SO₂. La producción de acero se obtiene del Inventario Nacional de GEI (2006) y es proyectada sobre la base de funciones econométricas. Los factores de emisión utilizados corresponden a los indicados por las Directrices IPCC 2006 para las emisiones por procesos industriales.



Resultados

Figura 6: Emisiones sector minería y otras



Fuente: Proyecto MAPS Chile. Fase 1, 2012

Tabla 10: Emisiones sector minería y otras industrias (MM ton CO2eq)

Escenarios	INGEI 2006	2010	2020	2030
PIB Pesimista	13,2	17,0	23,1	30,9
PIB Medio Bajo	13,2	17,0	24,6	36,5
PIB Medio Alto	13,2	17,2	27,1	45,9
PIB Optimista	13,2	17,3	29,5	58,2
PIB Referencia	13,2	16,4	24,8	36,9

Fuente: Proyecto MAPS Chile. Fase 1, 2012

Tabla 11: Emisiones procesos industriales (MM ton CO2eq)

Escenarios	INGEI 2006	2010	2020	2030
PIB Pesimista	5,4	6,3	8,1	10,8
PIB Medio Bajo	5,4	6,4	9,1	13,4
PIB Medio Alto	5,4	6,5	10,1	16,9
PIB Optimista	5,4	6,6	11,3	21,6
PIB Referencia	5,4	6,1	8,9	13,1

Fuente: Proyecto MAPS Chile. Fase 1, 2012

Análisis de resultados

- Se aprecia una fuerte correlación de las emisiones de GEI con el crecimiento del PIB debido al comportamiento de los subsectores industrial e industrias y minas varias, responsables de la mayor parte del consumo energético del sector.
- En este sentido, el cobre tiene una menor emisión directa de GEI y no sigue la tendencia de crecimiento del PIB. Como se observa en el cuadro siguiente, la mayor parte del consumo energético del sector cobre corresponde a electricidad.
- Es importante hacer notar la relevancia que tomará en el futuro el consumo eléctrico a causa de la desalinización del agua, llegando a ser un consumo del orden del 30% de la demanda de la industria del cobre.
- El consumo eléctrico del cobre, junto con el de industrias y minas varias, es el más relevante de este sector. Sin embargo, este consumo no se refleja en las emisiones de GEI del sector.
- El petróleo diésel es el otro energético de importancia en este sector, principalmente por minas varias. Este sí tiene una emisión relevante de GEI.
- En el estudio de la fase 1 se consideraron los sectores cemento y siderurgia, pero no se estimaron el resto de las fuentes de emisión que se contabilizan en el Inventario de Emisiones de GEI. Ellas fueron adicionadas posteriormente y se incluyeron en los resultados de la tabla 11.

Tabla 12: Principales consumos energéticos sector minería y otras industrias

Subsector	Energético (TCal)	2006	2007	2010	2020	2030
Industrias Varias	Electricidad	7.562	8.064	9.730	17.860	32.772
	Diésel	7.029	5.965	6.679	9.669	13.998
	Gas Licuado	1.686	1.940	2.567	5.324	10.939
	Petróleo Combustible	1.704	5.253	8.564	17.971	32.125
	Leña	3.779	4.419	5.633	10.274	18.657
	Otros	5.488	4.907	3.402	2.403	2.693
Hierro	Electricidad	344	302	313	350	393
	Carbón	577	569	585	640	700
	Otros	85	109	175	290	368
Azúcar	Carbón	750	910	956	968	980
	Otros	218	182	189	192	195
Cemento	Electricidad	510	516	584	900	1.386
	Petróleo Combustible	304	280	327	1.003	3.199
	Carbón	1.656	1.699	1.820	2.264	2.816
	Otros	427	937	1.006	1.519	2.341
Minas Varias	Electricidad	1.282	1.222	1.421	2.331	3.823
	Diésel	3.340	4.048	6.017	17.208	48.576
	Otros	1.079	888	798	1.067	1.428
Papel y Celulosa	Electricidad	4.282	4.518	5.128	7.075	9.849
	Petróleo Combustible	1.605	2.014	2.917	3.198	3.366
	Leña	9.269	7.545	7.488	11.384	17.588
	Otros	1.461	831	199	104	207
Pesca	Petróleo Combustible	439	975	987	1.024	1.063
	Otros	812	1.012	1.042	1.158	1.317
Petroquímica	Electricidad	526	520	560	708	891
	Otros	123	216	322	809	2.026
Siderurgia	Electricidad	494	540	648	954	1.362
	Coke	2.328	2.192	2.321	2.798	3.374
	Gas Corriente	892	963	1.080	1.322	1.601
	Otros	572	452	477	498	474
Cobre	Electricidad	13.917	15.979	18.760	30.206	40.394
	Electricidad Desalinización	-	112	316	7.067	6.782
	Diésel	7.501	9.017	9.930	13.002	14.675
	Petróleo Combustible	995	1.778	1.958	2.563	2.893
	Otros	1.222	977	1.076	1.409	1.590

Fuente: Proyecto MAPS Chile. Fase 1, 2012

Aspectos normativos relevantes del sector en el periodo proyectado, incluidos en la línea base 2007-2030

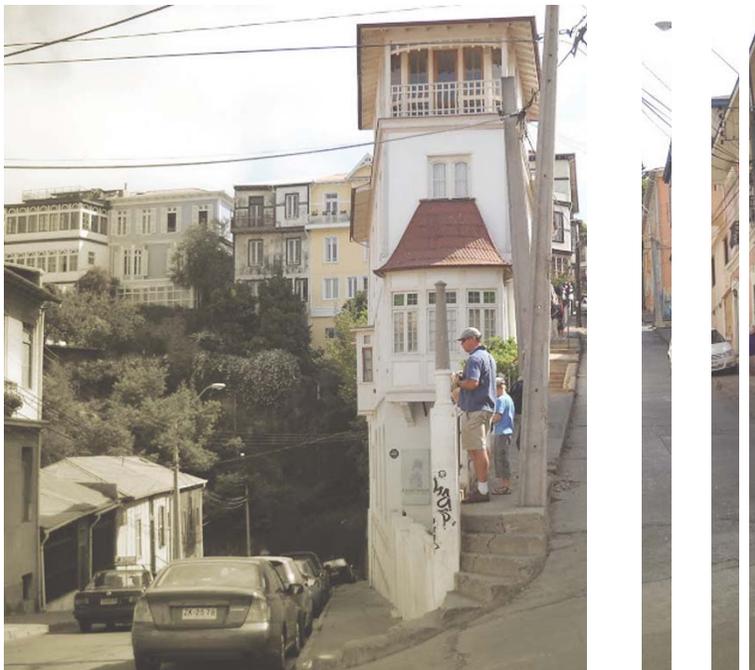
El sector se ve sujeto al cumplimiento de medidas adoptadas en los Planes de Descontaminación de distintas ciudades y a resoluciones relacionadas con contaminación de aire, agua y suelos.

Comentarios de los GCE

Las siguientes solicitudes de los miembros del GCE serán consideradas en la fase 2 del estudio:

- Tratamiento de las reservas en el modelo y su relación con el precio del cobre (se trata en términos teóricos),
- Tratamiento de cierre de faenas,
- Reciclaje de cobre,
- Desagregación del sector "industrias varias".





Sector comercial, público y residencial

III.3.5 Sector comercial, público y residencial

Fuentes de Emisión de GEI

- **Consumo de combustibles fósiles**

Al año 2006, un 19% del consumo del sector (11.697 TCal) corresponde a derivados del petróleo (principalmente gas licuado) y un 8% a gas natural.

- **Consumo de electricidad**

Es un sector intensivo en consumo de electricidad (13.764 TCal), equivalentes al 23% del consumo del sector al año 2006. Las emisiones generadas son reportadas según sistema eléctrico y contabilizadas por el sector generación eléctrica y transporte de electricidad.

- **Consumo de leña**

Es un sector intensivo en consumo de leña (29.212 TCal), equivalentes al 49% del consumo del sector al año 2006). Ello no es una fuente directa de emisiones de CO₂, pero sí de CH₄ y N₂O.

Principales Fuentes de Información

- Estudio de población INE 2050.
- Tenencia y uso de artefactos. Encuesta CASEN 2006.
- Ventas de equipos.
- Ventas de electricidad por cliente Perspectivas tecnológicas
- Permisos de edificación (INE)
- Consumo Energético histórico

Principales Drivers

- Número de viviendas
- PIB per cápita
- Crecimiento de la Población
- Metros cuadrados construidos

Metodología

Sector Residencial

Consumo Energético

Para la proyección de los consumos energéticos se considera la vivienda como la variable clave para determinar la evolución del sector. Ello se debe principalmente a que los consumos energéticos tienen una base de pago por vivienda y además permite determinar la demanda energética de calefacción, que en Chile es el principal consumo energético, y por ende, de emisiones de GEI.

También es importante considerar otras variables que podrían influir en la proyección del consumo energético del sector. Para esto se analizan las siguientes subcategorías:

- **Zona térmica a la que pertenece la vivienda.** Para efectos de este análisis, se separa en tres categorías geográficas, con distintas condiciones de clima y demanda energética:

- Zona A (Norte-Centro Norte): compuesta por las zonas térmicas 1 y 2.
- Zona B (Centro Sur – Sur): compuesto por las zonas térmicas 3, 4 y 5.
- Zona C (Sur -Austral – Cordillera): compuesto por las zonas térmicas 6 y 7.

- **Tipología constructiva de vivienda:** Se separan las viviendas de acuerdo a su tipología constructiva en dos grupos; vivienda unifamiliar (aislada, pareada o en fila), y vivienda multifamiliares. Las demandas energéticas están influidas por las distintas tipologías de viviendas y sus materiales, demandando los departamentos sustancialmente menos energía para calefacción que las viviendas aisladas y pareadas.

- **Zona Urbana o Rural.** Este criterio permite estimar los consumos energéticos derivados de las proyecciones de centralización de las viviendas (existe tendencia a migrar a zonas urbanas), y por otro lado, permite hacer proyecciones separadas del consumo de leña, que corresponde al principal energético del sector residencial.

• **Ubicación geográfica respecto al sistema interconectado (SIC o SING).** La separación de las viviendas de acuerdo a los dos sistemas interconectados principales, permitirá especialmente en el caso del consumo eléctrico residencial, obtener las demandas eléctricas para cada sistema por separado.

La población es una de las principales variables que junto con el PIB explica la proyección del número de viviendas, su distribución a nivel regional y por zona térmica, y el aumento de artefactos eléctricos, para el uso de ACS, cocción y uso térmico. También es relevante considerar el número de habitantes por vivienda, ya que el uso de ciertos artefactos está ligado al número de viviendas y sus moradores, además, que el consumo térmico global depende del número de viviendas que se construyan y la locación geoclimática donde se dispongan. Las estimaciones de crecimiento del parque de viviendas se proyectan de acuerdo a las proyecciones de crecimiento de la población obtenidas del estudio "Chile: Proyecciones de la Población por Sexo según Edad, Total País, 1950-2050, INE-CEPAL

Para estimar el número de habitantes por viviendas, se consideran tendencias históricas de habitantes/viviendas en cada región que se obtiene de los últimos dos censos de población (1992 y 2002) y se espera que la tendencia siga hasta llegar a niveles de países de mayor desarrollo y densificación, cuya ocupación es del orden de 2,1 – 2,3 habitantes por viviendas.

Luego, a partir de la información entregada por la encuesta CASEN 2006, que ese año presentó un módulo de preguntas acerca de consumo energético y tenencia de equipos, reportes de consumo de combustibles de la SEC obtenidos del Informe Estadístico 2006, además del estudio "Comportamiento del Consumidor Residencial y su Disposición a Incorporar Aspectos de Eficiencia Energética en sus Decisiones y Hábitos", CNE, 2005, se estiman usos finales y consumos unitarios, los que fueron ajustados de acuerdo a la información entregada por el Balance Nacional de Energía del 2006.

En este sector, las características de tenencia y uso de artefactos son las que definen finalmente el consumo de los energéticos. Se asume que la tecnología determina el combustible, y el precio de este sólo afecta al uso de la tecnología en vez del reemplazo de esta para un mismo uso final. Para inferir el consumo de energía para el horizonte de evaluación, se procederá a separar el consumo de acuerdo a las siguientes categorías:

I. Calefacción. Se estiman los consumos energéticos actuales de las viviendas por metro cuadrado y se proyectan hasta llegar a niveles de confort térmico, considerando la distribución y requerimientos

por zona térmica, para los escenarios de PIB. Se estima que entre los 30.000 – 35.000 US\$/pers/año, la población prioriza niveles de confort en sus viviendas y todo el parque de vivienda logra ese estatus.

II. Artefactos eléctricos. Se estima el stock de artefactos al año 2006 y se proyecta linealmente su saturación, desde la situación en el año 0 (2006), hasta los niveles que poseen países de mayores ingresos per cápita (España y Estados Unidos), y condiciones similares a las de Chile. A partir de este nivel, se considera que se mantiene este nivel de saturación hasta el final del horizonte de evaluación.

III. Agua caliente sanitaria y cocina. Estos usos finales pueden usar distintos combustibles. Para la estimación del consumo energético de estos usos finales durante el horizonte de evaluación se considera separadamente el agua caliente sanitaria (ACS) de la cocción, debido principalmente a sus patrones de uso. De acuerdo a esto, se estima que el consumo energético unitario debido a cocción se mantiene constante durante el horizonte de evaluación ya que no existen grandes cambios tecnológicos que afecten a este uso final, siendo más relevante el cambio de uso de combustible. El caso del ACS es distinto, ya que su consumo unitario se verá afectado por la disminución en el número de habitantes por vivienda y el aumento en el uso de sistemas solares térmicos en viviendas.

Es importante considerar que a partir de logrado el confort térmico de los hogares, se mantiene este nivel, conservándose el mismo consumo energético por metro cuadrado, debido a que los hogares no necesitan más energía para estar cómodos.

Los usos finales de calefacción, ACS y cocina, tiene la posibilidad de usar distintos combustibles, para lo cual se proyecta qué combustibles serán usados, y cuáles serán reemplazados. Para ello se considera que básicamente el costo de los combustibles juega un rol en la decisión de los usuarios y se dejan de lado aspectos como los ambientales, costo de las tecnologías, reticencia al cambio en el caso de viviendas existentes, etc.

Emisiones

Para estimar las emisiones de GEI asociadas a uso energético del sector residencial se utilizan los factores de emisión por defecto para la combustión estacionaria presentados en las Directrices del IPCC de 2006. Se consideran los siguientes GEI: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O).

Más detalles sobre el desarrollo metodológico de este sector se pueden encontrar en [8].

Sector Comercial y Público

Consumo Energético

Los sectores comercial y público están pobremente caracterizados y existe básicamente información agregada a nivel nacional. Son conocidas las estimaciones totales de consumos energéticos y se han caracterizado subsectores como establecimientos educacionales, asistenciales, y algunas actividades del retail. Además existen estadísticas de edificación anual en sector comercial, servicios financieros, y servicios. Sin embargo, no se ha hecho una estimación de la cantidad de establecimientos comerciales, por lo que es difícil obtener "unidades funcionales". De esta forma se utilizan las tasas de crecimiento en áreas edificadas como forma de proyectar consumos energéticos futuros.

En cuanto al tipo de actividades que consumen energía entre el sector público y comercial existe gran correspondencia. En ambos sectores la mayoría del consumo energético es en la forma de electricidad.

Se determina una correlación lineal entre los metros cuadrados construidos y la energía consumida en el sector comercial. Por otro lado los sectores público y comercial son proporcionales al crecimiento del PIB comercial y público, respectivamente. Adicionalmente se considera que el PIB comercial (datos del Banco Central) es altamente proporcional al PIB nacional, así también el PIB de administración pública, con el PIB nacional.

Luego, de esta forma, se proyectan los metros cuadrados de construcción del sector público y comercial en función del PIB sectorial respectivo. Para ello se usa la información histórica del catastro de permisos de edificación. El stock de construcción

del sector comercial y público se construye con los permisos de edificación (INE, 2012) y los permisos anuales de edificación. La construcción entre público y residencial se divide de acuerdo a la proporción del consumo total de energía del año 2006.

Hacia el 2006, la escasa información tanto de los usos como de los costos de los combustibles, no permite realizar un análisis profundo del comportamiento del sector en cuanto al uso de combustibles. Se asume que la sustitución del gas natural del sector comercial y público es relativamente estable. Esto significa que la sustitución está determinada por el sistema de distribución de gas natural, inversiones tecnológicas necesarias a ser realizada por los privados y también por aspectos culturales. Se asume que el uso de los otros combustibles se mantendrá en el porcentaje considerado del 2006, debido a la ausencia de información.

Emisiones

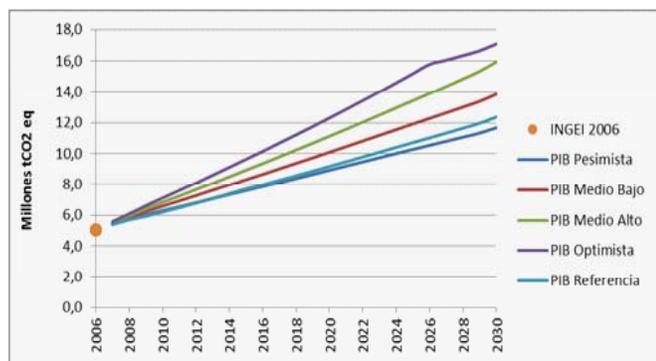
Para estimar las emisiones de GEI asociadas a uso energético del sector comercial y público se utilizan los factores de emisión por defecto para la combustión presentados en las Directrices del IPCC de 2006. Se consideran los siguientes GEI: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O).

Consideraciones

Relación sector CPR con el uso de suelo. El cambio de uso de suelo ha estado históricamente relacionado con la urbanización de los países, en particular en la migración de la población de las zonas rurales a las zonas urbanas. Sin embargo, Chile ya se encuentra en niveles de urbanización elevados y no se espera que este nivel aumente significativamente en los próximos años ya que queda un remanente de población que no migra a las ciudades.

Resultados

Figura 7: Emisiones sector comercial, público y residencial industrias



Fuente: Proyecto MAPS Chile. Fase 1, 2012

Tabla 13: Emisiones sector comercial, público y residencial (MM ton CO2eq)

Escenario	INGEI 2006	2010	2020	2030
PIB Pesimista	5,0	6,3	8,9	11,7
PIB Medio Bajo	5,0	6,6	10,1	13,9
PIB Medio Alto	5,0	6,8	11,1	15,9
PIB Optimista	5,0	7,1	12,3	17,1
PIB Referencia	5,0	6,2	9,2	12,4

Fuente: Proyecto MAPS Chile. Fase 1, 2012

Análisis de resultados

- En el escenario de PIB optimista se puede apreciar un cambio de tendencia del crecimiento de las emisiones que se debe principalmente a la saturación del consumo energético en el nivel de confort térmico que se logra en el año 2026. En el resto de los escenarios, esto se aprecia con posterioridad al año 2030.
- La electricidad, junto con la leña, son los energéticos de mayor importancia de este sector. Ambos consumos no se reflejan en las emisiones de GEI del sector, dado que corresponden a emisión indirecta (electricidad) y a factor de emisión de CO2 nulo (leña).
- El otro energético de importancia es el gas licuado, principalmente en el sector residencial.
- Los resultados incluyen las emisiones de leña y biogás, las que no fueron estimadas en el estudio de la fase 1.

Tabla 14: Principales consumos energéticos sector comercial, público y residencial

Subsector		2006	2007	2010	2020	2030
Residencial	Electricidad	7.349	7.605	8.513	13.874	21.531
	Gas Licuado	8.844	9.488	11.454	17.401	22.438
	Gas Natural	3.865	4.626	5.778	9.841	13.175
	Leña	29.212	29.903	30.794	33.632	42.480
	Otros	790	1.078	2.135	4.740	7.136
Comercial	Electricidad	5.031	5.662	7.762	21.996	55.337
	Gas Licuado	948	1.050	1.366	2.729	4.518
	Gas Natural	1.011	1.135	1.465	3.059	6.164
	Diésel	845	943	1.221	2.497	4.608
	Otros	230	257	332	680	1.254
Público	Electricidad	1.384	1.179	1.379	2.331	3.780
	Gas Licuado	222	191	218	314	422
	Gas Natural	164	141	161	232	313
	Otros	137	118	135	194	261

Aspectos normativos relevantes del sector en el periodo proyectado, incluidos en la línea base 2007-2030

En términos normativos, los principales avances relativos a la energía se encuentran en el sector residencial, donde ya el año 1991 fue implementado el "Programa de Incentivo al Acondicionamiento Térmico (PIAT)" en la municipalidad de la Florida, el cual fue un referente latinoamericano que sirvió de pauta para el desarrollo del "Programa de Reglamentación sobre Acondicionamiento Térmico en Viviendas" a cargo del MINVU.

Por otra parte, ya en el año 2006, el Programa País de Eficiencia Energética (PPEE) se encontraba trabajando en proyectos de etiquetado de refrigeradores y de ampolletas de forma de dar claridad de información al cliente final respecto al consumo energético de estos equipos.

Comentarios de los GCE

Las siguientes solicitudes de los miembros del GCE serán consideradas en la fase 2 del estudio:

- Tratamiento diferenciado post 2030 del sector,
- Saturación por confort térmico. Se complementa con escenarios de sensibilización, además de los escenarios de PIB.
- Uso de los precios proyectados para definir el mix de energéticos en cada subsector,
- Cambios tecnológicos como la alturas de edificación,
- Consideración de jardines en viviendas/edificios, reemplazo de pellet por leña como fuentes de mitigación.





Sector agropecuario y cambio de uso de suelo

III.3.6 Sector agropecuario y cambio de uso de suelo

Fuentes de Emisión de GEI

- Fermentación entérica
- Manejo del estiércol
- Cultivación de arroz
- Suelos agrícolas
- Quema de residuos agrícolas
- Cambio de uso de suelo

Principales Fuentes de Información

- ODEPA: Agricultura Chilena 2014: Una Perspectiva de Mediano Plazo
- FAO-STAT: estadísticas de consumo de fertilizantes
- INIA: Inventario GEI 1984/2006
- INE: Censo agropecuario y forestal 2007

Principales Drivers

- Tendencias históricas de crecimiento de los rubros agropecuarios
- Tasa de crecimiento de superficie (o cabezas de ganado) de los rubros
- Tasa de cambio tecnológico

Metodología

Subsector agrícola

Suelos agrícolas:

a) uso de fertilizantes nitrogenados: proyección basada en la tendencia histórica construida con datos de FAO-STAT y coeficiente de incremento estimado por juicio de experto. Luego se sigue la metodología IPCC respectiva. Paralelamente para validar la proyección, se calculó el consumo nacional de fertilizantes nitrogenados en base a los aportes por cada uso del suelo, asumiendo tasas específicas de aplicación por cada uso (arrojados por el modelo AGRI-LU). A mediados del período 2007-2050, se introduce una corrección a la baja del coeficiente de incremento, como una forma de reflejar el impacto de eventuales normas de calidad ambiental que impongan restricciones crecientes al uso de este nutriente.

b) incorporación de residuos agrícolas: a partir de la superficie (arrojada por modelo AGRI-LU) y, la información contenida en el inventario GEI 1984/2006, se aplica la metodología IPCC 2006.

c) estiércol aplicado al suelo y d) aporte de nitrógeno por deyección de animales en pastoreo: se consideran datos de población animal confinada y en pastoreo (Censos agropecuarios). La distribución entre sistemas de manejo del estiércol es en base a juicio de experto. Luego se aplica las metodologías y factores de emisión IPCC. La proyección de la población animal se estima a partir del número de cabezas al

año base (o año anterior) por una tasa de crecimiento (basada en tendencias históricas) y por una tasa de cambio tecnológico definida por evaluación experta.

Quema de residuos agrícolas: a partir de la proyección de superficie de cultivos (salida de AGRI-LU) se considera la fracción de quema de residuos in-situ por cantidad de residuos incorporados al suelo utilizadas en el inventario GEI 1984/2006. Se utilizan factores de conversión y emisión del IPCC.

Cultivo de arroz: se utiliza la proyección de la superficie cultivada (salida de AGRI-LU) y factores de emisión (IPCC).

Modelo AGRI-LU

Simula el comportamiento de la agricultura a través de la proyección de los cambios en la estructura de los distintos rubros estimando la superficie destinada anualmente a los diferentes usos del suelo (frutales caducifolios, frutales perennifolios, vides y viñas, cereales, arroz, maíz, chacras y cultivos industriales, praderas establecidas, praderas naturales y plantaciones forestales). Trabaja con líneas de tendencias de las superficies cultivadas, las que se determinan en función de las tendencias históricas de décadas recientes y la evaluación experta apoyada en "drivers" del sector agrícola.

La superficie de cada rubro en el tiempo t es función de la superficie cultivada en el tiempo anterior, por la tasa anual de crecimiento de la superficie esperada para dicho rubro (Tc), elevada al número de años (dt) entre t y t+1 y corregida por el inverso de tasa de cambio tecnológico esperable para el rubro (Tt),

$$Sc(t) = Sc(t-1) * ((1+Tc) ^ dt) * 1/Tt$$

Para estimar la tasa de crecimiento (Tc), el consultor desarrolla un ejercicio que intenta relacionar la tasa de crecimiento del PIB agrícola y el aumento de superficie cultivada, a través de parámetros de competitividad. Sin embargo, este ejercicio no generó suficiente evidencia, por lo que no fue validado como modelo econométrico, sino como complemento al criterio de experto utilizado en la estimación de Tc.

La tasa de cambio tecnológico (Tt) es un valor estimado por juicio de experto en función de la dinámica que han exhibido los rubros en las últimas décadas (cambios en la productividad) y de una estimación de los espacios de mejoramiento tecnológico que existen para cada rubro.

La superficie nacional para cada rubro se regionaliza, utilizando como línea base la distribución regional actual de los rubros (Censo INE 2007). En función de un análisis de drivers (disponibilidad de suelos, disponibilidad de agua, potencialidad climática, cambio climático, infraestructura productiva, ventajas relativas de cada rubro) que determinarían las ventajas competitivas de cada región para cada rubro, el consultor distribuye el uso del suelo para cada región del país.

Una vez definidas las superficies de cada rubro, se aplica el protocolo de cálculo de emisiones (IPCC, 2006) para cada una de las fuentes de emisiones.

Para estimar las emisiones asociadas al **cambio de uso de suelo**, se consideró las categorías "suelos forestales-plantaciones forestales", "praderas" y "suelos agrícolas", y se asignó el uso anterior de las nuevas hectáreas forestales, de praderas o agrícolas, en función de las tasas de cambio. Estas tasas fueron calculadas en base a información del INGEI 1984/2006, el que contiene datos disponibles en el Catastro Vegetacional de la CONAF, al año 2006. La estimación de expansión de la superficie de plantaciones forestales provino de las realizadas por el INFOR al año 2006.

Consideraciones:

-La quema de residuos agrícolas disminuirá hasta hacerse nula (hacia el año 2030) debido a las mayores restricciones sujetas a normativas

ambientales y a la valoración de los residuos como aporte orgánico al suelo.

-La metodología no considera la superficie asociada a huertos urbanos por constatarse muy bajo su impacto en las emisiones del sector.

Subsector pecuario

Fermentación entérica y manejo de estiércol: la población animal (cabezas de ganado) se estima a partir de la población al año base (Censo agropecuario) y se proyecta en función de una tasa de crecimiento de cabezas de ganado y de una tasa de cambio tecnológico definidos por evaluación experta al igual que en la proyección del sector agrícola. Para el cálculo de emisiones se consideran factores de emisión tomados de publicaciones del IPCC (excepto para los vacunos, ya que el país cuenta con factores de emisión nivel 2).

Supuestos Clave:

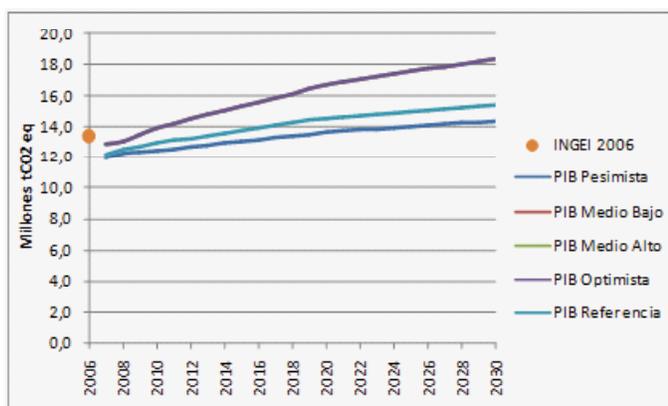
Distribución de ganado confinado y en pastoreo:

- vacas lecheras: en regiones XV a IV: 100% confinadas (sistemas líquidos), V a VII: 77% confinadas (s. líquidos) y 23% en pastoreo, VIII: 38% confinadas (s. líquidos) y 62% en pastoreo, IX a XII: 15% confinadas (s. líquidos) y 85% en pastoreo.
- vacunos no-lecheros: 65% confinados (8% s. líquidos; 92% s. de esparcimiento diario) y 35% pastoreo.
- porcinos: 100% confinados (80% lagunas anaeróbicas; 15% s. de esparcimiento diario; 5% s. de almacenamiento sólido).
- aves (pollos, patos, gansos, pavos): 100% confinadas (100% s. de almacenamiento sólido).
- ovinos, caprinos, equinos, mulares, asnales y camélidos sudamericanos (llamas y alpacas): 100% en pastoreo.

Más detalles sobre el desarrollo metodológico de este sector se pueden encontrar en [6] y sus anexos. Se deja constancia que el equipo de investigación debió realizar interpretaciones del informe del consultor con el fin de presentar los resultados en esta sección.

Resultados

Figura 8: Emisiones sector agropecuario y cambio de uso de suelo



Fuente: Proyecto MAPS Chile. Fase 1, 2012. Anexo planilla de cálculo [6]

Tabla 15: Emisiones sector agropecuario y cambio de uso de suelo (MM ton CO₂eq)

Escenario	INGEI 2006	2007	2010	2020	2030
PIB Pesimista	13,4	11,99	12,49	13,68	14,41
PIB Medio Bajo	13,4	12,22	12,98	14,60	15,46
PIB Medio Alto	13,4	12,91	13,98	16,71	18,41
PIB Optimista	13,4	12,91	13,98	16,71	18,41
PIB Referencia	13,4	12,22	12,98	14,60	15,46

Fuente: Proyecto MAPS Chile. Fase 1, 2012 Anexo planilla de cálculo [6]

Análisis de resultados

De acuerdo a la Figura 8, el estudio plantea dos escenarios (además del referencial) de crecimiento del sector (alto y bajo) que considera una aceleración o desaceleración tanto en las tasas de crecimiento de las superficies cultivadas, como en la tasa de cambio tecnológico, respecto del escenario base o referencia, y los asocia a los PIB Pesimista (escenario de crecimiento bajo), PIB Medio bajo y Referencia (escenario de crecimiento base o referencia) y PIB Medio alto y Optimista (escenario de crecimiento Alto).

Los quiebres observados en las curvas al año 2020 se deben a la incorporación de tecnología y a la disminución de las emisiones asociadas a cambio de uso de suelo.

El crecimiento entre 2006 y 2020 de las emisiones se atribuye principalmente a la expansión de la frontera agrícola hacia el sur del país, reflejada en la superficie cultivada de la tabla siguiente. Esta superficie incorpora nuevas hectáreas cultivadas, las que dependiendo del uso de suelo original, aportarán en mayor o menor medida a las emisiones totales.

Cabe señalar que los resultados de INGEI presentados fueron calculados haciendo uso de las guías IPCC 1996, en tanto que las estimaciones del estudio consideran las guías IPCC 2006 (Figura 8).

Tabla 16: Proyección de la superficie cultivada (MM hectáreas)

Escenario	2006	2007	2010	2020	2030
PIB Pesimista	2,38	2,38	2,39	2,41	2,34
PIB Medio bajo / Referencia	2,38	2,38	2,42	2,51	2,50
PIB Medio alto/ Optimista	2,38	2,40	2,47	2,72	2,87

Fuente: Proyecto MAPS Chile. Fase 1, 2012

Tabla 17: Estimación de la tasa de crecimiento de la superficie del sector agrícola (Escenario medio bajo)

Rubro	2006	2007	2010	2020	2030
Frutales caducos	1,6%	1,6%	1,5%	1,2%	1,0%
Frutales persistentes	3,8%	3,8%	3,6%	3,2%	2,9%
Viñas	3,8%	3,8%	3,2%	2,3%	1,7%
Chacras, cultivos industriales y frutales menores	-1,3%	-1,3%	-1,0%	-0,6%	-0,3%
Cereales	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Arroz	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pradera	1,6%	1,6%	1,5%	1,2%	1,0%
Maíz	1,1%	1,1%	1,1%	1,0%	0,9%
Hortalizas	1,4%	1,4%	1,3%	1,2%	1,2%

Fuente: Proyecto MAPS Chile. Fase 1, 2012

Tabla 18: Tasa de crecimiento de cabezas de ganado del sector pecuario (Escenario medio bajo)

Tipo de ganado	2006	2007	2010	2020	2030
Bovinos carne	3,20%	2,60%	2,10%	1,30%	0,80%
Bovinos leche	3,20%	2,60%	2,10%	1,30%	0,80%
Porcinos	2,20%	2,00%	1,80%	1,50%	1,20%
Aviaries	2,20%	2,00%	1,80%	1,50%	1,20%
Caprinos	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Equinos	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Mulares	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Llamas y Alpacas	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Ovinos	0,55%	0,55%	0,55%	0,55%	0,55%

Fuente: Proyecto MAPS Chile. Fase 1, 2012

Aspectos normativos relevantes del sector en el periodo proyectado, incluidos en la línea base 2007-2030

No se consideran normativas específicas, asociadas a medidas tempranas de mitigación, a ser consideradas como base de la proyección.

Comentarios de los GCE

La siguiente solicitud de los miembros del GCE serán consideradas en detalle en la fase 2 del estudio:

- Desarrollo de modelos de proyección de demanda por rubro o grupos de rubros.





Sector forestal y cambio de uso de suelo

III.3.7 Sector forestal y cambio de uso de suelo

Fuentes de Emisión de GEI

- Cosecha plantaciones forestales
- Extracción de leña, Cortas ilegales
- Manejo de bosque nativo
- Incendios

Fuentes de Captura de carbono

- Incremento volumen bosque nativo y plantaciones exóticas

Principales Fuentes de Información

- CONAF: Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile; Estadísticas Forestales; Asignación de Tipo y Subtipo Forestal.
- Universidad Austral (UACH): Contenido de carbono, factores de expansión, densidad y funciones de biomasa en especies nativas y exóticas.
- INFOR: Inventario continuo de bosques nativos y actualización de plantaciones forestales; Informes de Disponibilidad de madera de pino y eucalipto; Estadísticas forestales Chilenas 1996 a 2006.
- ODEPA: Estimación del Carbono Capturado en las Plantaciones de Pino Radiata y Eucaliptos Relacionadas con el DL-701 de 1974.
- Fundación Chile: Tablas Auxiliares de Producción, Proyecto Fondef D01/1021.
- Donoso, P.J. y C. Donoso: Chile: Forest Species and Stand Types (2007).

Principales Drivers

- Demanda de celulosa
- Tasa de forestación
- Tasa de crecimiento de plantaciones y de bosque nativo (funciones de crecimiento)

Metodología

Bosque nativo

Captura

Para la estimación de emisiones y captura se consideró exclusivamente la superficie compuesta por bosque adulto-renoval y renoval. A partir de la superficie indicada en el "Catastro de los recursos vegetacionales nativos de Chile" y de acuerdo a los años de actualización (CONAF, 2011), se estima la tasa anual de cambio nacional de superficie de bosque nativo del país, antecedente con el cual se realiza la proyección entre el año 1997 al 2006. Entre 2007 y 2050 se usa la misma tasa de variación histórica, considerando la desagregación que establece el Catastro Vegetacional en los niveles de tipo y subtipo forestal, estructura, cobertura y clases de altura.

El volumen de biomasa correspondiente al año 2006 se obtiene de información pública de la Universidad Austral de Chile. Esta información es desagregada por tipo forestal utilizando criterio

experto y la mejor información bibliográfica disponible. Con esto, se pretende cuantificar las distintas categorías de bosque que se encuentran en el catastro para asignar un volumen inicial que permita avanzar en los cálculos posteriores.

Se realiza además una estimación adicional del volumen a partir de información del INFOR (2009); si bien esta información es posterior al 2006, es utilizada sólo como respaldo con la finalidad de validar la información de la UACH.

La proyección de volumen para los años siguientes, se basa en curvas de crecimiento elaboradas con información del Inventario continuo de bosques nativos (INFOR). La generación de estas curvas de desarrollo (de rodal en volumen fustal por subtipo forestal y tipo forestal) se realiza en función del desempeño teórico del IPA (Incremento Periódico Anual) y su relación con la curva de crecimiento biológico en volumen. Con cada una de estas funciones es posible establecer el IPA en volumen para cada año, por subtipo o tipo forestal, entre el

2007 y el 2050, en términos del cambio de stock en volumen que ocurra para el mismo periodo de tiempo.

Siguiendo la metodología propuesta por el IPCC (2006) se establece el contenido de carbono y posteriormente, usando la relación estequiométrica 44/12, el contenido de CO₂ almacenado (captura) por especie o grupo de especies. Se utiliza factores de densidad, expansión de biomasa (FEB) y % carbono (FC) definidos en estudios de la UACH.

$$\text{Cba(ton/ha)} = V (\text{m}^3/\text{ha}) * D (\text{ton}/\text{m}^3) * \text{FEB} * \text{FC} (\%)$$

Emisiones

Incendios: se contabiliza la pérdida de superficie por esta causa utilizando las series temporales de datos estadísticos proporcionados por la Gerencia Manejo del Fuego de la CONAF. Se supone una pérdida promedio del 50% del stock de CO₂ en la superficie afectada para el Bosque Adulto y del 75% para los Renovales. Estas emisiones van aumentando progresivamente en el período analizado debido a que la metodología considerada contempla que cada vez se incendian superficies que han visto aumentado su volumen. Con la finalidad de disminuir este efecto, se considera una reducción de 25% anual (criterio experto) sobre el total de emisiones producto de incendios, para ambas categorías.

Cortas ilegales: las emisiones asociadas se estiman a partir de antecedentes históricos proporcionados por CONAF, sobre superficie anual afectada y se supone que en esa superficie la extracción de volumen corresponde al 8% del volumen en existencia. Se estima que esta extracción corresponde a un tercio de las cortas ilegales no detectadas.

Con la finalidad de considerar un incremento más controlado, se considera una reducción paulatina de las emisiones estimadas producto de corta ilegal (detectada y no detectada) hasta llegar al 50% de lo estimado para el año 2050. Para esto se aplica un 10% menos a las emisiones anuales entre 2008-2015, 20% entre 2016-2025, 30% entre 2026-2035, 40% entre 2036-2045 y 50% desde el 2046 hasta el fin del horizonte en el escenario.

Manejo de bosque nativo: se cuenta con información histórica de superficie de bosque nativo registrada a intervenir en los planes de manejo en el periodo 1995-2006 (CONAF). Para establecer la superficie promedio anual efectivamente ejecutada se supone un factor de 33,3% en base a la opinión de los funcionarios de CONAF. Además, se supone una extracción del 35% del volumen existente por unidad de superficie dado que este es el máximo establecido por la Ley. Para no contabilizar doblemente las emisiones por leña "legal", se establece (juicio de experto) que las cortas registradas

para calcular las emisiones son el 10% del volumen total en pie.

Extracción de leña: se usa como información de entrada los antecedentes de oferta, consumo y balance de dendroenergía por región presentados por FAO-INFOR (2010), que considera información disponible al año 2006. Así, es posible establecer la parte del consumo que debe cubrir el sector forestal, y particularmente el subsector bosque nativo, para cada una de las regiones del país, manteniéndose constante esta participación del consumo regional en la proyección del 2007 al 2050. La proyección del consumo nacional de leña generada a partir de biomasa del bosque nativo entre el año 2007 y 2050, se refleja en la ecuación siguiente (criterio de experto):

$$\text{Consumo Leña(año } n+1) = \text{Consumo Leña(año } n) * (\text{Variación Precio Combustible} * 0,4 - \text{Variación PIB} * 0,2 + \text{Tasa Crecimiento Demográfico} * 0,4)$$

Plantaciones de Pino y Eucaliptus

La metodología utilizada considera los informes de Disponibilidad de Madera de plantaciones de Pino Radiata y Disponibilidad de Madera de plantaciones de Eucaliptus de INFOR, los cuales especifican directamente la disponibilidad y proyección de volumen y demanda para cada una de las especies. Paralelamente, se desarrolló una metodología que permite determinar a partir de la superficie plantada, el volumen de plantaciones y su proyección al año 2050 para cada especie. Esta metodología permite validar los resultados presentados en los informes de disponibilidad maderera del INFOR y además contar con una planilla que permitirá evaluar nuevos escenarios a futuro.

Captura

El volumen disponible para cosecha y su proyección se obtiene de lo informado por Disponibilidad Maderera de INFOR para los años 2003 a 2032, para pino y 2006 a 2025, para eucaliptus. En el caso de Pino las plantaciones se encuentran normalizadas⁶ para el año 2006 en adelante, por lo tanto el volumen disponible para cosecha corresponde al volumen que crece cada año en dicha plantación. Por otro lado, las plantaciones de Eucaliptus se encuentran normalizadas desde el año 2013 para E. Globulus y desde el año 2006 para E. Nitens. Debido a que el informe de disponibilidad de madera no recoge información de volumen no disponible, para los años 2006 a 2012 para EG y 2006 para EN, se calculó el volumen de biomasa considerando el Incremento Medio Anual (IMA) de cada especie en situación normalizada, esto es, al año 2013.

Para obtener la proyección de capturas de CO₂ de acuerdo al volumen disponible proyectado, se sigue la metodología propuesta

6. Una plantación en estado normalizado es aquella en la que la masa de plantaciones considerada tiene una estructura de edades tal que la superficie a cosechar en el año considerado (2006 en este caso) es aproximadamente igual a 1/ (edad de rotación) de la superficie total

por el IPCC (2006) y los factores de Expansión de Biomasa Fustal (FEB), Fracción de Carbono (FC) y Densidad básica de la madera (D) obtenidos a partir información de estudio de ODEPA. Posteriormente, usando la relación estequiométrica 44/12 (3,667), el contenido de CO₂ almacenado por especie, La expresión de cálculo corresponde a la siguiente:

$$\text{Cba(ton)} = V (\text{m}^3) * D (\text{ton/m}^3) * \text{FEB} * F C (\%)$$

Emisiones

Incendios: están asumidos dentro de los volúmenes disponibles para cosecha informados por el INFOR en la Disponibilidad Maderera, tanto para Pino como para Eucalipto, por lo tanto ya están contabilizados al considerar los volúmenes de disponibilidad del INFOR.

Cosechas: esta información proviene de la proyección de demanda realizada por la CORMA para cada especie e informada en el informe de Disponibilidad Maderera correspondiente. En el caso de Pino la CORMA proyecta la demanda entre 2003 y 2010 y durante todo este periodo la demanda se encuentra ajustada al volumen disponible para cosecha. En Eucaliptus la proyección es entre 2006 y 2012 y sólo desde el 2013 en adelante la demanda se ajusta al volumen disponible de cosecha. La metodología desarrollada por el consultor considera que una vez que la demanda se ajusta al volumen disponible de cosecha esto se mantiene en el tiempo, supuesto justificado por la alta competitividad del sector forestal chileno.

Las emisiones o pérdida de volumen asociadas a sustitución están contabilizadas dentro del volumen reportado por INFOR.

No se incorporó en la metodología la dinámica asociada a la forestación urbana por considerar irrelevante el impacto en el balance de carbono del sector.

Supuestos clave:

- Para el conjunto de las plantaciones, a partir del año 2013 se supone un equilibrio entre aumento de biomasa y cosecha (m³), es decir: volumen cosechado=aumento de volumen. Una vez alcanzado el equilibrio, éste se mantiene en el tiempo, justificado por el hecho de que el sector forestal chileno es de los más competitivos a nivel internacional, por lo que al tener costos más bajos se estima que siempre existirá demanda por el producto nacional.

- No se prevé la apertura de nuevas plantas de celulosa.

- Se asume que desde 2012 en adelante no aumenta la superficie por forestación, suponiendo la no renovación del DL 701.

Plantaciones Otras especies

Entre otras, se considera la superficie de Atriplex, Tamarugo, Algarrobo, Álamo y Pino Oregón, Pino Ponderosa, Acacia azul.

La superficie para el año 2006 se obtiene directamente de los antecedentes presentados por INFOR (2006-2007) en estadísticas a nivel de especie y región.

Para estimar la proyección de volumen se determinó el IMA para cada especie, en volumen o biomasa, basándose en antecedentes bibliográficos disponibles. Calculado el cambio en stock en volumen y consecuente incremento en biomasa, se obtiene el stock en CO₂ por unidad de superficie (ton CO₂/Ha) para cada año, y luego, el stock de CO₂ por especie y región del país, y por diferencia las capturas de CO₂ anuales.

Con la información registrada a nivel de especie, se siguió la metodología propuesta por el IPCC (2006) y la relación estequiométrica 44/12 (3,667), para obtener el contenido de CO₂ almacenado por especie.

No se cuenta con estadísticas de superficie incendiada de otras especies, por lo tanto se considera que equivale al promedio de porcentaje de superficie incendiada de Pino y Eucaliptus. Al igual que en la metodología para pino y eucaliptus se determina el volumen y la biomasa aérea incendiada para cada especie.

Se establece la emisión de CO₂ a causa de las cortas de cosecha, en función de una tasa de corta promedio calculada a partir de la edad de cosecha establecida para cada especie y la superficie acumulada cada año. El supuesto es que cada año se corta una fracción de la superficie igual al cociente 100/edad de rotación, y que esta superficie se reforesta al año inmediatamente siguiente con la misma especie. Se supone, además, que en el stock de superficie al año 2006 se cuenta con plantaciones de todas y cada una de las edades, repartidas en términos iguales de superficie.

Más detalles sobre el desarrollo metodológico de este sector se pueden encontrar en [7].

Resultados

Existe incertidumbre respecto del balance neto del sector que se explica por la existencia de diferentes metodologías y parámetros que estiman la dinámica de crecimiento de bosque nativo y de plantaciones exóticas (ver Figura 9). Al comparar los resultados de este estudio con los reportados por el INGEI para el año 2006, se observa una diferencia de aproximadamente 12 millones de toneladas de CO₂ de emisión entre el año 2006 y 2007. Considerando lo anterior, además de los resultados arrojados por el escenario base, se desarrollaron 4 escenarios de sensibilidad que consideran:

- Sensibilidad 1: Incremento de volumen en Bosque Nativo utilizando el Incremento Medio Anual (IMA) (basado en el que usó el INGEI);
- Sensibilidad 2: Incremento de volumen en Bosque Nativo utilizando el IMA (basado en el que usó el INGEI) y valores por defecto informados por el IPCC para los parámetros de Densidad, Factor de Expansión de Biomasa (FEB) y Fracción de Carbono para Bosque Nativo;
- Sensibilidad 3: Incremento de volumen de plantaciones de pino y eucaliptus considerando valores por defecto informados por el IPCC para los parámetros de Densidad, Factor de Expansión de Biomasa (FEB) y Fracción de Carbono;
- Sensibilidad 4: Resultados agregados de las sensibilidades 2 y 3 (considera los supuestos especificados anteriormente).

Figura 9: Gráfico de Resultados de balance Neto del Sector Forestal, Escenario Base y Sensibilidades

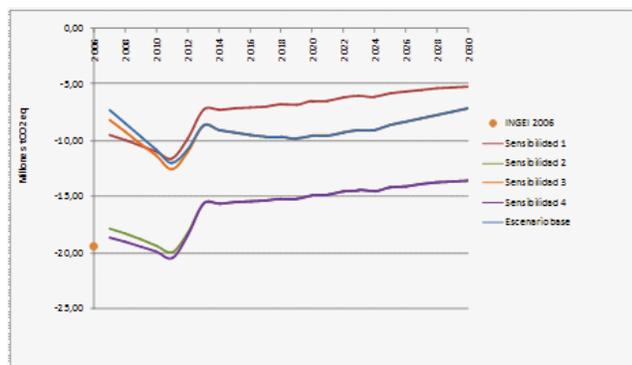


Tabla 19: Balance neto del sector forestal (MM ton CO₂eq)

Sector Forestal	2007	2010	2012	2020	2030
Captura	-76,96	-84,25	-87,2	-86,97	-86,32
Emisión	69,65	73,49	76,51	77,42	79,16
Balance Neto	-7,31	-10,77	-10,69	-9,55	-7,16

Fuente: Proyecto MAPS Chile. Fase 1, 2012

Como mencionado en los supuestos clave, la competitividad del sector resulta en la independencia de éste a las variaciones del PIB. Las variables que más influyen en los resultados obtenidos son las asociadas con el Bosque Nativo, principalmente con la utilización de

los factores (por defecto IPCC o específicos para cada subtipo forestal) de expansión, densidad y fracción de carbono (sensibilidad 2).

Tabla 20: Balance neto del sector forestal (MM ton CO₂eq), sensibilidad 1

Sensibilidad 1, Balance neto					
Sector forestal	2007	2010	2012	2020	2030
Captura	-79,09	-84,45	-86,30	-83,93	-84,36
Emisión	69,74	73,49	76,51	77,36	79,03
Balance Neto	-9,35	-10,96	-9,80	-6,57	-5,33

Fuente: Proyecto MAPS Chile. Fase 1, 2012

Tabla 21: Balance neto del sector forestal (MM ton CO₂eq), sensibilidad 2

Sensibilidad 2, Balance neto					
Sector forestal	2007	2010	2012	2020	2030
Captura	-87,50	-92,87	-94,72	-92,37	-92,83
Emisión	70,18	73,93	76,99	77,97	79,79
Balance Neto	-17,32	-18,93	-17,74	-14,41	-13,04

Fuente: Proyecto MAPS Chile. Fase 1, 2012

Tabla 22: Balance neto del sector forestal (MM ton CO₂eq), sensibilidad 3

Sensibilidad 3, Balance neto					
Sector forestal	2007	2010	2012	2020	2030
Captura	-81,15	-88,64	-91,77	-91,60	-90,95
Emisión	73,00	77,33	80,83	82,05	83,79
Balance Neto	-8,15	-11,31	-10,94	-9,55	-7,16

Fuente: Proyecto MAPS Chile. Fase 1, 2012

Tabla 23: Balance neto del sector forestal (MM ton CO₂eq), sensibilidad 4

Sensibilidad 4, Balance neto					
Sector forestal	2007	2010	2012	2020	2030
Captura	-91,69	-97,26	-99,29	-97,01	-97,47
Emisión	73,52	77,78	81,30	82,60	84,43
Balance Neto	-18,17	-19,48	-17,99	-14,41	-13,04

Fuente: Proyecto MAPS Chile. Fase 1, 2012

Análisis de resultados

Figura 10: Balance neto por especie y total sector forestal (Escenario base)

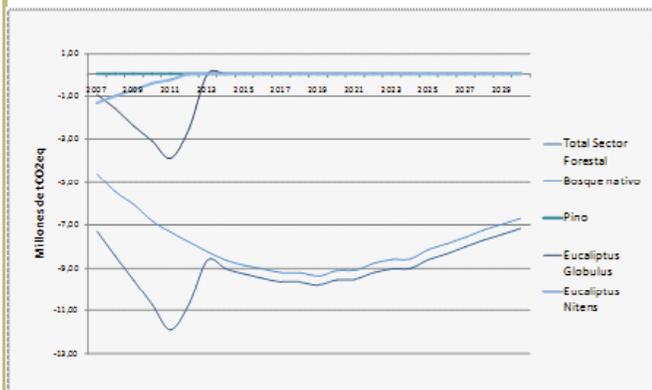


Tabla 24: Proyección de la superficie cultivada (MM hectáreas)

Subtipo Forestal	Densidad (ton/m3)	FEB (factor)	FC (%)
Alerce	0,494	1,333	0,444
Araucaria	0,497	1,400	0,440
Ciprés de la Cordillera	0,500	1,400	0,439
Ciprés de las Guaitecas	0,505	1,346	0,444
Coihue	0,535	1,391	0,441
Coihue-Raulí-Tepa	0,506	1,380	0,440
Coihue-Tepa	0,518	1,388	0,444
Coihue De Magallanes	0,546	1,340	0,445
Algarrobo	0,724	1,400	0,441
Esclerófilo	0,571	1,400	0,442

Fuente: Proyecto MAPS Chile. Fase 1, 2012

• A diferencia del presente estudio, en el INGEI se utilizaron factores por defectos proporcionados por el IPCC. Estos factores son comunes para todos los subtipos: Densidad 0,5; Factor de expansión 1,75; Fracción de carbono 0,5 (ver Tabla 25).

Tabla 25: Balance neto de las principales especies del sector forestal (MM ton CO2eq)

Bosque nativo	2007	2010	2012	2013	2020	2030
Captura	-16,67	-18,62	-19,73	-20,21	-21,91	-20,89
Emisiones	12,07	11,78	11,94	11,97	12,79	14,20
Balance neto	-4,60	-6,84	-7,80	-8,24	-9,12	-6,69

Pino	2007	2010	2012	2013	2020	2030
Captura	-38,94	-41,52	-41,52	-38,81	-38,81	-38,81
Cosecha	38,94	41,52	41,52	38,81	38,81	38,81
Balance neto	0	0	0	0	0	0

Eucaliptus globulus	2007	2010	2012	2013	2020	2030
Captura	-12,50	-15,15	-16,91	-16,91	-16,91	-16,91
Cosecha	11,55	12,06	14,42	16,91	16,91	16,91
Balance neto	-0,95	-3,09	-2,49	0	0	0

Eucaliptus Nitens	2007	2010	2012	2013	2020	2030
Captura	-6,98	-6,98	-6,98	-6,98	-6,98	-6,98
Cosecha	5,64	6,55	6,98	6,98	6,98	6,98
Balance neto	-1,34	-0,43	0	0	0	0

Fuente: Proyecto MAPS Chile. Fase 1, 2012

• La forma de la curva de balance neto total del sector (Figura 10) se explica principalmente por la diferencia entre volumen disponible y volumen cosechado de Eucaliptus globulus durante el primer período de la serie, cuando la plantación aún no estaba normalizada.

• Entre los años 2007 y 2012 la proyección de crecimiento de Eucaliptus globulus resulta en un volumen mayor al disponible para ser cosechado (este último es arrojado por el informe de disponibilidad maderera de INFOR). Esto, debido a que se incorpora el volumen de la plantación de edad menor a la de cosecha. Dicha diferencia se ajusta al año 2013 cuando la plantación de eucaliptus sí está normalizada (ver Tabla 25).

Aspectos normativos relevantes del sector en el periodo proyectado, incluidos en la línea base 2007-2030

Se considera la normativa vigente asociada al DL 701 del Ministerio de Agricultura hasta el año 2012.

Comentarios de los GCE

Las siguientes solicitudes de los miembros del GCE serán consideradas en detalle en la fase 2 del estudio:

- Análisis detallado de demanda por sub-sector.
- Mejores estimaciones de tasas de crecimiento de plantaciones exóticas y bosque nativo.





Sector residuos antrópicos

III.3.8 Sector residuos antrópicos

Fuentes de Emisión de GEI

- Descomposición anaeróbica en vertederos y rellenos,
- Tratamiento de aguas residuales domésticas
- Tratamiento de residuos líquidos industriales (RILes)
- Incineración Residuos Hospitalarios
- Excretas humanas

Principales Fuentes de Información

- Actualización de Inventarios Anuales de Gases de Efecto Invernadero de Chile (INIA ⁷, 2010)
- Olley, J,E, Solid Waste Streams Regional and Cultural Variability, Inglaterra.

Principales Drivers

- Crecimiento de la población,
- Crecimiento económico.

Metodología

Subsector residuos sólidos

La proyección de emisiones de este subsector se realiza a partir de los residuos que llegan a vertederos y/o rellenos. Para ello, en una primera etapa la metodología utilizada proyecta la generación per cápita de residuos (PPC) para las categorías: alimentos, papeles y cartones, textil y otros residuos. La proyección del PPC considera lo siguiente:

- Alimentos: se supone que la generación per cápita se mantiene constante en el horizonte de evaluación (0,19 ton/per cápita/año a nivel nacional y 0,23 ton/per cápita/ año para RM).
- Papel y cartón; textil y otros residuos: se utiliza modelo econométrico que relaciona la generación per cápita con el PIB per cápita. El modelo econométrico proyecta la generación per cápita agregada de estos tipos de residuos.

El modelo econométrico se calibra a partir de las series históricas disponibles entre 1990-2006. Para estimar la generación de residuos en el punto de origen, las series históricas se construye de manera indirecta a partir de datos medidos en vertederos y rellenos (base a datos INE 2008 y Actualización inventario GEI, INIA 2010). Se consideran los siguientes valores de composición para construir las series históricas (papel y cartón; textil y otros), basado en estudio internacional⁸ y chequeo de consistencia con algunos datos

disponibles en estudio nacional⁹:

- Residuos de Alimentos: 56%,
- Papeles y Cartones: 15,5%,
- Residuos Textiles: 5%,
- Otros Residuos: 23,5%.

El siguiente paso de la metodología consiste en proyectar la disposición final de residuos a rellenos o vertederos. Para ello se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Disposición final} = \text{pobl} \times (\text{PPCalim} \times [1 - \text{tcomp}] + \text{PPCtext} + \text{PPCpapel} \times [1 - \text{recicl}] + \text{PPCotros})$$

Donde:

- pobl: Proyección de la población,
- tcomp: Tasa de compostaje,
- recicl: Tasa de reciclaje.

Se supone una tasa de compostaje máxima igual a 5%. Se considera la tasa de reciclaje existente hacia fines de 2006 (El porcentaje de papeles y cartones enviados a reciclaje es el 59% del total generado en la RM [CMPC, 2003]. No existe a la fecha cifras oficiales sobre el reciclaje en regiones, por lo que asumió este como un 0%.

Debido a que el modelo econométrico proyecta de manera agregada los residuos de papel y cartón; textil y otros tipos, se realizaron

algunos supuestos para realizar la desagregación. La desagregación se realiza considerando el criterio experto de parte del consultor y datos disponibles de composición a nivel internacional para países con distintos niveles de ingreso.

Para proyectar el destino por tipo de Sitios de Eliminación de Desechos Sólidos (SEDS), se utiliza el supuesto que cada 10 años, el 50% de la fracción de residuos que todavía se disponen en vertederos controlados y no controlados serían dispuestos en rellenos sanitarios.

Una vez proyectada la cantidad de residuos que llegan a destino final, el cálculo de las emisiones de GEI se realiza considerando la metodología de descomposición de primer orden (FOD). Sólo se consideran la descomposición anaeróbica en vertederos y rellenos de las siguientes categorías: alimento, textil, papel y cartón. Se consideran las condiciones climáticas de las distintas regiones para el cálculo de las emisiones. En este sector no se contabilizan las emisiones por consumo de energía asociada a la fabricación de envases, papeles, cartón, etc.

Se considera un porcentaje de captura de metano igual a 0%. Sin embargo, debido a que algunos rellenos tienen compromisos

voluntarios de incorporar en sus procesos, al menos, el 5% de quema, se realiza un análisis de sensibilidad con un valor máximo de captura igual a ese valor.

Más detalles sobre el desarrollo metodológico de este sector se pueden encontrar en [9].

Otros subsectores

Debido al bajo impacto en las emisiones de los subsectores residuos líquidos, incineración de residuos hospitalarios y excretas humanas, se considera una metodología simplificada para proyectar las emisiones para estas subcategorías. Para los subsectores residuos líquidos domiciliarios y excretas humanas, el crecimiento de las emisiones depende del crecimiento de la población. Para los subsectores RILes y residuos hospitalarios, se consideraron las variaciones históricas a partir de los datos disponibles.

7 Fuente citada considera información de: Catastro de rellenos sanitarios años 2000 y 2005, 2008, CONAMA; Informe anual del medio ambiente, años 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, INE; Informe anual del medio ambiente, años 2007 (en desarrollo), Depto. Control de la contaminación, Área de residuos sólidos, CONAMA.

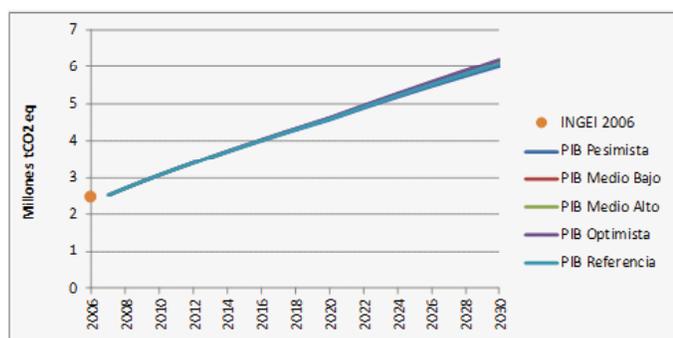
8 Olley, J.E, Solid Waste Streams Regional and Cultural Variability, Inglaterra.

9 Estudio caracterización de residuos sólidos domiciliarios en la Región Metropolitana, CONAMA 2006.



Resultados

Figura 11: Emisiones sector residuos antrópicos



Fuente: Proyecto MAPS Chile. Fase 1, 2012

Tabla 26: Emisiones sector residuos antrópicos (MM ton CO2eq)

Escenario	INGEI 2006	2010	2020	2030
PIB Pesimista	2,5	3,1	4,6	6,0
PIB Medio Bajo	2,5	3,1	4,6	6,1
PIB Medio Alto	2,5	3,1	4,6	6,2
PIB Optimista	2,5	3,1	4,6	6,2
PIB Referencia	2,5	3,1	4,6	6,1

Fuente: Proyecto MAPS Chile. Fase 1, 2012

Análisis de resultados

Los resultados muestran que la subcategoría residuos urbanos es la que más contribuye a las emisiones del sector. A su vez, dentro de esta subcategoría, las emisiones asociadas a la descomposición anaeróbica de residuos orgánicos asociado a alimento son las que tienen la mayor participación. Como se explica en la sección metodológica, se trabajó bajo el supuesto que la generación per cápita de residuos orgánicos asociada a alimentos se mantiene constante. Por lo tanto, el aumento de las emisiones está correlacionado con el

crecimiento de la población. Para el caso de las emisiones asociadas a textil, papel y cartón, si bien se utiliza un modelo econométrico que relaciona el PPC con el PIB per cápita, el coeficiente asociado a dicha relación es menor a 0,1. Por este motivo no se observan diferencias en las proyecciones para los distintos escenarios de PIB. La siguiente tabla muestra las emisiones por subsector para los años 2020 y 2030 (sólo el sector residuos sólidos se consideraron distintos escenarios de PIB).

Tabla 27: Participación por subcategoría de emisiones (MM ton CO2 eq)

Emisiones de CO2 equivalente por subsector y escenario (MMtCO2eq)			
Subsector	Escenario	2020	2030
Residuos Sólidos Urbanos	Escenario PIB Pesimista	3,94	5,18
	Escenario PIB Medio Bajo	3,96	5,27
	Escenario PIB Medio Alto	3,98	5,33
	Escenario PIB Optimista	3,99	5,37
	Escenario PIB Referencia	3,95	5,25
Aguas Residuales Domésticas	Escenario Único	0,00	0,00
RILes	Escenario Único	0,60	0,78
Incineración de Residuos Hospitalarios	Escenario Único	0,02	0,02
Excretas Humanas	Escenario Único	0,03	0,04

Aspectos normativos relevantes del sector en el periodo proyectado, incluidos en la línea base 2007-2030

No se consideran normativas específicas, asociadas a medidas tempranas de mitigación, a ser consideradas como base de la proyección.

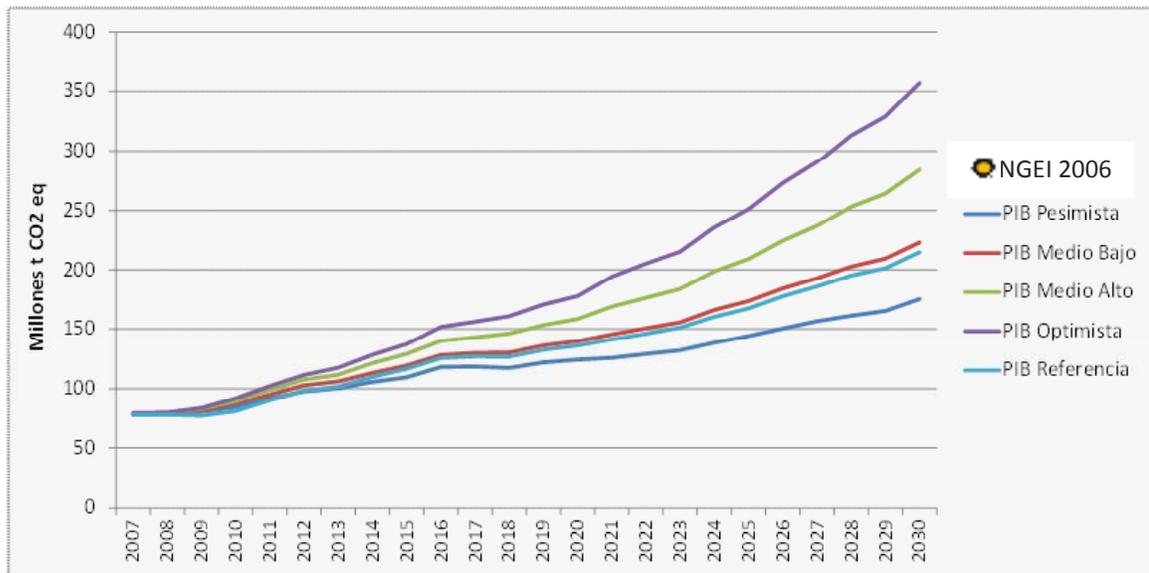


III.4 Resultados agregados y análisis

III.4.1 Resultados agregados

Los resultados agregados de las emisiones, en Millones de tCO₂eq, asociadas a los 7 sectores considerados se resumen en la siguiente figura.

Figura 13: Emisiones de GEI agregadas a nivel nacional



Fuente: Proyecto MAPS Chile. Fase 1, 2012

Asimismo, el análisis consolidado de los sectores permite resumir en las siguientes tablas las emisiones agregadas en **millones de t CO₂eq** para los distintos escenarios estudiados.

Tabla 28: Resumen de resultados de emisiones/capturas (por escenario)

Escenario PIB	Sector	2020		2030	
		Emisiones (MM ton CO2eq)	Variación Promedio Anual (1)	Emisiones (MM ton CO2eq)	Variación Promedio Anual (2)
Pesimista	Nacional	124,3	3,0%	175,4	1,9%
	Generación eléctrica	48,3	6,6%	74,1	4,4%
	Transporte y urbanismo	28,1	3,7%	36,6	2,7%
	Minería y otras industrias	30,3	3,3%	39,8	2,3%
	• Cobre	4,8	2,9%	5,1	0,7%
	• Otras industrias	17,3	4,1%	23,9	3,3%
	• Procesos Industriales	8,1	3,0%	10,8	2,8%
	CPR	8,9	4,2%	11,7	2,7%
	Agropecuario	13,7	0,2%	14,4	0,5%
	Forestal	-9,5	-2,1%	-7,2	-2,8%
Medio Bajo	Nacional	139,9	3,7%	223,0	2,7%
	Generación eléctrica	55,7	7,7%	101,3	6,2%
	Transporte y urbanismo	30,7	4,3%	43,6	3,6%
	Minería y otras industrias	33,7	4,1%	49,9	3,3%
	• Cobre	5,2	3,5%	5,9	1,2%
	• Otras industrias	19,4	4,9%	30,7	4,7%
	• Procesos Industriales	9,1	3,8%	13,4	4,0%
	CPR	10,1	5,1%	13,9	3,2%
	Agropecuario	14,6	0,7%	15,5	0,6%
	Forestal	-9,5	-2,1%	-7,2	-2,8%
Medio Alto	Nacional	158,6	4,2%	283,7	3,4%
	Generación eléctrica	64,6	8,8%	134,4	7,6%
	Transporte y urbanismo	33,9	5,1%	53,2	4,6%
	Minería y otras industrias	37,2	4,7%	62,8	4,2%
	• Cobre	5,2	3,5%	5,9	1,2%
	• Otras industrias	21,9	5,8%	40,0	6,2%
	• Procesos Industriales	10,1	4,6%	16,9	5,3%
	CPR	11,1	5,8%	15,9	3,7%
	Agropecuario	16,7	1,6%	18,4	1,0%
	Forestal	-9,5	-2,1%	-7,2	-2,8%
Optimista	Nacional	177,9	4,8%	356,9	4,1%
	Generación eléctrica	74,4	9,9%	173,7	8,9%
	Transporte y urbanismo	37,7	5,9%	66,9	5,9%
	Minería y otras industrias	41,8	5,5%	81,7	5,5%
	• Cobre	5,8	4,3%	7,0	1,9%
	• Otras industrias	24,7	6,7%	53,1	8,0%
	• Procesos Industriales	11,3	5,5%	21,6	6,7%
	CPR	12,3	6,6%	17,1	3,3%
	Agropecuario	16,7	1,6%	18,4	1,0%
	Forestal	-9,5	-2,1%	-7,2	-2,8%
Referencia	Nacional	136,2	3,4%	214,8	2,6%
	Generación eléctrica	54,3	7,6%	97,0	6,0%
	Transporte y urbanismo	30,4	4,3%	42,9	3,5%
	Minería y otras industrias	32,7	3,8%	48,2	3,1%
	• Cobre	4,8	2,9%	5,1	0,7%
	• Otras industrias	19,0	4,8%	29,9	4,6%
	• Procesos Industriales	8,9	3,7%	13,1	4,0%
	CPR	9,2	4,4%	12,4	3,0%
	Agropecuario	14,6	0,7%	15,5	0,6%
	Forestal	-9,5	-2,1%	-7,2	-2,8%
	Residuos	4,6	4,5%	6,1	2,8%

Fuente: Proyecto MAPS Chile. Fase 1, 2012 *Se considera la sensibilidad 1: crecimiento del bosque nativo estimado sobre la base del Incremento Periódico Anual (IPA) y captura de CO2 estimada con factores de Densidad, FEB y FC específicos para cada especie (Estudio Universidad Austral).

(1) Corresponde a la variación promedio entre los años 2006 y 2020.

(2) Corresponde a la variación promedio entre los años 2021 y 2030.

Tabla 29: Participación en emisiones por sector (Porcentaje)

Escenario PIB	Sector	2006	2020	2030
Pesimista	Generación eléctrica	27%	36%	41%
	Transporte y urbanismo	22%	21%	20%
	Minería y otras industrias	24%	23%	22%
	• Cobre	17%	16%	13%
	• Otras industrias	54%	57%	60%
	• Procesos Industriales	29%	27%	27%
	CPR	7%	7%	6%
	Agropecuario	17%	10%	8%
	Forestal	-25%	-7%	-7%
	Residuos	3%	3%	3%
Medio Bajo	Generación eléctrica	27%	37%	44%
	Transporte y urbanismo	22%	21%	19%
	Minería y otras industrias	24%	23%	22%
	• Cobre	17%	15%	12%
	• Otras industrias	54%	58%	61%
	• Procesos Industriales	29%	27%	27%
	CPR	7%	7%	6%
	Agropecuario	17%	10%	7%
	Forestal	-25%	-6%	-6%
	Residuos	3%	3%	3%
Medio Alto	Generación eléctrica	27%	38%	46%
	Transporte y urbanismo	22%	20%	18%
	Minería y otras industrias	24%	22%	22%
	• Cobre	17%	14%	9%
	• Otras industrias	54%	59%	64%
	• Procesos Industriales	29%	27%	27%
	CPR	7%	7%	5%
	Agropecuario	17%	10%	6%
	Forestal	-25%	-6%	-5%
	Residuos	3%	3%	2%
Optimista	Generación eléctrica	27%	40%	48%
	Transporte y urbanismo	22%	20%	18%
	Minería y otras industrias	24%	22%	22%
	• Cobre	17%	14%	9%
	• Otras industrias	54%	59%	65%
	• Procesos Industriales	29%	27%	26%
	CPR	7%	7%	5%
	Agropecuario	17%	9%	5%
	Forestal	-25%	-5%	-4%
	Residuos	3%	2%	2%
Referencia	Generación eléctrica	27%	37%	44%
	Transporte y urbanismo	22%	21%	19%
	Minería y otras industrias	24%	22%	22%
	• Cobre	17%	15%	11%
	• Otras industrias	54%	58%	62%
	• Procesos Industriales	29%	27%	27%
	CPR	7%	6%	6%
	Agropecuario	17%	10%	7%
	Forestal	-25%	-7%	-6%
	Residuos	3%	3%	3%

Fuente: Proyecto MAPS Chile. Fase 1, 2012

III.4.2 Análisis de resultados

En función del análisis de cada uno de los sectores y de sus características específicas, se han identificado elementos que complementan los resultados numéricos presentados, permitiendo entender el alcance de los mismos. Los distintos elementos resumidos han sido tratados con la contraparte de

los equipos consultores de cada uno de los estudios, buscando dar una respuesta conjunta dentro de los plazos y alcance del estudio. Estos aspectos serán tratados formalmente en la fase 2 del proyecto, con el fin de poder acotar su posible efecto en los resultados.

Actividad	Elementos de análisis a considerar
Sector generación eléctrica	a) Asociados a la calidad de información disponible: <ul style="list-style-type: none"> • Demanda eléctrica: posibles errores de estimación de otros sectores se transmiten a este sector. b) Asociados a las proyecciones que entrega el modelo: <ul style="list-style-type: none"> • Ejercicio bajo criterio de planificación centralizada y no privada, lo que no permite capturar efectos de competencia imperfecta en el sector. • Tratamiento exógeno de incertidumbre hidrológica. • El análisis de incertidumbre sobre atraso de proyectos no es incorporado en las simulaciones.
Sector generación eléctrica	a) Asociados a la calidad de información disponible: <ul style="list-style-type: none"> • Poca información para parámetros relevantes: datos de tasa de carga, tasa de ocupación, composición transporte de carga urbano-interurbano. Adicionalmente, las series de datos no se componen solo de observaciones, si no que incluyen datos construidos a partir de interpolaciones entre las observaciones disponibles. b) Asociados a las proyecciones que entrega el modelo: <ul style="list-style-type: none"> • Carencia de datos de series históricas para proyección de partición modal. • Modelos econométricos: número de datos para realizar regresiones en general es limitado. • Tratamiento exógeno de incertidumbre hidrológica. • El análisis de incertidumbre sobre atraso de proyectos no es incorporado en las simulaciones.
Minería y otras industrias	a) Asociados a la calidad de información disponible: <ul style="list-style-type: none"> • Se consideran factores unitarios fijos de consumo de energía por tonelada de cobre producido sobre la base del supuesto que estos se han mantenido estables en los últimos años. • Los factores de participación de Chile en relación a la demanda mundial por cobre se definieron de manera consensuada con los miembros del GCE, de acuerdo a opinión experta, por no disponer de mejores antecedentes. • Existe escasa información desagregada de series históricas de consumos energéticos asociadas a subsectores. b) Asociados a las proyecciones que entrega el modelo: <ul style="list-style-type: none"> • No se dispuso de información que permitiera elaborar supuestos tecnológicos que ofrecieran una proyección de la eficiencia en el uso de energéticos por parte de los procesos de producción motriz y de calor, así como la sustitución entre éstos. • Los modelos desarrollados no incluyen variables de precios, por lo que esta omisión podría generar sesgos en las estimaciones. • En el caso del subsector industrias y minas varias, este representa un gran porcentaje de las emisiones del sector, pero está caracterizado de manera general y solamente ha sido posible proyectar los consumos de los distintos energéticos de manera global. • Los modelos econométricos utilizados poseen validaciones estadísticas limitadas, quedando espacio para mejoras.
Comercial, público, residencial	a) Asociados a la calidad de información disponible: <ul style="list-style-type: none"> • Usos finales de la energía en el sector residencial a 2006. Se cuenta con buena información sobre hábitos de uso de la energía, ya que se realizó 3.200 encuestas en las 7 zonas térmicas del país. Sin embargo, la encuesta fue realizada el 2010. • Existe falta de información importante en el sector comercial y público en todo lo referido al uso de artefactos y equipos al año 2006, lo que se suple con un análisis de consumo por intensidad de energía. • Se dispone de una caracterización incompleta de consumos energéticos para edificios públicos y comerciales • Se dispone de información parcial sobre usos finales de la energía del sector comercial y público a fines del 2006.

b) Asociados a las proyecciones que entrega el modelo:

- Tenencia y uso de artefactos al 2030. La metodología utilizada en el sector residencial para proyectar los consumos de energía se basa en la estimación de tenencia de artefactos consumidores de energía, y su evolución en el tiempo. Si bien existe suficiente información para caracterizarla en el año de inicio, no hay bastantes datos históricos para lograr correlacionarla con el aumento del PIB per cápita (tal como sucede en los países desarrollados). Es por esta razón que se ha recurrido a estudios y/o información internacional que permitió estimar los niveles de tenencia y uso de artefactos a los que debería llegar nuestro país en la medida que aumente el PIB per cápita, ajustando esta información a patrones culturales y las características del país.
- Los datos de población desagregados regionalmente son resultado de los criterios propios considerados por el equipo consultor. Cabe hacer notar que el valor de la proyección nacional de población al año 2050 es común a todos los sectores del proyecto MAPS y corresponde a las estimaciones del estudio (INE-CEPAL, 2005).
- Los modelos econométricos utilizados poseen validaciones estadísticas limitadas, quedando espacio para mejoras.

Agropecuario

a) Asociados a la calidad de información disponible:

- Escasa información sobre sistemas y distribución de manejo de estiércol,
- Escasa información sobre aplicación de fertilizantes nitrogenados aplicados a los diferentes rubros agrícolas a nivel nacional.

b) Asociados a las proyecciones que entrega el modelo:

- La estimación de la tasa anual de crecimiento de las superficies cultiuvadas (y de cabezas de ganado) está basada fundamentalmente en juicio experto, lo que si bien permite internalizar el conocimiento detallado del sector por parte del consultor, dificulta disponer de un modelo auto contenido para las proyecciones.
- La estimación de la tasa anual de cambio tecnológico asociada a cada rubro está basada fundamentalmente en juicio experto del consultor (ídem punto anterior).
- El impacto de los drivers que influirían el sector (demanda interna, mercado externo, tendencias del consumo, PIB, etc.) ha sido incorporado indirectamente en la estimación de las proyecciones del sector fundamentalmente a través de juicio experto del consultor (ídem punto anterior). No obstante el consultor haya desarrollado un ejercicio que intenta vincular la tasa de crecimiento del PIB y el crecimiento de la superficie cultivada (o cabezas de ganado) éste no arrojó suficiente evidencia como para ser considerado parte del modelo, sino que se utilizó como respaldo al juicio de experto.

Forestal

a) Asociados a la calidad de información disponible:

- Problema de validación de la información disponible sobre su incremento anual y parámetros de densidad, factores de expansión y fracción de carbono por especie de bosque nativo.
- Problema de acceso a la información específica por rodal: stock de plantaciones por especie; año de plantación (hasta 2006); categoría geográfica, entre otra.

b) Asociados a las proyecciones:

El estudio presenta incertidumbre respecto del balance neto del sector, debido a las diferentes metodologías existentes para estimar la dinámica de crecimiento de bosque nativo y de plantaciones exóticas, como también debido a los factores de Densidad, FEB y FC a utilizar. Estas diferencias metodológicas y de parámetros se pueden contrastar con lo elaborado por el Inventario GEI 1984-2006 y se resumen a continuación.

Bosque nativo:

- Parámetros de Densidad, FEB (Factor de Expansión de Biomasa) y FC (contenido de carbono): El estudio considera factores específicos para cada especie (en base a estudio de la Universidad Austral); por su parte, el Inventario de GEI utiliza valores por defecto del IPCC.
- Incremento del volumen: El estudio se basa en curvas de crecimiento a partir del inventario continuo de bosque nativo elaborado por el INFOR y considera el IPA (Incremento Periódico Anual), en contraste con la tasa de crecimiento constante IMA (Incremento Medio Anual) que utiliza el Inventario de GEI.

Plantaciones exóticas:

- Parámetros de Densidad, FEB, FC: El estudio utiliza parámetros específicos para cada especie (en base a estudio de la Universidad Austral), a diferencia del Inventario GEI que utiliza valores por defecto (IPCC).

Residuos antrópicos

a) Asociados a la calidad de información disponible:

- Existe falta de información sobre composición orgánica de residuos.

b) Asociados a las proyecciones que entrega el modelo:

- Se dispone de pocos datos para la estimación de los modelos econométricos (por ejemplo, generación per cápita de residuos).
- El modelo estimado sólo posee validaciones estadísticas limitadas, quedando espacio para mejoras.



IV. ESCENARIO REQUERIDO POR LA CIENCIA PARA CHILE



IV. ESCENARIO REQUERIDO POR LA CIENCIA PARA CHILE

IV.1 Contexto internacional

El Acuerdo de Copenhague ha permitido que más de 140 países, desarrollados y en desarrollo, hayan presentado compromisos y acciones voluntarios de reducción para el año 2020. No obstante, la literatura entrega evidencias respecto de que estos esfuerzos no logran situar las emisiones globales en un nivel que permita limitar el aumento promedio de temperatura global a un nivel

menor de 2 grados Celsius, una meta acordada por las Partes de la Convención. Esta disparidad o gap de emisiones al 2020 es en promedio entre 6 y 11 GTCO₂eq, requiriendo en forma urgente que los países aumenten su ambición en sus compromisos y acciones para lograr cumplir con la meta global.

IV.2 Definición del problema

El “escenario requerido por la ciencia” (en inglés *Required by Science* o *RBS*), corresponde al escenario de emisiones globales que permite cumplir con la meta global¹⁰ de estabilización de las emisiones mundiales para limitar el aumento de la temperatura promedio de la superficie terrestre en menos de 2°C, por sobre los niveles pre-industriales, con el fin de evitar los efectos más peligrosos del cambio climático.

La mejor información científica que permite acercarse a este escenario, es la que entrega el IPCC. En particular, en su Cuarto Informe (AR4, 2007) se presentan los resultados para 4 familias

de escenarios de emisiones, siendo el escenario B1 el más consistente con la meta global de la Convención. Por ello, en el contexto del presente estudio, se ha considerado el escenario de emisiones B1 como el escenario RBS global. El AR4 concluye que, para posicionarse sobre la trayectoria de este escenario, los países Anexo I deben reducir colectivamente las emisiones de GEI entre el 25-40% por debajo de los niveles de 1990 para el año 2020, con una participación de los países no Anexo I a través de una desviación sustancial de las emisiones respecto de sus líneas bases¹¹.

IV.3 Metodología

El objetivo de este trabajo fue analizar distintos criterios a partir de los cuales se pudiera definir un dominio en el cual puede variar el RBS a nivel nacional. La trayectoria de emisiones de los distintos países debe ser tal que la suma de estas trayectorias individuales de emisiones debe sea igual o menor al RBS global.

Los enfoques para la solución de este problema de asignación local se han centrado principalmente en la búsqueda de una

metodología basada en los principios de la Convención, es decir, las responsabilidades comunes pero diferenciadas (RCPD) y las capacidades respectivas (CR), en el marco de la equidad y el desarrollo sustentable. La cuantificación de ellos se ha enfocado en considerar la equidad en términos per cápita. Las diferentes propuestas sobre este tema, presentadas por algunos países, ofrecen distintos enfoques según algún criterio, o alguna función de distribución, los cuales permiten calcular la asignación de los

¹⁰ Decisión de las Partes de la Convención, Cancún, COP16.

¹¹ Interpretaciones complementarias en Elzen & Höhne, 2008; y Vuuren, 2010.

esfuerzos de mitigación, o presupuesto de carbono, basados en diferentes indicadores. Aun cuando todos los enfoques concuerdan en buscar el cumplimiento de los principios de la Convención, difieren en las interpretaciones de esos principios, de acuerdo con algún punto de vista nacional o la propia comprensión de los principios de la Convención. Esto produce que para un mismo principio se utilicen distintos indicadores según cada interpretación, o que un mismo indicador pueda ser interpretado como el criterio para el cumplimiento, a la vez, de más de un principio.

Existen tres indicadores que se han utilizado recurrentemente en la literatura¹², los cuales interpretan desde distintos enfoques los principios de la Convención. Estos son el PIB per cápita, las emisiones per cápita y el porcentaje de las emisiones globales.

El PIB per cápita se puede considerar como un indicador que interpreta tanto el principio de las RCPD y como el de CR. En ambos casos, cuanto mayor sea el indicador, mayor será el

esfuerzo requerido. Esta interpretación se desprende de la idea de que un mayor PIB per cápita podría estar correlacionado con mayores capacidades de mitigación debido a que poseerían mayores recursos, considerando el principio de capacidades respectivas. Del mismo modo, un mayor PIB per cápita podría relacionarse con responsabilidades mayores ya que en general al producir más se emite más. Este último considera el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas.

Al considerar el caso de las emisiones per cápita y el porcentaje de emisiones globales se está considerando que ambos pueden servir de interpretación de los principios. El criterio de emisiones per cápita cuantifica la equidad basándose en la premisa de que debe haber una eventual confluencia en las emisiones per cápita emitidas por cada uno de los habitantes del planeta en un nivel que permite lograr la meta global. Utilizar el criterio del porcentaje de las emisiones globales permite reflejar las responsabilidades actuales de cada país respecto del total.

IV.4 Resultados

A continuación, se muestran los resultados de proyección del RBS a nivel local considerando los 3 criterios anteriormente descritos.

Utilizando estos 3 criterios, se puede definir un área o dominio en el cual se podría ubicar el escenario RBS nacional.

Criterio	Supuestos
<p>Porcentaje de emisiones: El RBS se distribuye de manera proporcional al porcentaje de emisiones del país respecto de las emisiones globales, con el supuesto de que esta distribución se mantiene en el tiempo. Se utiliza la siguiente expresión:</p> $RBS_i^t = RBS_{global}^t \times \frac{GEI_i^t}{GEI_{global}^t}$ <p>Donde RBS_i^t corresponde al RBS local en el año t, RBS_{global}^t es el RBS a nivel global, GEI_i^t son las emisiones de GEI locales y GEI_{global}^t son las emisiones de GEI a nivel global.</p>	<p>Se asume que participación de Chile en las emisiones totales se mantiene constante.</p>

12 [1].

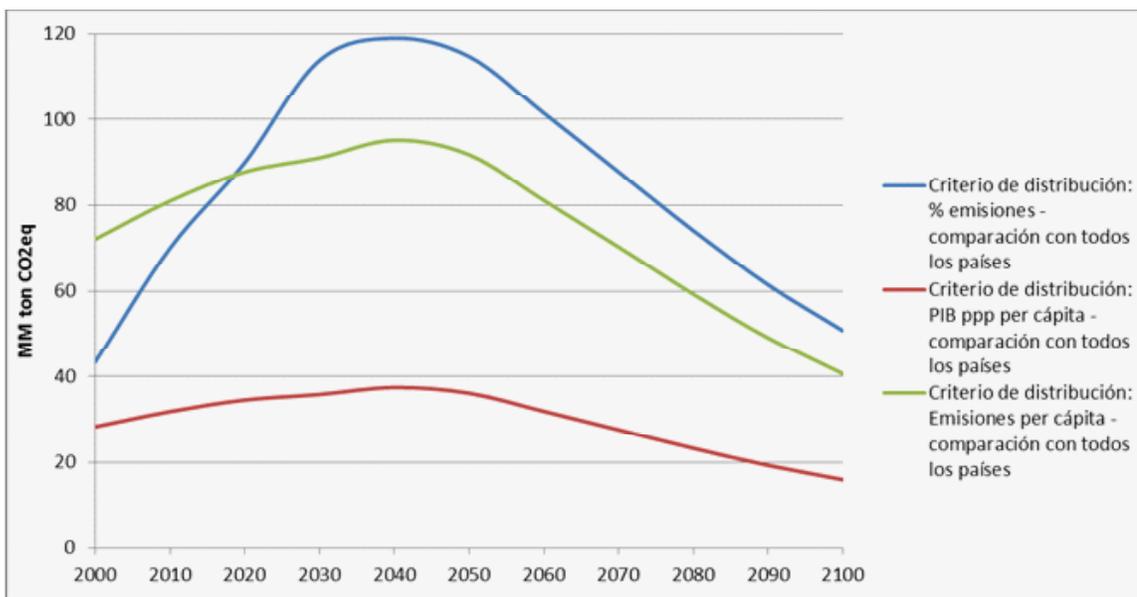
Criterio	Supuestos
<p>Emisiones per cápita: El RBS se distribuye de tal forma que los países con las mayores emisiones per cápita deben realizar un esfuerzo mayor de reducción que aquellos países con menores emisiones per cápita. Se utiliza la siguiente expresión:</p> $f_i^t = RBS_{global}^t \times \frac{GEI \text{ per capita}_i^t}{\sum_i GEI \text{ per capita}_i^t}$ <p>Donde RBS_{global}^t es el RBS a nivel global, $GEI \text{ per capita}_i^t$ son las emisiones per cápita a nivel local (i representa el índice para cada país).¹³</p> <p>Para representar la función distribución en forma consistente a la interpretación que se quiere dar al indicador, se debiera invertir el porcentaje relativo antes calculado. Se procede ordenando los países de mayor a menor aporte relativo, para luego invertir el orden de representación. Así, el país de mayor porcentaje f_i^t pasa a ser el de menor asignación de derecho a emisión.</p>	<p>Se asume que participación de Chile en las emisiones totales se mantiene constante.</p>

<p>PIB per cápita: El RBS se distribuye de tal forma que los países con los mayores PIB per cápita deben realizar un esfuerzo mayor de reducción que aquellos países con menores PIB per cápita.</p> $f_i^t = RBS_{global}^t \times \frac{PIB \text{ per capita}_i^t}{\sum_i PIB \text{ per capita}_i^t}$ <p>Donde RBS_i^t corresponde al RBS local en el año t, RBS_{global}^t es el RBS a nivel global, $PIB \text{ per capita}_i^t$ es el PIB per cápita (i representa el índice para cada país).</p> <p>Al igual que el caso anterior, para representar la función distribución en forma consistente a la interpretación que se quiere dar al indicador, se debiera invertir el porcentaje relativo antes calculado. Se procede ordenando los países de mayor a menor aporte relativo, para luego invertir el orden de representación. Así, el país de mayor porcentaje f_i^t pasa a ser el de menor asignación de derecho a emisión.</p>	<p>Se asume que participación del PIB de Chile en el PIB mundial se en las emisiones totales se mantiene constante. La distribución de "responsabilidad" de los países se hizo de una forma inversa – logarítmica.</p>
---	--

¹³ En estricto rigor, en [1] se utiliza una aproximación de esta función.

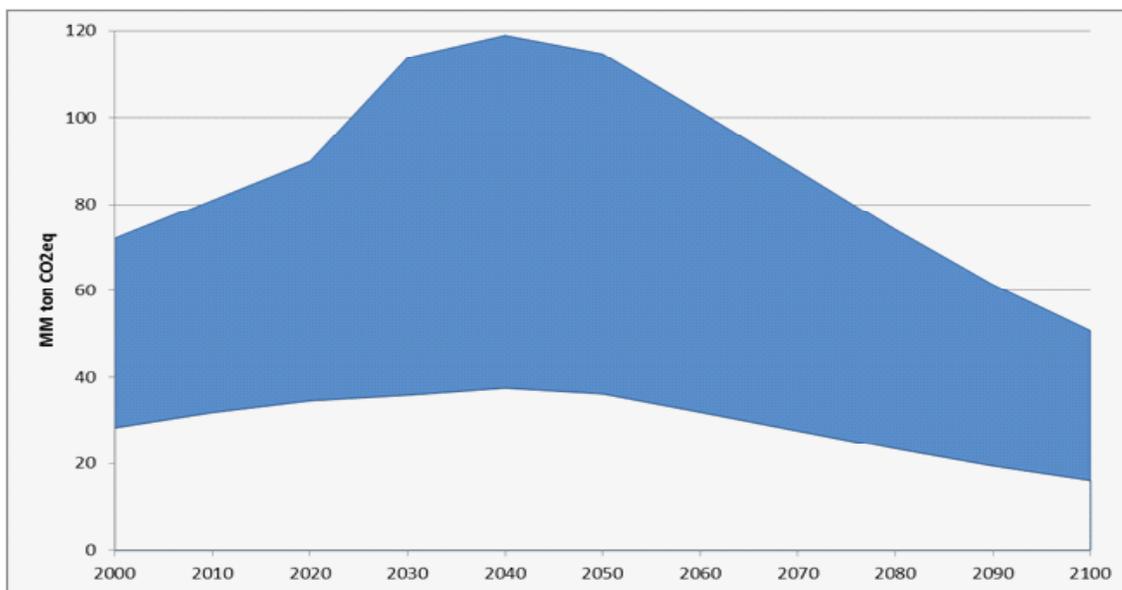


Figura12: Opciones de proyección del RBS a nivel nacional



Fuente: Proyecto MAPS Chile. Fase 1, 2012

Figura13: Dominio RBS para Chile



Fuente: Proyecto MAPS Chile. Fase 1, 2012

La zona destacada en celeste se define como el dominio RBS que determina este estudio. Cabe señalar que este dominio puede cambiar en la medida que se agreguen nuevos criterios o bien que se modifiquen los parámetros y estimaciones de los criterios estudiados. Los valores específicos para los cortes temporales de interés, según los tres criterios establecidos, se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 30: Resultados RBS (Millones de tCO₂eq)

Criterio	1990	2000	2010	2020	2030
Alternativa 1, criterio de distribución: % emisiones	43,41	43,4	70	90	113,9
Alternativa 2, criterio de distribución: PIB per cápita	27,9	28,4	31,9	34,6	35,9
Alternativa 3, criterio de distribución: Emisiones per cápita	70,9	72,1	81,0	87,8	91,1

Fuente: Proyecto MAPS Chile. Fase 1, 2012



V. PLATAFORMA DE GESTION DEL CONOCIMIENTO, MAPS CHILE



V. PLATAFORMA DE GESTION DELCONOCIMIENTO, MAPS CHILE

V.1 Objetivo de la plataforma

La plataforma de Gestión del Conocimiento tiene por objetivo administrar de manera transparente la información relacionada con el proyecto MAPS Chile a través de un portal Web. En este sitio, junto con la información tradicional asociada a un sitio

Web, se encuentran los estudios de referencia del proyecto, los informes finales, los datos de entrada a los modelos y todos los resultados que sean de interés para la comunidad.

V.2 Mapa del Portal Web

La siguiente figura muestra la página principal del portal.

Figura 14: Página principal Portal MAPS-Chile

Opciones de Mitigación para Enfrentar el Cambio Climático

HOME EL PROYECTO LA INVESTIGACION EL PROCESO LINKS MAPS INTERNACIONAL NOTICIAS PRENSA CONTACTOS

MAPS Chile en pocas palabras:

- Un proyecto gubernamental a dos años plazo
- Genera, analiza y valida información, modelación e investigación sobre las trayectorias de emisiones de gases de efecto invernadero en Chile
- Identifica diversas acciones para la mitigación de las emisiones en el país, que sean compatibles con las estrategias nacionales de desarrollo
- Propone posibles medidas (de política pública y privada) que permitan avanzar en la mitigación y en el compromiso internacional de reducción de emisiones del país
- Participen especialistas e individuos con experiencia en el tema, de sectores diversos
- Con el apoyo internacional de profesionales que han desarrollado proyectos similares

Noticias

- Concurso Medidas de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero
Para acercar a los jóvenes a la problemática del cambio climático, el proyecto MAPS Chi...
- Curso de Formación de Facilitadores para las Américas y el Caribe
Desde el 21 al 25 de enero de 2013, 26 participantes se reunieron en el ...

Enlace a mapsprogramme.org
Leer más ...

Tercer Grupo de Construcción de Escenarios
Con una gran convocatoria se llevó a cabo el tercer Grupo de Construcción de ...

Ver anteriores: Noticias

Videos

Video 3º Grupo de Construcción de Escenarios, en Hotel Termas de Jahuel
Más Videos

Documentos de interés (+)

- Breve folleto resumen del proyecto (marzo 2012)
- Brief project brochure (marzo 2012)
- Mandato Inter-Ministerial del proyecto (enero 2012)

Me gusta 1

Concurso Medidas de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero

Sistema de Gestión del Conocimiento ENTRAR

Usuario: acceder

Logos: MAPS, THE CHILDREN'S INVESTMENT FUND FOUNDATION, GPKN, Schweizerische Eidgenossenschaft, Confédération suisse, Confederazione Svizzera, Confederaziun svizra, AGENCIA SUIZA PARA EL DESARROLLO Y LA COOPERACION COSUDE, DANISH MINISTRY OF CLIMATE, ENERGY AND BUILDING, PIN UID

Fuente: <http://www.mapschile.cl/>

El siguiente esquema resume la estructura general del Portal MAPS Chile:

Vínculos MAPS

[Internacional](#)

[Noticias](#)

[Prensa](#)

[Contactos](#)

El proyecto/ 14 páginas

[El origen](#)

[El contexto](#)

[El Equipo Ejecutivo](#)

[Objetivos](#)

[Alcance y enfoque](#)

[Proceso](#)

[Cronograma](#)

[Instituciones y participantes](#)

[Presupuesto](#)

[El Mandato Inter Ministerial](#)

[El documento completo del proyecto - PRODOC](#)

[Resumen del proyecto](#)

[Concurso Medidas de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero](#)

[El Equipo Ejecutivo - Página 2](#)

La investigación/ 2 páginas

[El proceso de investigación](#)

[Sistema de Gestión del Conocimiento](#)

Noticias

[Enlaces a distintas páginas.](#)

Sistema de gestión del conocimiento 8 páginas

[MAPS-Chile Sistema de Gestión del Conocimiento](#)

[Cómo usar | MAPS-Chile Sistema de Gestión del](#)

Conocimiento

[Vínculos a otros recursos | MAPS-Chile Sistema de Gestión del Conocimiento](#)

[Contactos | MAPS-Chile Sistema de Gestión del Conocimiento](#)

[MAPS-Chile Sistema de Gestión del Conocimiento](#)

[MAPS-Chile Sistema de Gestión del Conocimiento](#)

[Cuenta de usuario | MAPS-Chile Sistema de Gestión del Conocimiento](#)

[MAPS-Chile Sistema de Gestión del Conocimiento](#)

Proceso participativo/ 4 páginas

[El proceso participativo del proyecto](#)

[El Grupo de Construcción de Escenarios](#)

[Los Grupos Técnicos de Trabajo](#)

[Otras instancias de participación](#)

Vínculos a otros recursos/ 2 páginas

[Documentos](#)

V.3 Estructura general: Sistema de gestión del conocimiento

El Sistema de Gestión del Conocimiento consiste en un repositorio de información que permite acceder a una serie de documentos relacionados con el cambio climático o temas afines al proyecto MAPS Chile. Los documentos pueden ser filtrados por las siguientes categorías:

- Tipo de documento: Estudios, Informes, Minutas, Presentaciones, etc.,
- Áreas del documento: Energía eléctrica, Minería, Transporte, Forestal, Agrícola, etc.,
- Institución: Corresponden a los Grupos de investigación autores del documento o a la institución que solicitó documento,
- Autor: Corresponden a las personas naturales autoras del documento,
- Fecha de publicación: Se pueden buscar documentos según el intervalo de años definido por el usuario,
- Modelos: Modelos utilizados en estudios,

• Buscador de palabras: Busca documentos que contienen la palabra ingresada, Las palabras se buscan en el título, resumen, palabras claves, autores, instituciones, Para buscar más de una palabra estas se deben ingresar separadas por espacio, Al momento de subir documentos al sistema se pueden asociar palabras claves.

El buscador utiliza reglas de consultas estructuradas para poder buscar documentos. Por ejemplo, si el usuario quiere buscar los documentos del tipo Estudios y de las áreas Transporte y Minería, simplemente debe seleccionar "Estudios" en Tipo de documento y seleccionar "Minería" y "Transporte" en Áreas de documento. Si además, por ejemplo, sólo quiere seleccionar aquellos documentos publicados entre marzo de 2005 y abril 2012, debe seleccionar estas fechas en Desde y Hasta. Lo anterior busca reflejar el tipo de búsqueda que se requiere en este tipo de estudios.

Figura 15: Página principal Sistema de Gestión del



Fuente: <http://www.mapschile.cl/la-investigacion/sistema-de-gestion-del-conocimiento>

En el sistema se encuentran disponibles más de 100 documentos clasificados, que han servido de base tanto para la fase 1 como la fase 2 del proyecto MAPS Chile y para futuros desarrollos en esta área.

VI. CONCLUSIONES



VI. CONCLUSIONES

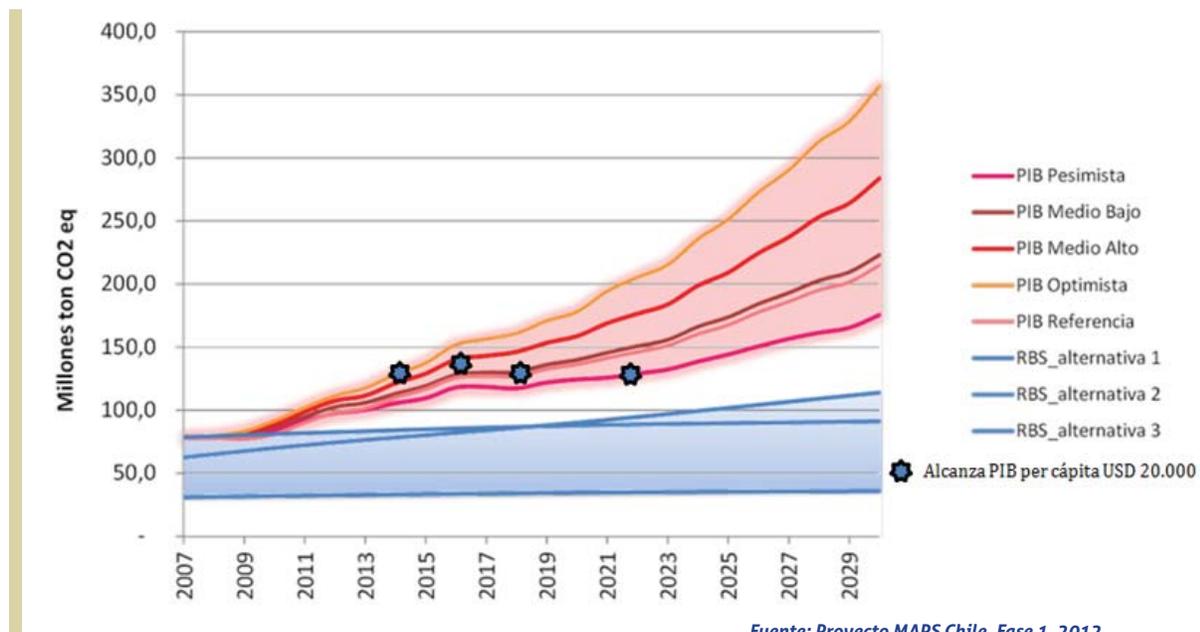
V.1 Objetivo de la plataforma

En la siguiente figura se muestra el resultado combinado de los escenarios de línea base 2007-2030 según la proyección del PIB (zona destacada en rojo) y de los resultados del dominio Requerido por la Ciencia (RBS) (zona destacada en celeste). Adicionalmente, sobre cada línea del escenario de PIB se indica en que año se llega a la meta de US\$ 20.000 de PIB per cápita, que era mencionado como expectativa económica de ese período para llegar al nivel de país desarrollado.

En este sentido, para el Escenario de PIB Pesimista se llega a un PIB per cápita a PPC proyectado al 2020 (precios corrientes) de

US\$ 19.193 y, como se aprecia en la figura siguiente, se llega a la meta de US\$ 20.000 el año 2022. En el otro extremo, para el Escenario de PIB Optimista se llega a un valor proyectado de US\$ 27,087 el año 2020 y el 2014 se alcanza la meta de los US\$ 20.000, según se aprecia en esta figura. En el otro extremo, para el Escenario de PIB Optimista se llega a un valor proyectado de US\$ 27,087 el año 2020 y el 2014 se alcanza la meta de los US\$ 20.000.

Figura 16: Escenarios Línea Base 2007-2030 y RBS y meta de PIB per cápita



La siguiente tabla muestra el detalle de los resultados para los años 2020 y 2030, comparados con la situación base al año 2006.

Tabla 31: Emisiones para Línea Base 2020-2030

Escenario	2020		2030	
	Emisiones (MM ton CO2eq)	Tasa de crecimiento Promedio	Emisiones (MM ton CO2eq)	Tasa de crecimiento Promedio
PIB Pesimista	124,3	3,0%	175,4	1,9%
PIB Medio Bajo	139,9	3,7%	223,0	2,7%
PIB Medio Alto	158,6	4,2%	283,7	3,4%
PIB Optimista	177,9	4,8%	356,9	4,1%
PIB Referencia	136,2	3,4%	214,8	2,6%
Mínimo	124,3	3,0%	175,4	1,9%
Máximo	177,9	4,8%	356,9	4,1%

Fuente: Proyecto MAPS Chile. Fase 1, 2012

De la tabla anterior, es factible estimar los compromisos de reducción de emisiones y la meta respectiva de las mismas al año 2020 en un esquema 20/20.

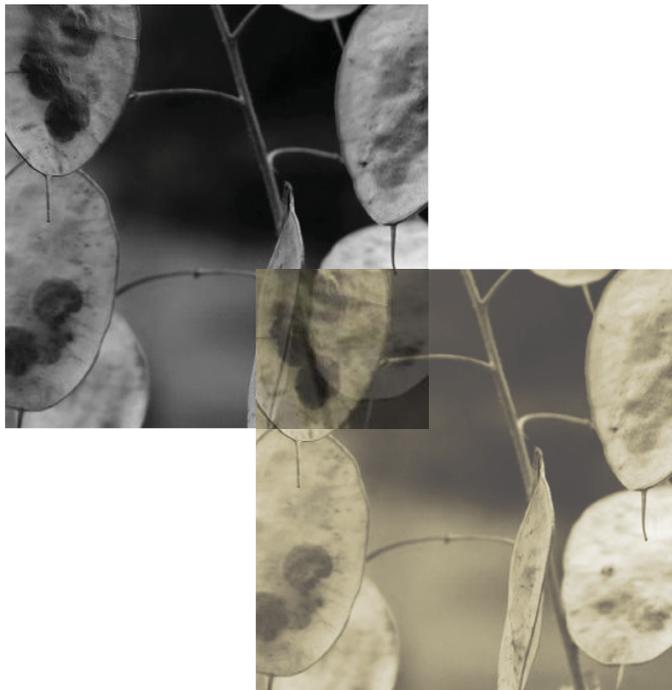
Tabla 32: Compromiso de reducción al año 2020

Escenario	Compromiso 20-20	
	Reducción (MM ton CO2eq)	Meta (MM ton CO2eq)
PIB Pesimista	24,9	99,4
PIB Medio Bajo	28,0	111,9
PIB Medio Alto	31,7	126,9
PIB Optimista	35,6	142,4
PIB Referencia	27,2	108,9
Mínimo	24,9	99,4
Máximo	35,6	142,4

Fuente: Proyecto MAPS Chile. Fase 1, 2012



VII. ANEXO 1 – MANDATO INTERMINISTERIAL



Mandato de los Ministerios de Relaciones Exteriores, Hacienda, Transportes y Telecomunicaciones, Agricultura, Energía y Medio Ambiente para el Comité Directivo de MAPS-Chile

MAPS – Chile: Opciones de mitigación para enfrentar el cambio climático

En agosto de 2010, Chile comunicó que implementaría acciones de mitigación con el fin de lograr una desviación del 20 por ciento por debajo de la trayectoria de emisiones “business as usual” en el año 2020, según lo proyectado a partir del año 2007. Además, a nivel internacional, como miembro de la OCDE, el país ha formado parte de la Declaración sobre Crecimiento Verde (junio de 2009), que dio origen a la Estrategia de Crecimiento Verde de la institución, con el fin de apoyar a los países en su transición hacia sendas de desarrollo menos intensivas en carbono.

Los desafíos a futuro son significativos. En especial, debemos explorar cómo cumplir los compromisos internacionales y continuar mitigando la pobreza y avanzar en el desarrollo. Debemos usar todas nuestras capacidades para disociar el crecimiento económico de las emisiones de gases de efecto invernadero. Además, debemos garantizar a todas las partes interesadas que una senda de desarrollo de bajo carbono efectivamente traerá los resultados que esperamos: un desarrollo sustentable para todos los chilenos.

Estamos convencidos de que estos grandes desafíos son, a la vez, grandes oportunidades. En aras de este propósito es que el Gobierno de Chile ha decidido liderar un proyecto para explorar y evaluar Opciones de Mitigación para Enfrentar el Cambio Climático. Creemos que con un alto nivel de información y conocimiento disponible en el país, con una participación responsable, creativa y organizada de las partes interesadas relevantes, provenientes de diversos sectores, y con el apoyo internacional de experiencias similares, seremos capaces de abrir sendas que contribuirán a que el país se transforme en un país desarrollado y de bajo carbono.

El Proyecto MAPS – Chile tendrá componentes de investigación y de participación. Será un esfuerzo de dos años. El presupuesto incluye aportes nacionales e internacionales. El proyecto será dirigido por un comité interministerial con representantes de los ministerios de: Relaciones Exteriores, Hacienda, Transportes y Telecomunicaciones, Agricultura, Energía y Medio Ambiente. El Ministerio del Medio Ambiente actuará como Secretaría. Adicionalmente, el equipo de trabajo incluirá un líder de la investigación y un líder del proceso. Como eje central del proceso de participación existirá un Equipo de Construcción de Escenarios con múltiples partes interesadas.

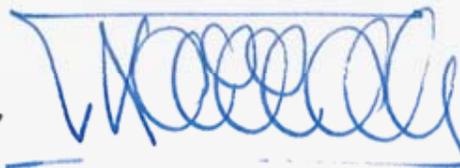
Este proyecto no logrará sus resultados esperados (escenarios y opciones de mitigación factibles y efectivos en función de los costos), si carece de un compromiso dedicado, informado y organizado de las partes interesadas. A pesar de que sus resultados no serán vinculantes, estamos convencidos de que, junto con los esfuerzos de investigación, los aportes de las partes interesadas serán fundamentales para responder las preguntas clave planteadas en este Mandato. Estas preguntas son:

1. ¿Cuáles son las opciones de mitigación más eficientes y efectivas para cumplir con los compromisos internacionales sobre cambio climático? Entre ellas, ¿cuáles son las más factibles y favorables de implementar?
2. ¿Cuáles son las oportunidades y compensaciones asociadas con las diversas opciones de mitigación, en términos de aliviar la pobreza, contribuir a resultados macro y microeconómicos positivos y permitir que Chile gane y asegure su competitividad internacional?
3. ¿Cuáles son los vínculos clave entre las opciones de mitigación y adaptación en el país?
4. ¿Cuáles son las políticas públicas, instrumentos e iniciativas privadas clave que contribuirían a la mitigación del cambio climático, con el fin de mejorar el desarrollo de bajo carbono?

El análisis participativo, integral y transparente que resulte del Proyecto MAPS-Chile, ayudará a establecer la manera en que Chile cumplirá su compromiso de lograr una desviación del 20% por debajo de la trayectoria de emisiones "business as usual" en el año 2020, según lo proyectado a partir del año 2007, y contribuirá a una senda de desarrollo competitiva e inclusiva de bajo carbono.



Sr. Alfredo Moreno Charme
Ministro de Relaciones Exteriores



Sr. Felipe Larraín Bascuñán
Ministro de Hacienda



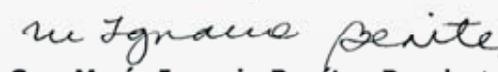
Sr. Pedro Pablo Errázuriz Domínguez
Ministro de Transportes y
Telecomunicaciones



Sr. Luis Mayol Bouchon
Ministro de Agricultura



Sr. Rodrigo Álvarez Zenteno
Ministro de Energía



Sra. María Ignacia Benítez Pereira
Ministra del Medio Ambiente

Santiago, enero de 2012

VIII. REFERENCIAS – ESTUDIOS LICITADOS



VIII. REFERENCIAS – ESTUDIOS LICITADOS

- [1] Maricel Gibbs, "Levantamiento de Información Base para la Definición del Escenario Requerido por la Ciencia", Estudio Proyecto MAPS Chile, 2012(licitado a través de PNUD SDP 84/2012).
- [2] Maisa Rojas, "Estado del Arte de Modelos para la Investigación del Calentamiento Global", Estudio Proyecto MAPS Chile, 2012 (licitado a través de PNUD SDP 79/2012).
- [3] PRIEN, Universidad de Chile, "Escenario Línea Base de Emisiones de GEI del Sector de Generación y Transporte de Electricidad", Estudio Proyecto MAPS Chile, mayo 2013 (licitado a través de PNUD 108/2012).
- [4] POCH Ambiental, "Escenario Línea Base de Emisiones del Sector de Minería y Otras Industrias", Estudio Proyecto MAPS Chile, mayo 2013 (licitado a través de PNUD SDP 110/2012).
- [5] SISTEMAS SUSTENTABLES, "Escenario Línea Base de Emisiones del Sector de Transporte y Urbanismo", Estudio Proyecto MAPS Chile, mayo 2013 (licitado a través de PNUD SDP 109/2012).
- [6] AGRIMED, Universidad de Chile, "Escenario Línea Base de Emisiones del Sector Agropecuario y Cambio de Uso del Suelo", Estudio Proyecto MAPS Chile, mayo 2013 (licitado a través de PNUD SDP 113/2012).
- [7] POCH Ambiental, "Escenario Línea Base de Emisiones del Sector Forestal y Cambio del Uso del Suelo", Estudio Proyecto MAPS Chile, mayo 2013 (licitado a través de PNUD SDP 112/2012).
- [8] FUNDACIÓN CHILE, "Escenario Línea Base de Emisiones del Sector Comercial, Público y Residencial", Estudio Proyecto MAPS Chile, mayo 2013 (licitado a través de PNUD SDP 111/2012).
- [9] POCH Ambiental, "Escenario Línea Base de Emisiones GEI del Sector de Residuos Antrópicos", Estudio Proyecto MAPS Chile, mayo 2013 (licitado a través de PNUD SDP 114/2012).



Glosario

Biomasa: Cantidad de materia orgánica seca total en un momento determinado de organismos vivos de una o más especies por unidad de área.

Densidad de la madera: Proporción entre el peso seco en horno y el volumen del fuste sin corteza. Permite calcular la biomasa leñosa dentro del peso de la materia seca.

Econometría (medición de la economía): Análisis cuantitativo de los fenómenos económicos a través de métodos matemáticos y modelos teóricos.

Factor de Expansión de Biomasa (FEB): Factor de multiplicación que sirve para calcular la tasa de crecimiento de las existencias en formación, o el volumen de aprovechamiento de la madera en rollo comercial, o las informaciones sobre el incremento del volumen de las existencias en formación, a fin de tomar en cuenta componentes no comerciales de la biomasa cuales las ramas, follaje y árboles no comerciales.

Fermentación entérica: Proceso digestivo por medio del cual los microorganismos descomponen los carbohidratos en moléculas simples para la absorción hacia el torrente sanguíneo de un animal. Durante este proceso se producen grandes cantidades de emisiones de metano.

Fustal: Etapa de desarrollo de un rodal en que se alcanza la madurez de los individuos. Se termina la poda natural. La altura de los ejemplares supera los 20 m y el diámetro varía entre 30 y 50 cm.

Gases de efecto invernadero (GEI): Gases integrantes de la atmósfera, de origen natural y antropogénico, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de ondas del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera, y las nubes. Esta propiedad causa el efecto invernadero. El dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (N₂O) y metano (CH₄) son los principales gases de efecto invernadero en la atmósfera terrestre.

Manejo de estiércol: Proceso de toma de decisiones que apunta a combinar la producción agrícola rentable con pérdidas mínimas de nutrientes del estiércol (excremento animal).

Modelo Estocástico: Cuando al menos una variable del mismo es tomada como un dato al azar y las relaciones entre variables se toman por medio de funciones probabilísticas

NAMAs: Acciones de mitigación apropiadas a cada país. Opción de mitigación para los países en desarrollo en el contexto de la negociación sobre acción cooperativa a largo plazo en la Convención de las Naciones Unidas, bajo el Plan de Acción de Bali adoptado en la 13^o sesión de la COP celebrada en Bali el año 2007. Las NAMAs pueden abarcar tanto los esfuerzos para construir capacidades para reducir emisiones como las propias medidas para reducirlas. Pueden adoptar la forma de políticas y medidas, regulaciones, estándares, programas e incluso de incentivos financieros. Pueden incluir uno o más sectores. Se puede desarrollar más de una NAMA de un mismo sector.

Partición modal: Concepto utilizado para referirse a cómo se distribuyen los viajes asociados al transporte de pasajeros y carga entre los distintos medios de transporte disponible.

PKM: Pasajero kilómetro. Unidad de medida para representar la cantidad de kilómetros anuales recorridos por una persona o el total de la población en algún medio de transporte. En estricto rigor, los medios de transporte incluyen tanto a los vehículos motorizados (automóviles, buses, etc.) como no motorizados (bicicleta, caminar, etc.). Sin embargo, en este estudio sólo se proyectaron los PKM asociados a vehículos motorizados.

Planificación centralizada (referido al sector de generación eléctrica): Concepto utilizado para referirse a que las decisiones de inversión en nuevas centrales eléctricas (tipo de tecnología, capacidad y fecha de entrada) y la operación de las centrales eléctricas en operación y nuevas son tomadas por un organismo centralizado. En el caso chileno, las decisiones de inversión no

se realizan de manera centralizada, sino que son los privados (empresas de generación) los que deciden qué y cuándo invertir, siempre cuando se cumplan las leyes y normativas vigentes. Para la operación, en Chile existe un organismo centralizado llamado Centro de Despacho de Carga (CDEC-SIC y CDEC-SING, para los sistemas eléctricos SIC y SING, respectivamente) encargado de decidir que centrales deben operar y cuánto energía deben producir bajo un criterio de minimización de costos de operación.

Plantación normalizada: Una plantación en estado normalizado es aquella en la que la masa de plantaciones considerada tiene una estructura de edades tal que la superficie a cosechar en el año considerado es aproximadamente igual a 1/(edad de rotación) de la superficie total.

PPC (referido a residuos sólidos): Producción o generación per cápita de residuos sólidos. Representa la cantidad promedio de residuos generados por una persona al año. Generalmente se mide en toneladas anuales por persona (ton/año/persona) o kilogramos diarios por persona (kg/día/persona).

Residuos antrópicos: Residuos generados por la actividad humana.

RILes: Residuos líquidos industriales. Son aguas de desecho generadas en establecimientos industriales como resultado de un proceso, actividad o servicio.

Rodal: Agrupación de árboles que ocupando una superficie de terreno determinada, es suficientemente uniforme en especie, edad, calidad o estado como para distinguirla de otra masa de árboles.

SIC: Sistema Interconectado Central. Este sistema eléctrico comprende aproximadamente el área ubicada desde la rada de Paposo por el norte (en la II Región) y la localidad de Quellón por el sur, en la isla de Chiloé (X Región), cubriendo cerca del 93% de la población de la República de Chile (Fuente: CDEC-SIC).

SING: Sistema Interconectado del Norte Grande. Este sistema eléctrico se extiende entre Arica-Parinacota, Tarapacá y Antofagasta, Decimoquinta, Primera y Segunda regiones de Chile, respectivamente, cubriendo una superficie de 185.142

km², equivalente a 24,5% del territorio continental (Fuente: CDEC-SING).

TKM: Toneladas kilómetro. Unidad de medida para representar la cantidad de carga anual transportada (no pasajeros) por la cantidad de kilómetros necesarios para transportar a ésta. El transporte de carga incluye el transporte de frutas, hortalizas, ganado, productos forestales, productos manufacturados, etc.

Acrónimos

AEO: Annual Energy Outlook de la U.S. Energy Information Administration (EIA)

AIE: Agencia Internacional de la Energía

CDEC-SIC: Centro de Despacho Económico de Carga del Sistema Interconectado Central.

CDEC-SING: Centro de Despacho Económico de Carga del Sistema Interconectado del Norte Grande.

CNE: Comisión Nacional de Energía

COP: Conferencia de las Partes

ENAP: Empresa Nacional de Petróleo

ERNC: Energías renovables no convencionales

FEPCO: Fondo de Estabilización del Precio de los Combustibles

INGEI: Inventario de Gases de Efecto Invernadero

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change

IPN: Informe de Precio Nudo

PIB: Producto Interno Bruto

PPC: Paridad poder de compra (sigla en inglés PPP).

SEA: Sistema de Evaluación Ambiental

SEIA: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

SEC: Superintendencia de Electricidad y Combustibles

WEO: World Energy Outlook de la Agencia Internacional de la Energía (AIE)



