Gobierno de Chile

MAPS Chile

MAPS Chile

OPCIONES DE MITIGACIÓN PARA ENFRENTAR EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LOGRAR UN DESARROLLO BAJO EN CARBONO

FASE 3

SÍNTESIS DE RESULTADOS

Gobierno de Chile

MAPSChile

MAPS Chile

OPCIONES DE MITIGACIÓN PARA ENFRENTAR EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LOGRAR UN DESARROLLO BAJO EN CARBONO

FASE 3

SÍNTESIS DE RESULTADOS

Cita sugerida: MAPS Chile, 2016.
Opciones de mitigación para enfrentar el cambio climático y lograr un desarrollo bajo en carbono; síntesis de resultados de Fase 3.
Ministerio del Medio Ambiente y Gobierno de Chile, Santiago, Chile.

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

ÍNDICE

PRÓLOGO 7

INTRODUCCIÓN 9

1 Historia de MAPS Chile 9

2 El contexto de las negociaciones internacionales sobre cambio climático 10

UNA MIRADA PANORÁMICA AL PROYECTO - EL VIAJE RECORRIDO EN 4 AÑOS DE TRABAJO 13

3 La partida - El plan de trabajo inicial 15

4 La primera parada - Los resultados de Fase 1 16

5 La segunda parada - Los resultados de Fase 2 19

6 Acomodando la carga y ajustando los planes - Fase 3 25

7 La tercera y última parada - Resultados de Fase 3 27

8 Otros resultados de este viaje 31

9 Epílogo 35

SÍNTESIS DE RESULTADOS DE FASE 3 39

10 Proceso llevado a cabo 39

11 Análisis de co-impactos 41

12 Mitigación en el largo plazo 50

13 Bibliografía y referencias 72

APRENDIZAJES Y RECOMENDACIONES PARA PROCESOS SIMILARES 75

QUIÉNES HICIERON MAPS CHILE - FASE 3 87

PRÓLOGO

Este documento consolida cuatro años de trabajo, a través de los cuales se buscó impulsar el desarrollo de Chile hacia un escenario donde se emitan menos gases efecto invernadero y niveles más bajos de carbono. Se trata de un proyecto que se ha extendido durante dos gobiernos abordando la compleja temática del cambio climático y su mitigación, generando una iniciativa en la cual participaron numerosos expertos, de diversos sectores de la sociedad: se estima que más de 300 especialistas en esta materia aportaron en la construcción de MAPS Chile.

El proyecto ha sido fruto de la Cooperación Sur-Sur, gracias al apoyo técnico desde Sudáfrica, y de un trabajo mancomunado con Brasil, Colombia y Perú. Los resultados de la iniciativa -especialmente aquellos de su segunda fase-, han sido fundamentales para definir la contribución de reducción de emisiones que el Gobierno de Chile comunicó en la COP21 de París, en diciembre 2015.

Los contenidos que incluye este documento compilan los principales resultados de la tercera y última fase de MAPS Chile, donde el proyecto destaca por su carácter innovador, riguroso y participativo al explorar otras opciones de mitigación para el país –adicionales a aquellas evaluadas en Fase 2– y analizar los posibles co-impactos, sobre la sustentabilidad, de algunas medidas de mitigación seleccionadas.

Los resultados de este informe son fundamentales, dado que seguirán alimentando la discusión –y también la acción–sobre la problemática del cambio climático y el desarrollo bajo en carbono del país.

Desde el Ministerio del Medio Ambiente quisiera destacar y agradecer a quienes han hecho posible este fructífero esfuerzo colectivo: a los gobiernos de Dinamarca y Suiza, a la Fundación para los Niños (CIFF), y a la Alianza Clima y Desarrollo (CDKN), a todos los expertos que participaron en el Grupo de Construcción de Visión del proyecto y en los Paneles de Expertos, a los consultores, al Comité Directivo Interministerial y al equipo profesional de MAPS Chile.

Pablo Badenier Martínez
Ministro del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

INTRODUCCIÓN

1. HISTORIA DE MAPS CHILE

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

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

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

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

La tercera y última fase de MAPS Chile (desarrollada durante 2015) ha incluido, entre otros productos, una revisión y refinamiento de los resultados obtenidos en la segunda fase, una estimación de los co-impactos asociados a algunas medidas de mitigación seleccionadas, y un análisis de los posibles enfoques y medidas de mitigación para el largo plazo (2030-2050). Todos los resultados de MAPS Chile están disponibles en el sitio web del proyecto, accesible también desde el sitio web del Ministerio del Medio Ambiente.

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

2. EL CONTEXTO DE LAS NEGOCIACIONES INTERNACIONALES SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO

En la Conferencia de las Partes (COP) 15, de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, en Copenhague, en diciembre de 2009, Chile anunció su voluntad de contribuir a la mitigación mundial, con el compromiso de lograr una desviación del 20 por ciento respecto de sus emisiones *Business as Usual* (BAU) para el año 2020. La definición de este objetivo fue un compromiso político en el que no hubo estimaciones consensuadas de la línea base de emisiones para el país[1], ni la cantidad de emisiones que significaba la desviación del 20 por ciento. Por supuesto, preguntas críticas eran: ¿cuál es la trayectoria *business as usual?* ¿A cuántas toneladas equivale la desviación del 20%? ¿Qué acciones de mitigación serían priorizadas bajo este compromiso, y qué impacto tendría en la economía? La primera tarea de Chile sería, por lo tanto, averiguar lo que el compromiso significaba en la realidad.

1 Hasta la fecha no había ninguna línea de base (este es el concepto que se usa en español para denotar un escenario *"business as usual")* para el país, sin embargo, había una línea de base de energía (que incluía los sectores de energía, transporte, la minería, la industria y CPR) y una línea de base no energética (que incluía agricultura, silvicultura y residuos). Sin embargo, estas líneas base no se podían agregar porque diferían metodológicamente.

El Presidente de la República, Sebastián Piñera, reiteró la promesa de Copenhague en su discurso del 21 de mayo de 2010, formalizando así aún más el compromiso político con el objetivo propuesto por Chile. Paralelo a esto, a mediados de 2010, Stefan Raubenheimer y Harald Winkler invitan a Chile a participar del programa MAPS. El programa se presentó como una oportunidad valiosa para el país, para enfrentar los desafíos que tenía en ese momento, y ofrecía un enfoque y metodología de trabajo que fueron ampliamente aceptados.

Si bien MAPS no fue concebido como un programa para influir en las negociaciones internacionales de cambio climático, sí estaba orientado a generar un impacto concreto en el país. El objetivo de MAPS era proveer a los tomadores de decisión con evidencia relevante, generada en conjunto con las partes interesadas, y construir puentes entre la investigación, la política pública y los actores interesados. No obstante lo anterior, en los últimos dos años de MAPS, 2014 y 2015, la dimensión internacional aumentó su relevancia.

La decisión de la COP en Varsovia (2013) invitaba a "todas las partes a iniciar o intensificar los preparativos nacionales para sus contribuciones tentativas determinadas a nivel nacional" (INDC, por sus siglas en inglés). Para el Gobierno de Chile, el contar con el proceso MAPS entregaba una gran ventaja ya que era la mejor evidencia que se tenía para tomar decisiones según el mandato de Varsovia. Posteriormente, durante la Cumbre sobre el Cambio Climático celebrada en Nueva York en septiembre de 2014, la Presidenta de la República, Michelle Bachelet, estableció un mandato para la creación del INDC del país. Su gobierno creó la Mesa Redonda INDC, de carácter técnico, que incluía representantes de los Ministerios de Medio Ambiente, Energía, Transporte, Relaciones Exteriores, Hacienda, Minería y Agricultura. Estos fueron los mismos representantes que habían estado en el Comité Directivo de MAPS Chile. La Mesa Redonda propuso rápidamente que la contribución de Chile debía estar sostenida en cinco pilares: la mitigación, la adaptación, la creación de capacidades, desarrollo y transferencia de tecnología, y financiamiento. Con respecto al pilar de mitigación, la Mesa Redonda INDC diseñó el anteproyecto de contribución en base a los tres escenarios más ambiciosos, en términos de reducción de emisiones, de la Fase 2 de MAPS Chile. Así lo establece el anteproyecto que fuera sometido a consulta pública nacional desde el 17 diciembre de 2014 hasta el 15 abril de 2015.

Posterior al proceso de consulta pública el gobierno inició un diálogo político entre los diferentes ministerios, logrando consenso en el Consejo de Ministros de la Sustentabilidad y el Cambio Climático. Así, la Presidenta de la República anunció la INDC en la Asamblea General de Naciones Unidas en septiembre de 2015, y posteriormente el Ministerio de Relaciones Exteriores presentó la versión final ante la Convención el 8 de octubre de 2015.

UNA MIRADA PANORÁMICA AL PROYECTO

El viaje recorrido en 4 años de trabajo[2]

MAPS Chile ha sido un esfuerzo de más de 4 años para abordar temas complejos con la máxima rigurosidad en términos científicos y con altos estándares de transparencia y participación de actores diversos. En términos figurativos el proyecto podría pensarse como un viaje. Si bien el destino de este viaje quedó definido desde el comienzo, mediante un mandato firmado por 6 ministros de Estado, la ruta exacta a tomar no estaba definida a priori y, de hecho, no estuvo exenta de desafíos y ajustes en el camino.

El texto que sigue busca orientar al lector en cuanto a todo lo que se realizó en el proyecto, la lógica que estuvo detrás, qué enfoques y herramientas fueron utilizados y, especialmente, cuáles son los productos finales y dónde encontrarlos. La Figura 1 representa el viaje realizado con sus principales características.

[2] Esta sección ha sido escrita íntegramente por el equipo MAPS Chile y no ha contado con la revisión del Grupo de Construcción de Visión.

	PREGUNTAS QUE NOS HICIMOS	PRINCIPALES RESULTADOS	PRINCIPALES PRODUCTOS/DOCUMENTOS
FASE 1 2012-2013	• ¿Cuál es una estimación del posible crecimiento de las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) entre 2007 y 2030? • ¿Cuál es el estado del arte sobre los modelos climáticos existentes, y qué dicen sobre el cambio climático en Chile? • Según la ciencia, de modo de no evitar efectos catastróficos, ¿cuáles deberían ser las emisiones de GEI futuras del país?	• Línea Base 2007-2030 • Estudio sobre modelos climáticos y efectos esperados para Chile • Dominio requerido por la ciencia	• Resumen Resultados Fase 1 (electrónico) • Análisis de modelos climáticos (electrónico) • Dominio requerido por la ciencia (electrónico) • Informes sectoriales LB2007 (electrónicos)
FASE 2 2014	• ¿Cuál es una estimación del posible crecimiento de las emisiones de GEI entre 2013 y 2030? • ¿Cuáles son posibles medidas de mitigación del cambio climático en los sectores productivos clave? • ¿Cuáles son algunos escenarios posibles –como agrupamiento de medidas de mitigación– que podrían representar un futuro con menos emisiones de GEI? • ¿Qué efectos macroeconómicos podrían tener los distintos escenarios?	• Línea Base 2013-2030 • 96 medidas de mitigación en 7 sectores • 9 escenarios de mitigación • Análisis de los efectos macroeconómicos de los escenarios de mitigación	• Documento de resultados de Fase 2 (electrónico) • Cuadernillos sectoriales de medidas de mitigación (impreso) • Resumen resultados Fase 2 (impreso) • Informes sectoriales (electrónicos)
FASE 3 2015-2016	•¿Qué otras opciones tiene el país para mitigar sus emisiones de GEI en el largo plazo? •¿Cuáles son algunos efectos económicos, sociales ambientales e institucionales, positivos y negativos, de algunas medidas de mitigación seleccionadas (de Fase 2)? •¿Cuáles son algunas relaciones clave entre las medidas de mitigación y otras medidas de política pública (sector transporte)? •¿Cuál es la factibilidad de implementación de las medidas de mitigación (sector transporte)? •¿Qué saben/dicen los jóvenes sobre la mitigación del cambio climático? •¿Qué podemos decir sobre posibles efectos distributivos de los distintos escenarios de mitigación?	• Mitigación en el largo plazo • Análisis de co-impactos • Efectos de la mitigación (sectores transporte y comercial-público) sobre los contaminantes locales • Factibilidad de implementación de medidas en sector transporte • MAPS Jóvenes (MAPS Youth) • Análisis de efectos distributivos	• Mitigación en el largo plazo: 5 documentos sectoriales sobre generación eléctrica, transporte, residencial, industria y minería, y uso de suelo (todos electrónicos) • Análisis de co-impactos: 5 documentos sectoriales sobre generación eléctrica, transporte, residencial y residuos, industria y minería, y uso de suelo (todos electrónicos) • Integración de medidas de mitigación en Plan de Descontaminación de la Región Metropolitana (electrónico) • Recomendaciones de política en el sector transporte (electrónico) • Análisis de resultados macroeconómicos (Fase 2): Análisis de costos de la mitigación (electrónico) y Resultados macroeconómicos de MAPS Chile (electrónico) • Efectos distributivos de los escenarios de mitigación (electrónico) • Resumen de resultados de Fase 3 (impreso) • Resultados MAPS Youth (electrónico: http://lofsur.cl/sitio/mapsyouth/)

Figura 1 – Componentes de MAPS Chile

3. LA PARTIDA - EL PLAN DE TRABAJO INICIAL

En el documento inicial que describía el proyecto –y que usamos para levantar fondos adicionales a los fondos semillas con los que comenzó el trabajo– se describían 3 fases de trabajo. La primera se centraba en la elaboración de: i) la Línea Base de emisiones 2007-2030 a nivel nacional y de todos los sectores de la economía (una estimación de las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) para el período de tiempo especificado, asumiendo que la situación productiva se mantiene similar a la inicial, sin mayores esfuerzos adicionales de mitigación de las emisiones) y ii) la trayectoria de emisiones para el país según lo que recomienda la ciencia (IPCC), de modo que la temperatura superficial del planeta no suba más de 2 grados Celsius hacia 2100. Adicionalmente, esta primera fase contemplaba un análisis sobre el estado del arte de los modelos climáticos y de los resultados que arrojan sobre cambio climático para el país.

La segunda fase, de acuerdo a este plan de trabajo inicial, incluía: i) la actualización de la línea base, ahora para el horizonte de tiempo 2013-2030, ii) la identificación de diversas medidas de mitigación en los distintos sectores económicos relevantes, iii) la conformación de escenarios de mitigación, iv) la evaluación de los efectos macroeconómicos de estos escenarios y v) la evaluación estratégica de las medidas y escenarios de mitigación, entendida como la evaluación de otros efectos (impactos) sobre la sustentabilidad, que podrían implicar las medidas y escenarios de mitigación considerados. Finalmente, la tercera fase se centraba en esfuerzos de discusión y difusión de los resultados en los distintos niveles.

Este plan original respondía a una lógica de gradualidad para enfrentar los desafíos. La Línea Base 2007-2030 era un tema pendiente en el país, toda vez que el compromiso voluntario, anunciado en Copenhague en 2009 por la primera administración de la Presidenta Bachelet, hacía mención a tal línea base, pero sin que en ese momento estuviese disponible. MAPS Chile comenzaba así a dar respuesta a un asunto pendiente que permitía poner a prueba enfoques de modelación, así como elementos del proceso participativo, con una aparente menor complejidad y dificultad que las actividades comprometidas en Fase 2.

En cuanto a las expectativas de este ejercicio, desde el inicio intentamos ser muy claros en declarar que MAPS Chile no era un ejercicio vinculante; más bien, el proyecto –tal como lo requería su mandato– entregaría información y evidencia para que posteriormente el Gobierno de Chile tomará decisiones, especialmente en el contexto de las negociaciones internacionales que precedieron el Acuerdo de París en la COP21. MAPS Chile fue percibido desde el principio como un ejercicio que sería muy relevante para informar sobre las opciones que posteriormente tendría que sopesar el Gobierno de Chile.

4. LA PRIMERA PARADA - LOS RESULTADOS DE FASE 1

La primera fase del proyecto duró aproximadamente un año (2012). El trabajo se realizó en buena medida de acuerdo al plan original. El primer gran desafío era modelar conjuntamente sectores muy diversos y complejos –generación eléctrica; transporte; industria y minería; comercial, público y residencial; agropecuario y cambio de uso de suelo; forestal y cambio de uso de suelo; y residuos– que son los principales responsables de las emisiones de GEI en el país. El equipo del proyecto optó por trabajar separadamente, con equipos consultores expertos en cada sector, pero bajo la coordinación atenta del equipo del proyecto, asegurando de este modo la coherencia en el tratamiento de todos los temas comunes (por ejemplo, verificando que se utilizaran los mismos supuestos de modelación y que los distintos sectores se hicieran cargo de las relaciones existentes en cuanto a consumos de energía, transferencias de materiales –como leña– y otros aspectos).

Un desafío importante de esta primera fase fue acordar, junto al Grupo de Construcción de Escenarios y el Comité Directivo, los supuestos más sensibles de la modelación (como por ejemplo lo relativo a la información que alimentaría los modelos de proyección). La definición de la información más sensible –la proyección del producto interno bruto y la proyección del crecimiento de la población, por ejemplo– fue consensuada siguiendo propuestas de los entes de Gobierno más directamente vinculados a ella. Un rol principal tuvieron el Ministerio de Hacienda y el Ministerio de Energía. Estas propuestas fueron sometidas al Grupo de Construcción de Escenarios y al Comité Directivo y, de modo de abordar las incertidumbres asociadas a este tipo de proyecciones, se consideraron rangos de valores que permitieran dar cuenta de la sensibilidad de los resultados.

Los 7 equipos consultores sectoriales, bajo la coordinación del equipo profesional del proyecto, desarrollaron sus modelos sectoriales –con enfoques y herramientas apropiadas para cada sector, y con distintos niveles de sofisticación– para proyectar la Línea Base de emisiones 2007-2030. Los resultados sectoriales fueron integrados en una línea base nacional.

La trayectoria recomendada por la ciencia –la cual denominamos escenario "requerido por la ciencia"—fue desarrollada por una consultora contratada específicamente para esta tarea, y cuyo trabajo también fue coordinado por el equipo central de MAPS Chile. Este escenario resultó ser de particular relevancia, toda vez que es la referencia para medir los esfuerzos de mitigación en cada país. Posteriormente, durante la Fase 3, este escenario sería actualizado, según los últimos resultados del IPCC (el Panel Intergubernamental de Cambio Climático). Más detalles se presentan en los resultados de Fase 3, en este documento. De un modo similar, el análisis de los modelos climáticos, con un foco de análisis en los impactos en temperatura y precipitaciones para distintas zonas de Chile, fue contratado a una consultora experta en estos temas.

Una mención especial merece el horizonte de tiempo a utilizar en este tipo de análisis y de proyecciones. El plan de trabajo original buscaba proyectar (especialmente emisiones y costos) hasta 2050, y de hecho las proyecciones de línea base se hicieron a ese plazo. En esta primera Fase del proyecto, sin embargo, se comenzó a constatar que las proyecciones más allá de 2030 podían perder relevancia y precisión, debido a la alta complejidad e incertidumbre respecto a cambios importantes que podrían ocurrir en los patrones de desarrollo hacia el largo plazo.

RESULTADOS DE FASE 1

LÍNEA BASE DE EMISIONES 2007-2030 DE GEI DEL PAÍS

• ¿Qué es?

En el contexto del cambio climático, una línea base es un escenario de referencia que describe una tendencia de las emisiones de gases de efecto invernadero sin esfuerzos adicionales para reducir las emisiones. En el caso de Chile, la línea base pretende describir cómo crece la economía, mediante una visión de futuro para estimar las futuras tasas de crecimiento económico, entre otros parámetros, con el fin de evaluar los impactos económicos y sociales de alcanzar una meta de mitigación. Así, el escenario de línea base consiste en el conjunto más razonable de supuestos y datos que mejor describen los futuros cambios en emisiones en ausencia de políticas y medidas de mitigación, adicionales a los previstos e implementados hasta la fecha (en este caso a diciembre del 2006).

La construcción de este escenario no es una tarea fácil, ya que no existe una única metodología internacional para hacerlo. En este caso, la línea base es el resultado de la agregación de las bases de referencia sectoriales, que se basan en datos macroeconómicos coherentes y homogéneos. El equipo de MAPS Chile adoptó una serie de medidas para mejorar la transparencia y la robustez de la línea base utilizando datos internacionales para la proyección del precio de los combustibles, proyecciones de PIB oficiales, incluyendo todos los gases del Protocolo de Kioto, incorporando las directrices de elaboración de inventarios de GEI del IPCC y, lo más importante, la presentación clara por adelantado de los datos y supuestos propuestos al Grupo de Construcción de Escenarios. Este Grupo participó en la definición del escenario de línea base, incluyendo su naturaleza, los supuestos, así como en la compilación de los datos del año base.

• ¿Qué utilidad tiene?

Un escenario de línea base puede servir para definir una meta de mitigación, o bien para evaluar los impactos económicos y sociales de alcanzar una determinada meta de mitigación. Cuando se utiliza una línea base para fijar una meta de mitigación, la transparencia es clave para evitar la manipulación, es decir, cuando la línea base se construye artificialmente alta para que el escenario de mitigación pareciera estar reduciendo una enorme cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero.

En el caso de MAPS Chile, el propósito de la Línea Base 2007-2030 era informar sobre el compromiso voluntario en el marco del Acuerdo de Cancún de la Convención, que consiste en una desviación del

20 por ciento en 2020, por debajo de la trayectoria de crecimiento de las emisiones de la línea base tendencial, proyectado desde el año 2007. Así, las variables macroeconómicas y los precios de los combustibles respondieron a lo que se podía estimar a finales de 2006. Esto fue particularmente difícil porque se tuvo que construir un escenario hipotético de lo que se habría proyectado a finales de 2006, con independencia de lo ocurrido en la realidad. Este escenario permitió calcular el compromiso voluntario de Chile para el período pre 2020.

TRAYECTORIA DE EMISIONES RECOMENDADA POR LA CIENCIA ("ESCENARIO REQUERIDO POR LA CIENCIA")

• ¿Qué es?

Los escenarios requeridos por la ciencia consisten en escenarios normativos según lo que indica la ciencia, para cumplir una trayectoria global de aumento de temperatura de no más de 2°C, y que representan la contribución justa que un país tendría que hacer a este esfuerzo mundial, teniendo en cuenta una serie de consideraciones de equidad, tales como la capacidad de cada país y su responsabilidad histórica de emisiones. A este conjunto de escenarios normativos se les llamó "dominio requerido por la ciencia".

En MAPS Chile, la trayectoria global de emisiones requerida por la ciencia, para no aumentar la temperatura en más de 2°C con respecto a los niveles pre-industriales, fue construida usando el Escenario B1 del Cuarto Reporte de Evaluación del IPCC para el período 2006 a 2100. La distribución de responsabilidad por país se realizó utilizando tres criterios diferentes: porcentaje de las emisiones globales (considerando que la participación de Chile en el total de emisiones se mantiene constante); las emisiones per cápita (cuanto mayor sea el indicador, requiere mayor esfuerzo); y el PIB per cápita (cuanto mayor sea el indicador, mayor es el esfuerzo requerido). Los resultados varían significativamente según el criterio adoptado. Los tres criterios muestran que las emisiones de Chile deberían alcanzar su punto máximo de emisiones alrededor de 2040 y luego reducir hasta alcanzar un rango de 16-50 millones de toneladas de CO_{2eq} en 2100.

En la Fase 3 de MAPS Chile, el dominio requerido por la ciencia fue actualizado utilizando el Quinto Reporte de Evaluación del IPCC, que proporciona un escenario global de emisiones más estricto para cumplir con el objetivo global de la Convención de no aumentar la temperatura en más de 2°C. Por ende, considerando la información científica más reciente, el dominio requerido por la ciencia para Chile resultante de la Fase 3 fue más exigente, en lo que a niveles de emisiones de gases de efecto invernadero se refiere, que el de la Fase 1.

• ¿Qué utilidad tiene?

El escenario requerido por la ciencia plantea el tema de la equidad y justicia visibilizando ciertas preguntas esenciales: ¿Cuál es el esfuerzo justo que un país en desarrollo debería realizar para reducir las emisiones, permitiéndole asimismo alcanzar el desarrollo? ¿Cómo, en base a la ciencia y a criterios de equidad, podemos compartir o distribuir el presupuesto de carbono restante entre todos los países?

En MAPS Chile, los escenarios requeridos por la ciencia se utilizaron como un recurso creativo para incentivar y orientar a los miembros del Grupo de Construcción de Escenarios a considerar una mayor ambición en los escenarios de mitigación. Además, consistió en una condición de borde contra la cual se podían evaluar los diferentes niveles de mitigación.

ANÁLISIS DE LOS MODELOS CLIMÁTICOS DISPONIBLES

• ¿Qué es? ¿Qué utilidad tiene?

Científicos del IPCC realizan estudios periódicos de simulación de la evolución del clima en el planeta. Se han desarrollado cerca de 20 modelos en distintas instituciones de investigación y desarrollo. Cada uno presenta características particulares que hacen que sus resultados se diferencien según el foco de análisis requerido. Los resultados de estos modelos constituyen una base de datos gigantesca que entrega información para cada zona del planeta. En el marco de la Fase 2 se contrató el estudio de los resultados de los modelos climáticos, con un foco de análisis en los impactos en temperatura y precipitaciones para distintas zonas de Chile. De esta forma se buscaba identificar el nivel de evidencia de que se dispone para el país, elemento que contribuyó a sensibilizar sobre el tema en las reuniones del Grupo de Construcción de Escenarios.

Todos estos documentos pueden ser encontrados en www.mapschile.cl o a través del sitio web del Ministerio del Medio Ambiente, www.mma.gob.cl.

5. LA SEGUNDA PARADA LOS RESULTADOS DE FASE 2

La Fase 2 fue en buena medida el corazón del proyecto: se trataba de actualizar la línea de base a la información más reciente (2013), de poner sobre la mesa un máximo de opciones que el país tiene –o puede tener– para reducir sus emisiones de GEI en todos los sectores relevantes. Y no solo eso, sino que además pensar en futuros posibles más bajos en emisiones, dados por el "agrupamiento" (o empaquetamiento) de medidas de mitigación en escenarios de mitigación, y someter estos escenarios a un análisis de los efectos macroeconómicos asociados.

Esta segunda etapa tomó finalmente un poco más de un año y medio (2013 y 2014). El trabajo se organizó de un modo similar a la Fase 1. Es decir, se licitó el trabajo de 6 equipos consultores (en este caso se fundieron los sectores forestal y agropecuario en uno solo), el cual fue coordinado por el equipo profesional de MAPS Chile. Una vez más, no fue sencillo ni tan expedito organizar y manejar 6 licitaciones con diversos equipos consultores de prestigiosas instituciones del país. Hubo retrasos administrativos que estrecharon los tiempos disponibles para el trabajo propiamente tal.

La Línea Base 2013-2030 se trabajó de un modo similar a lo realizado en Fase 1. A partir de modelos sectoriales, de diversos niveles de sofisticación, se llegó a una línea base nacional que fue calculada para distintas proyecciones del producto interno bruto (PIB); es decir, los resultados fueron distintas Líneas Base 2013-2030, según el nivel de PIB considerado.

Un desafío relevante consistió en cómo identificar posibles medidas de mitigación. Optamos por hacer un primer barrido de iniciativas recientes en el país e internacionales. Con estos resultados, se identificaron algunas medidas que fueron incluidas dentro de los términos de referencia de los equipos consultores, como un mínimo a cubrir. Posteriormente, mediante múltiples reuniones con el Grupo de Construcción de Escenarios y con los Grupos Técnicos de Trabajo, se fueron agregando otras posibles medidas de mitigación. Entre los criterios para seleccionar estas posibles medidas –dados por las necesidades de modelación ulterior– estaban la posibilidad de contar con información sobre posibles costos, tanto de inversión como de operación de las medidas respectivas. Estos criterios revelarían, posteriormente, algunas limitaciones del análisis, las que serán discutidas más adelante. De este modo, más de 100 medidas de mitigación, en los diversos sectores económico/productivos, fueron identificadas y analizadas, elaborándose para cada una de ellas un compendio de información sobre emisiones reducidas, costos asociados, condiciones de implementación, niveles de factibilidad estimados para su concreción, etc.

Pero las medidas de mitigación en sí mismas no bastaban. Se hacía necesario elaborar futuros posibles para el país, los cuales tuviesen alguna lógica detrás y pudiesen ser sometidos a evaluaciones para entender las consecuencias asociadas. De esta manera podíamos dar respuestas a las preguntas que consideraba el mandato original de MAPS Chile. A estos futuros posibles les llamamos "escenarios de mitigación". Este enfoque de escenarios de mitigación, basados en proyecciones futuras, y su correspondiente análisis, provenía en buena medida de la experiencia de Sudáfrica, con el proyecto *Long Term Mitigation Scenarios* realizado entre 2005 y 2008, que dio origen a los proyectos MAPS en Brasil, Colombia, Perú y Chile.

Así, el siguiente desafío era pasar desde medidas de mitigación –muy diversas y heterogéneas– a escenarios de mitigación que tuviesen consistencia, en términos de futuros posibles, y alguna lógica detrás. El concepto de "escenarios" que utilizamos en MAPS Chile tenía un claro énfasis pragmático, en cuanto a someter a prueba posibilidades reales de mitigación en el país, para entregar información relevante a quienes toman decisiones. Más que entregar un plan de acción detallado de lo que el país debería hacer en cuanto a mitigación, se exploraron opciones según los niveles de esfuerzo requerido para su implementación, organizadas de acuerdo a temas que se consideraban estratégicos en el marco de la discusión de políticas publicas en el país, de modo de entregar evidencia relevante en cuanto a mitigación.

¿Cómo poner de acuerdo a un grupo de más de 60 personas, de distintos sectores –público, privado, académicos, consultores y ONGs– en cuanto a qué escenarios construir? Esta pregunta la trabajamos arduamente dentro del equipo profesional de MAPS Chile. Finalmente, optamos por sugerir que se desarrollaran tres tipos de escenarios:

- Escenarios según el nivel de esfuerzo requerido para concretar medidas de mitigación. El "nivel de esfuerzo" lo entendimos como una combinación de costos, factibilidad de implementar las medidas correspondientes y nivel de reducción de emisiones. Así, las medidas con alto costo, poco potencial de mitigación y baja factibilidad de implementación pasaron a formar parte de un escenario de mitigación de alto esfuerzo. Del mismo modo, le dimos forma a un escenario de esfuerzo medio y otro de esfuerzo base. Este trabajo lo realizamos en conjunto con el Grupo de Construcción de Escenarios en base a toda la información detallada que entregaron los equipos consultores.

• Escenarios específicos: se tornó evidente que el criterio de nivel de esfuerzo no permitiría tener otras miradas relevantes en cuanto a la mitigación. Por ejemplo, resultaba importante tener escenarios que agrupasen las medidas de eficiencia energética, y/o las medidas de energías renovables no convencionales. Finalmente, se identificaron 5 escenarios específicos: i) eficiencia energética, ii) energías renovables convencionales, iii) energías renovables no convencionales, iv) energía nuclear, y un escenario denominado v) 80/20, que agrupara el mínimo de medidas que mitigaran el máximo posible.

• Escenarios determinados por el Comité Directivo (CD) de MAPS Chile. El CD de MAPS Chile tenía la prerrogativa de definir escenarios que le parecían particularmente relevantes. De este modo, el CD requirió un escenario que analizara exclusivamente un impuesto al carbono (distinto a lo que posteriormente se aprobaría en la reforma tributaria) y un escenario que consistía en modificar la Línea Base 2013-2030, al descontar medidas que el país ya había implementado entre 2007 y 2013.

El paso siguiente, de acuerdo a nuestro plan de trabajo, era realizar una evaluación de los efectos macroeconómicos asociados a los escenarios de mitigación, tal como lo requería el mandato del proyecto. Este era un tema particularmente sensible, toda vez que esta evaluación debía revelar lo que implican los escenarios de mitigación en el desempeño económico del país; en particular, sobre el crecimiento económico y el empleo. Luego de diversos análisis y discusiones con el Comité Directivo, especialmente con los representantes del Ministerio de Hacienda, se optó por contratar a un equipo consultor de Polonia (Instituto de Análisis Estructural, IBS, por sus siglas en inglés), expertos en el desarrollo y utilización de modelos dinámicos estocásticos de equilibrio general (DSGE, por sus siglas en inglés) aplicados a políticas de mitigación. Pese a la distancia, el trabajo con el equipo consultor polaco fluyó sin mayores problemas; de hecho en el transcurso del trabajo, se produjeron varias instancias de intercambio en las que los consultores vinieron al país y brindaron jornadas de capacitación (a los profesionales de MAPS y algunos ministerios interesados) y, por su parte, los economistas del proyecto visitaron directamente a los consultores para revisar y discutir avances.

En el análisis de los efectos macroeconómicos hubo un sinnúmero de discusiones técnicas y aprendizajes relevantes. El modelo macroeconómico DSGE consta de más de cuatro mil variables y requiere una considerable cantidad de información, tanto para su calibración, como para su ejecución. Por otra parte, el modelo utilizado entrega no solo resultados de variables macroeconómicas, como el producto interno bruto y el empleo, sino que también calcula emisiones totales de GEI para las condiciones modeladas. Todos estos resultados debieron ser exhaustivamente analizados, verificados y comparados, hasta asegurar la coherencia y precisión de los mismos. La gran ventaja de un modelo macroeconómico como el utilizado por MAPS Chile –vis a vis los modelos sectoriales desarrollados por los equipos consultores nacionales— es que permite tener una apreciación sobre los efectos totales en la economía, particularmente aquellos de más corto plazo, incluyendo las relaciones que se dan entre los sectores (en términos de insumos, capital, emisiones, etc.).

A este punto, cuando corría el 2014, se hacía claro que la Fase 3 del proyecto no podría centrarse solamente en discusión y difusión –como originalmente estaba planificado— y que sería necesario agregar otros elementos. En particular, la evaluación de otros impactos sobre las dimensiones de la sustentabilidad de las medidas y escenarios de mitigación que no había sido posible de ejecutar y quedaba pendiente.

Durante 2014, luego de la COP19 en Varsovia, aparece con fuerza un nuevo concepto en las negociaciones internacionales de cambio climático: las contribuciones tentativas nacionalmente determinadas (INDC, por sus siglas en inglés). Este concepto y el calendario que Naciones Unidas definió –para su eventual adopción en la COP21 en París– influyó en la estructura del trabajo de MAPS Chile. En definitiva, la información que el proyecto estaba generando, en términos de posibles medidas y escenarios de mitigación (con la estimación de sus eventuales efectos) se volvía particularmente útil para el proceso que el Gobierno de Chile comenzaría para la definición de su INDC durante el 2015. El trabajo del Gobierno de Chile en esta materia toma movimiento hacia fines de 2014, justo en el momento en que MAPS Chile presenta sus resultados de Fase 2.

El año 2014 estuvo marcado por un cambio de gobierno. La administración del Presidente Sebastián Piñera, con la que había comenzado el proyecto MAPS Chile, daba paso a una segunda administración de la Presidenta Michelle Bachelet. El proyecto se enfrentaba así a uno de sus grandes desafíos: pasar de ser un proyecto de gobierno a ser un proyecto de estado, que trabaja bajo dos administraciones de distinto color político. En la próxima sección se ahondará en este desafío.

RESULTADOS DE FASE 2

LÍNEA BASE DE EMISIONES 2013-2030 DE GEI DEL PAÍS

• ¿Qué es? ¿Qué utilidad tiene?

La Línea Base 2013-2030 persigue el mismo propósito que la Línea Base 2007-2030, con la diferencia que fue construida con información disponible más actualizada para analizar los esfuerzos de mitigación adicionales a partir de 2013. La Línea Base 2013 incluye todas las políticas y acciones tempranas implementadas a partir de 2007 y hasta el 2013 para reflejar los esfuerzos de mitigación implementados en el marco del compromiso voluntario de Chile. También incluyó la renovación tecnológica natural de cada sector. Se utilizaron varias tasas de crecimiento del PIB, lo que llevó a una amplia gama de escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero. El Grupo de Construcción de Escenarios y el Comité Directivo de MAPS Chile acordaron utilizar el escenario basado en el crecimiento medio del PIB como la Línea Base 2013. Como resultado, la Línea Base 2013 alcanzó 179 millones de toneladas de CO_{2eq} en el año 2030, con una tasa media de crecimiento del PIB de 4 por ciento y una tasa de crecimiento real del 3,3% en 2030. Las emisiones se duplicaron entre 2013 y 2030. Las razones detrás del crecimiento de las emisiones fueron principalmente el aumento en la generación de energía en base a carbón, el aumento de la demanda de electricidad impulsada por la actividad industrial, el aumento en el transporte privado de pasajeros, y una creciente demanda de cobre hasta 2030.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARA 7 SECTORES ECONÓMICO/ PRODUCTIVOS

• ¿Qué es?

En MAPS Chile se consideró una definición amplia de medida de mitigación, la que se entiende como una actividad que contribuye a la reducción de gases de efecto invernadero. Así las medidas de mitigación pueden ser un plan, política, proyecto, proyecto piloto, programa, regulación, subsidio, entre otras opciones, cuya implementación ocurre dentro de las fronteras del país.

La identificación de medidas de mitigación se realizó según los sectores económicos más relevantes en términos de emisiones del país, y se realizó un análisis para cada medida incluyendo los costos de inversión, operación y mantenimiento, ingresos, factibilidad técnica y el potencial de reducción de emisiones. MAPS Chile seleccionó siete sectores económicos para el análisis: la generación de electricidad; industria y la minería; consumos residenciales, comerciales y públicos; transporte; agropecuario; forestal; y residuos. Los modelos utilizados para evaluar las medidas incluyeron: modelos econométricos para los sectores transporte, comercial, residencial, público, industria y minería (este último implementado en LEAP), residuos antropogénicos (implementado en Analytica) , AFOLU (Fase 2), AGRILU, y modelos de optimización para el sector generación eléctrica (implementado en LEAP-WEAP). Se midieron las reducciones de emisiones respecto de la línea base de 2013 y se representaron a través de una curva de costo abatimiento. Se consideraron tres tasas de descuento: dos tasas de descuento sociales, 1 % y 3 %, y una tasa de descuento del sector privado del 10%. En total se analizaron 96 acciones de mitigación para el período 2013-2050. Sin embargo, los resultados se presentaron hasta 2030 solamente debido a los altos niveles de incertidumbre para el largo plazo.

Las medidas de mitigación se resumieron en cuadernillos (impresos) para cada sector analizado.

• ¿Qué utilidad tiene?

El trabajo de identificar medidas de mitigación con un enfoque desde abajo hacia arriba *(bottom-up)* y luego analizarlas generando información respecto de su factibilidad técnica y económica, permite proveer información relevante para el tomador de decisión y para el sector privado para la posterior implementación de medidas en el país. En este caso, se cuenta por primera vez en el país con una gama de opciones de mitigación en un formato estandarizado, que permite su comparabilidad.

ESCENARIOS DE MITIGACIÓN

• ¿Qué es?

Los escenarios de mitigación consisten en proyecciones, mediante el uso de modelos con determinados datos de entrada, que permiten representar el futuro socioeconómico y de emisiones del país.

En MAPS Chile, los escenarios de mitigación fueron construidos mediante el empaquetamiento coherente de medidas de mitigación individuales. Se utilizaron diversos criterios de empaquetamiento. El Grupo de Construcción de Escenarios propuso tres escenarios

definidos por los niveles de esfuerzo: Esfuerzo Base, Medio y Alto. Los niveles de esfuerzo tenían relación con los costos, potencial de mitigación y la viabilidad de desarrollar las acciones. Los miembros del Grupo de Construcción de Escenarios clasificarían una acción con alto costo de abatimiento y baja factibilidad de implementación, por ejemplo, en el escenario de esfuerzo alto.

Las medidas de mitigación también se empaquetaron en cinco escenarios temáticos de mitigación: eficiencia energética; energías renovables no convencionales; energías renovables; energía nuclear; y 80/20. El escenario energías renovables no convencionales incluyó solar, geotérmica, eólica, biomasa y pequeñas hidroeléctricas. Energías renovables se complementó con grandes centrales hidroeléctricas. El escenario de energía nuclear incorporó dicha energía a partir del 2030. El escenario 80/20 combina un grupo limitado de acciones que, en total, tenían un alto potencial de mitigación. Por último, el Comité Directivo propuso un escenario sobre el impuesto al carbono.

• ¿Qué utilidad tiene?

La comparación entre un escenario de mitigación y un escenario de línea base, permite revelar la cantidad de emisiones evitadas durante un período de tiempo. Asimismo, un escenario de mitigación proporciona información detallada sobre la trayectoria que el país puede seguir para lograr un determinado objetivo de mitigación.

En el caso de MAPS Chile, la construcción de diversos escenarios de mitigación permitió presentar una serie de opciones a los tomadores de decisión, para que pudieran evaluar y seleccionar el escenario que en su conjunto representara la posición de consenso entre los diferentes sectores.

EFECTOS MACROECONÓMICOS ASOCIADOS A LOS ESCENARIOS DE MITIGACIÓN

• ¿Qué son? ¿Qué utilidad tienen?

Un modelo macroeconómico consiste en un modelo que permite simular el impacto de la implementación de escenarios de mitigación sobre diversas variables, entre otras: el producto interno bruto (PIB), tanto en nivel como en crecimiento, y sus componentes (inversión, consumo, exportaciones netas, consumo público); valor agregado total y sectorial; emisiones de CO_2; empleo y salarios; balance fiscal; tipo de cambio real, exportaciones e importaciones, etc.

En MAPS Chile se utilizó MEMO II que es un modelo de equilibrio general dinámico y estocástico (DSGE) multisectorial de gran escala, desarrollado con el propósito de la evaluar políticas de reducción de CO_2. En particular, el modelo fue construido para proyectar las emisiones de gases de efecto invernadero y las variables macroeconómicas para Chile a nivel nacional para el Escenario de Línea Base 2013 (LB2013) evaluados durante el proyecto. La estructura del modelo es la de una economía pequeña y abierta dividida en tres grandes bloques: los hogares, las firmas y el gobierno. Estos bloques están interconectados en tres mercados distintos: el mercado del trabajo, el del capital y el de los bienes.

El análisis de los efectos macroeconómicos de la mitigación en el país era clave para informar a los tomadores de decisión en el país, particularmente al Ministerio de Hacienda, ya que previo a su desarrollo no se contaba con un modelo de estas características en el país.

6. ACOMODANDO LA CARGA Y AJUSTANDO LOS PLANES - FASE 3

El 2014 comienza con un cambio importante, el cambio de gobierno. El equipo ejecutivo del proyecto sabía que no resultaba trivial que un proyecto que comenzó con una administración de gobierno pudiera seguir sin contratiempos en una nueva administración. Más aun cuando el proyecto es de carácter estratégico –al abordar temas internacionales y nacionales— y es dirigido por un comité interministerial de personas que en principio podrían cambiar.

Para abordar este desafío, desde el 2013 se inició la planificación de esta transición, que incluía una estrategia que en esencia buscaba informar y sensibilizar sobre la importancia del proyecto tanto al gobierno saliente, como al posible gobierno entrante. Los contactos informales comenzaron con los equipos programáticos de los candidatos a la presidencia. Luego de las elecciones, los contactos continuaron con el equipo de la presidenta ya electa. Aparte de los contactos informales, previos al cambio de administración, se hicieron esfuerzos por poner en breves documentos todo lo relativo al proyecto y su estado de avance para facilitar su difusión.

El hecho que el país es pequeño y las personas que trabajan en temas tan específicos como el cambio climático y su mitigación son relativamente pocas, jugó bastante a favor de la continuidad del trabajo de MAPS Chile. En efecto, con el cambio de administración se produjeron una serie de cambios de roles entre las mismas personas que ya, de distintas maneras, participaban en el proyecto. Varias personas que ya eran parte de MAPS, como consultores o como miembros del Grupo de Construcción de Escenarios, pasaron a ser parte del sector público. Por otra parte, algunos funcionarios públicos de la administración saliente pasaron a participar en sus capacidades personales en MAPS Chile.

Un proyecto como MAPS Chile que busca integrar diferentes sectores y confluir en una mirada en el largo plazo enfrenta importantes desafíos políticos y administrativos en su desarrollo que deben ser considerados, especialmente en países como el nuestro, en que no existe una amplia tradición de planificación o evaluación en el largo plazo, ni instituciones que asuman esta tarea. De este modo, un desafío importante fue plantearse desde el inicio como un proyecto de estado que, frente a un cambio de administración, es capaz de comunicar y sensibilizar a las autoridades entrantes del trabajo realizado y de sus proyecciones y utilidad en el futuro. Esto resulta particularmente complejo toda vez que la administración entrante usualmente traerá su propia agenda de trabajo, la cual no siempre estará alineada con lo que viene realizando la administración previa. Este desafío es particularmente delicado cuando un proyecto de esta naturaleza entrega insumos para decisiones ulteriores que incidirán tanto nacional como internacionalmente.

Adicionalmente a este cambio importante de contexto –el cambio de Gobierno– el proyecto tuvo que abordar, a este punto, la definición de una tercera fase de trabajo, lo que suponía una extensión del plazo original hasta fines de 2015. Habían ya varios elementos claros que fundamentaban la necesidad de extender el trabajo:

• Los retrasos asociados a los procesos de licitación, coordinación y desarrollo del trabajo sectorial; habíamos subestimado los plazos asociados, lo que impedía terminar según el cronograma original y, si bien los resultados de Fase 2 se entregaron a tiempo para el trabajo gubernamental de definición del INDC del país, se hacía necesario considerar revisiones y refinamientos al trabajo realizado.

• La evaluación estratégica que, a este punto, y luego del trabajo de un consultor especialista en estos temas para la definición de una metodología apropiada, habíamos denominado evaluación de co-beneficios, no había podido ser desarrollada y requería tiempo adicional para su desarrollo.

• El análisis desarrollado en Fase 2, mediante medidas y escenarios de mitigación había demostrado una serie de bondades, así como algunas limitaciones. Respecto de esto último, los resultados mostraban que aún con la eventual implementación de los escenarios de mitigación más ambiciosos en términos de reducción de emisiones, éstas no disminuían drásticamente en el tiempo. Por otra parte, y tal como fue señalado en su momento por miembros del Grupo de Construcción de Escenarios, los requerimientos de modelación –en particular, la necesidad de conocer y calcular costos de inversión y de operación de las medidas– suponía una limitación importante en el espectro de medidas que pudieran considerarse. Es decir, el análisis cuantitativo con su énfasis proyectivo, de alguna manera, limitaba el rango de medidas de mitigación a integrar; por lo que se hacía necesario abrir el análisis a otras medidas de mitigación que, en particular, representaran una visión de más largo plazo.

Un desafío adicional apareció en este momento (inicios de 2014). El Ministerio de Energía –las nuevas autoridades entrantes– echaron a andar un proyecto que tocaba materias muy similares a las de MAPS, relacionadas con mitigación, pero desde la perspectiva de los desafíos de la política energética, e invitaba a actores que eran parte del proyecto a ser parte de un proceso participativo denominado "Energía 2050". Esto, al comienzo, representaba en cierta medida la amenaza de traslapar temas relevantes (energía y cambio climático) y fatigar a los actores que serían parte de ambas iniciativas. Ambos proyectos tuvieron desde el principio un espíritu muy constructivo y, luego de diversas conversaciones y coordinaciones, podemos decir que se trató de iniciativas complementarias que pudieron aprovechar sinergias. En particular, Energía 2050 contó con toda la base de información generada a ese punto por MAPS Chile e incluso varios de los profesionales del equipo de MAPS Chile contribuyeron en este proyecto del Ministerio de Energía. Al mismo tiempo, el componente de mitigación de largo plazo de MAPS Fase 3 miró con atención las líneas de acción y metas que fueron parte de las definiciones de Energía 2050. Adicionalmente, ambas iniciativas unieron esfuerzos para organizar y realizar una serie de paneles de discusión durante tres días (abril 2015), con la participación de 10 expertos internacionales con el fin de discutir sobre el estado del arte sobre energía y cambio climático en los diversos sectores productivos relevantes del país.

7. LA TERCERA Y ÚLTIMA PARADA - RESULTADOS DE FASE 3

Luego de innumerables discusiones internas y de deliberaciones con el Comité Directivo, la Fase 3 del proyecto comenzó a tomar forma hacia fines de 2014. Esta fase ameritó, incluso, una readecuación del equipo profesional. Al equipo original que, con la excepción de una socióloga, estaba compuesto principalmente por ingenieros y economistas, se agregaron dos profesionales de ámbitos sociales y con experiencias en análisis de carácter más cualitativo. Esto, en sí mismo, fue un cambio importante que hizo necesario compatibilizar lenguajes y enfoques al interior del equipo del proyecto.

El programa de trabajo para la tercera y última fase de MAPS Chile quedó estructurado en torno a:

• Refinamientos al trabajo realizado durante la Fase 2. Esto incluyó diversas revisiones e iteraciones, sobre los resultados ya obtenidos que fueron solicitadas por el Comité Directivo del proyecto. Estas revisiones y refinamientos estuvieron en buena medida orientadas a responder preguntas que el Gobierno de Chile –la mesa de trabajo conformada para el diseño del INDC que, cabe mencionar, estaba compuesta en gran parte por los mismos profesionales que eran parte del Comité Directivo de MAPS— se hacía.

• Análisis de co-impactos: la evaluación estratégica, que luego denominamos evaluación de co-beneficios, finalmente quedó definida como un "análisis de co-impactos". Esto obedeció a que, a lo largo del trabajo, se estableció que el análisis de los posibles efectos asociados a las medidas de mitigación era un producto con el cual podíamos agregar valor para quienes toman decisiones sobre mitigación. Es decir, la idea era que quien tome decisiones pudiese contar con información que, ante la eventual implementación de medidas de mitigación, pueda ser valiosa para maximizar efectos positivos y minimizar efectos negativos asociados a las medidas desde la perspectiva de la sustentabilidad. Estos efectos, tanto positivos como negativos, los denominamos "co-impactos". En definitiva, el trabajo de Fase 3 consideró la selección de 11 medidas de mitigación –era imposible cubrir todas las medidas analizadas en Fase 2– y el análisis preliminar, mediante paneles de expertos, de los posibles co-impactos.

• Mitigación en el largo plazo: el objetivo de este componente era complementar el análisis de medidas de mitigación realizado en Fase 2 con otras opciones relevantes que permitiesen: i) aumentar la reducción de emisiones, especialmente en el largo plazo, y ii) relajar las restricciones propias de la modelación para considerar opciones y medidas de mitigación emergentes, para las cuales tal vez no existe actualmente demasiada información.

• Análisis de políticas públicas: dos preguntas que comenzaron a surgir fuertemente entre varios de los participantes en el proyecto tenían relación con: i) la posibilidad real de implementación de las medidas y ii) la relación entre las medidas de mitigación y las políticas sectoriales relevantes. En discusiones con el Comité Directivo se acordó centrar el trabajo en el sector transporte sobre el análisis de factibilidad de implementación de las medidas y la gene-

ración de información que permitiera integrar medidas de mitigación de MAPS dentro del plan de Descontaminación de Santiago en la Región Metropolitana.

La definición del enfoque a seguir para el componente de "mitigación en el largo plazo" merece una mención especial. Deberíamos decir que el equipo profesional experimentó un revés importante –el único significativo durante todo el proyecto— en términos de un rechazo de algunos miembros del Grupo de Construcción de Visión (llamado Grupo de Construcción de Escenarios durante las primeras dos fases de MAPS Chile) y del Comité Directivo del proyecto a la metodología que proponíamos seguir. Hacia fines de 2014 y comienzos de 2015, el equipo profesional del proyecto propuso una metodología para abordar este componente, la cual se sustentaba en buena medida en la definición de una visión de largo plazo (post 2050) y una meta concreta de emisiones netas, coherente con los caminos requeridos por la ciencia, para articular una evaluación que identificara estrategias y brechas que unieran ese futuro deseado con el presente. La reacción del Comité Directivo y también de algunos miembros del Grupo de Construcción de Visión fue contraria a esta propuesta metodológica, en particular a la definición de una meta, más aún si esta se podía calificar como ambiciosa, de mitigación en el largo plazo (ej: cero emisiones netas hacia el 2050), ya que ésta podría generar un mensaje distorsionado hacia el público en general: diversas audiencias podrían mal interpretar la existencia de esta meta y pasar a considerarla como un objetivo necesario de perseguir y demandar desde el ámbito político. A lo anterior se sumó el argumento de la frontera de competencia del proyecto, que desbordaba la capacidad de análisis del Grupo de Construcción de Visión, debido a que requeriría un cambio integral del país.

Mirado en retrospectiva, es muy posible que los distintos actores –Grupo de Construcción de Visión y Comité Directivo— percibieron la definición de una meta ambiciosa de mitigación como una imposición y una pérdida en la perspectiva original del proyecto que buscaba generar evidencia para alimentar la toma de decisiones a partir de la generación de escenarios, donde la selección de alternativas quedaba siempre en manos de los tomadores de decisión del sector público y/o privado. Por otra parte, cabe destacar que este elemento de "mitigación en el largo plazo" no era parte explícita del mandato del proyecto, el cual apuntaba a estudiar opciones de mitigación eficientes, efectivas y factibles para el país. Se trata de una situación no menor en un proyecto para el cual el mandato era determinante. Por último, cabe reflexionar si no nos cupo, al equipo profesional del proyecto, una cuota de responsabilidad en este revés. La complejidad de la tarea que enfrentábamos y nuestro propio entusiasmo nos llevó a trabajar afanosamente –y abordando importantes diferencias internas– por más de dos meses en la definición de la metodología de retroproyección, y sin mayores intercambios con los demás actores. Es posible que si los demás actores, especialmente el Comité Directivo del proyecto, hubiesen sido involucrados en la definición de la metodología, con clara conciencia de los objetivos perseguidos y las alternativas disponibles, los resultados hubiesen sido distintos. Si bien se podría haber explorado una meta menos ambiciosa para seguir adelante con la metodología –que en esencia proponía un enfoque de "retroproyección" o *backcasting* que complementaría el enfoque de "proyección" o *forecasting* utilizado en las dos primeras fases del proyecto– a esas alturas resultaba difícil persistir por este camino.

Dicho esto, el enfoque metodológico del componente de mitigación en el largo plazo, luego del planteamiento contrario a la existencia de una visión con una meta concreta y ambiciosa, fue modificado a uno que, si bien buscó definir a priori

elementos de visiones de futuro, se concentró en profundizar la exploración de opciones de mitigación que ya se venía haciendo en la fase anterior, aunque ahora con más grados de libertad, en cuanto a las medidas y opciones a considerar. Este enfoque no presentó problemas y fue el que finalmente fue adoptado.

Por último, es importante reflexionar sobre el proceso de participación de actores y el nivel de fidelidad que mantuvieron con el proyecto. Al respecto, observamos que el nivel de compromiso y participación de actores, incluidos aquí no solo el Grupo de Construcción de Visión, sino también el propio Comité Directivo de MAPS Chile, tendió a disminuir –aunque no considerablemente– en la medida que los aspectos más contingentes, asociados a la definición del INDC, eran zanjados y finalizados. En particular, la Fase 3 del proyecto, la cual ya no resultaba determinante para la definición del INDC, vio una cierta disminución de la participación de los diversos actores, aun reconociendo un alto nivel de fidelidad con un proyecto que enteró 4 años de duración.

Por último, a fines del 2013, el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático inició la publicación de su Quinto Informe de Evaluación. Dicho informe presentó nueva evidencia científica física que resultó en nuevas trayectorias globales de emisiones para dar cumplimiento a un aumento de temperatura de no más de 2°C por sobre los niveles preindustriales. Así, el escenario global requerido por la ciencia (escenario RCP 2.6) reportado en Quinto Informe del IPCC (AR5) es más exigente que el escenario global requerido por la ciencia reportado en el Cuarto Informe del IPCC (AR4), en lo que a emisiones globales de gases de efecto invernadero se refiere.

A la fecha de desarrollo de la Fase 1 de MAPS Chile no se contaba con el Quinto Informe del IPCC, por lo que se trabajó con el escenario B1 del Cuarto Informe del IPCC. Sin embargo, al ser publicado el Quinto Informe, durante la Fase 3 se actualizó el dominio requerido por la ciencia de Chile a partir del nuevo escenario requerido por la ciencia global (escenario RCP 2.6). Para realizar la distribución de responsabilidad por país se utilizaron los mismos criterios de equidad utilizados en la Fase 1. Los resultados indican que el rango de emisiones del dominio requerido por la ciencia para Chile varía entre 14 y 42 millones de toneladas de CO_2 al año 2050. Esto es, considerando los tres criterios de equidad analizados en Fase 1, el análisis no exigiría neutralidad de emisiones para Chile en el año 2050. Por otro lado, independiente del criterio de equidad, Chile debería alcanzar la neutralidad de emisiones en el año 2090. Por último, el máximo de emisiones de Chile debería ocurrir en el año 2020, con un rango entre 32 y 100 millones de toneladas de CO_2.

RESULTADOS DE FASE 3

ANÁLISIS DE CO-IMPACTOS DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN SELECCIONADAS

• ¿Qué es?

Los esfuerzos que se realicen para la mitigación de las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) –en términos de la implementación de acciones o medidas de mitigación– seguramente dependerán no solo de costos y niveles de reducción de emisiones, sino también de otros efectos –positivos y negativos– que las medidas puedan

tener sobre el desarrollo sustentable del país. Estos efectos positivos y negativos son los llamados "co-impactos".

MAPS Chile ha realizado un esfuerzo de identificación y análisis *preliminar* de los co-impactos relevantes de medidas de mitigación seleccionadas.

• ¿Qué utilidad tiene?

El propósito de este ejercicio es entregar información complementaria a los tomadores de decisiones –adicional a los resultados de Fase 2 sobre emisiones y costos asociados— para la eventual implementación de medidas de mitigación en el país.

MITIGACIÓN EN EL LARGO PLAZO

• ¿Qué es?

El objetivo de este trabajo fue explorar escenarios de mitigación de largo plazo para un futuro bajo en carbono para Chile. La motivación principal era complementar el trabajo realizado en la Fase 2 donde se analizaron más de 96 medidas de mitigación, sin embargo las reducciones de emisiones proyectadas para los distintos escenarios no convergían hacia la trayectoria definida por el Escenario Requerido por la Ciencia a nivel nacional. Recordando, este escenario tiene como objetivo definir una trayectoria de emisiones a nivel nacional coherente con la trayectoria global de emisiones para la estabilización del incremento de temperatura global en un máximo de 2°C.

El análisis de la mitigación en el largo plazo incluyó la identificación de elementos de visión para cada uno de los sectores en un horizonte de tiempo comprendido entre los años 2030-2050. Los elementos de visión fueron identificados a partir de las reuniones con el Grupo Construcción de Visión, elementos identificados en los paneles tecnológicos y tendencias organizados en abril de 2015, y partir de la información levantada por el equipo de investigación del proyecto MAPS Chile.

• ¿Qué utilidad tiene?

Las proyecciones realizadas a partir de los datos del último Informe de IPCC (AR5) muestran que las emisiones nacionales deberían ser inferiores a 55 millones de t CO_2 al año 2050. Actualmente las emisiones a nivel nacional superan las 80 millones de t CO_2, por tanto, si el Escenario Requerido por la Ciencia fuera la referencia para la definición de un "desarrollo bajo en carbono", el desafío para el país será enorme. Así, el presente resultado permite dar luces a los tomadores de decisión de las acciones que debiera tomar el país para alcanzar un desarrollo bajo en carbono en el largo plazo.

ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

• ¿Qué es?

La dimensión de políticas públicas de la Fase 3 de MAPS Chile tenía por objetivo proveer de recomendaciones de políticas públicas en el sector transporte para avanzar hacia la implementación de

medidas de mitigación; incorporar medidas de mitigación de la Fase 2 de MAPS en el Plan de Descontaminación de la Región Metropolitana; y servir de puente entre la evidencia técnica resultante del proceso MAPS Chile y la política climática nacional.

• ¿Qué utilidad tiene?

Se podría decir que el vínculo entre procesos como MAPS Chile y el diseño de políticas públicas y privadas es evidente. Sin embargo, el diseño de las políticas requiere procesos aún más detallados y orientados a la aplicación, por tanto se requieren conocimientos específicos sobre la implementación de instrumentos en cada uno de los sectores relevantes de la economía. MAPS Chile ha generado información valiosa y estandarizada para el diseño de acciones orientadas a la mitigación de gases de efecto invernadero y en esta fase buscó entregar una segunda capa de información en dos ámbitos específicos, el sector transporte y el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana para acercar la evidencia generada en la Fase 2 a la implementación.

8. OTROS RESULTADOS DE ESTE VIAJE

Este viaje de 4 años tuvo numerosos resultados adicionales a los mencionados hasta aquí. El recuadro que sigue presenta los productos, adicionales a los detallados anteriormente y que fueron elaborados en esta última etapa de trabajo.

OTROS RESULTADOS DE MAPS CHILE

EFECTOS DISTRIBUTIVOS

• ¿Qué son?

La implementación de medidas de mitigación puede afectar la distribución del ingreso de una economía por diferentes vías: a) cambios en la dotación de factores productivos disponibles; b) cambios en la distribución de dichos factores productivos entre los individuos; o c) cambios en el pago o retorno a estos factores. Si bien el efecto de implementar una medida individual puede ser marginal, la puesta en marcha de un conjunto de ellas podría potencialmente generar efectos distributivos.

• ¿Qué utilidad tiene?

El análisis realizado por MAPS Chile permite dar luces sobre los potenciales efectos distributivos de los escenarios Alto, Medio

y 80/20 desarrollados en la Fase 2. Este trabajo no busca realizar una estimación puntual, sino que identificar las direcciones de los posibles impactos distributivos de la implementación de estos tres escenarios. Para ello se realizó un análisis descriptivo de los datos obtenidos de la encuesta CASEN 2013 sobre aspectos distributivos y se desarrolló un modelo distributivo para simular los escenarios.

ANÁLISIS DE LOS COSTOS DE LA MITIGACIÓN

• ¿Qué es?

Una preocupación común en el análisis de medidas de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero son los costos asociados a su desarrollo e implementación. Este resultado entrega un resumen del análisis de costos que ha realizado el proyecto MAPS Chile, profundiza en el ejercicio realizado, explicita los escenarios simulados y presenta el enfoque y la metodología llevada a cabo. De esta forma, se busca contribuir con evidencia sobre los costos estimados de la mitigación en el país y el alcance de los mismos.

• ¿Qué utilidad tiene?

La información generada por el equipo MAPS Chile –a partir del estudio realizado por investigadores y expertos sectoriales que, con su juicio, permitieron afinar y robustecer la modelación – constituye evidencia para apoyar la toma de decisiones de política pública.

Los escenarios de mitigación de MAPS Chile entregan una indicación de los potenciales de abatimiento de gases de efecto invernadero, sus costos y los impactos macroeconómicos para el país, en términos del impacto sobre el PIB y el empleo.

MAPS JÓVENES

• ¿Qué es?

Durante los primeros 3 años del proyecto MAPS Chile, varios miembros del Grupo de Construcción de Escenarios plantearon la necesidad de acercar los resultados del proyecto a los jóvenes y la relevancia de educar a los jóvenes de nuestro país sobre las causas e impactos del cambio climático. Esto, sumado al interés del donante *Children´s Investment Fund Foundation*, da origen a la iniciativa *MAPS Youth*, que consiste en aprovechar la fuerza creativa de los jóvenes para pensar otros futuros posibles y proponer soluciones innovadoras para responder a los desafíos de la mitigación al cambio climático.

MAPS junto a LOF[3] construyeron un proceso para capacitar y fortalecer las capacidades de los profesores y jóvenes que reúne: entretenimiento, conceptos científicos en torno al cambio climático, indagación científica, y desarrollo de habilidades ciudadanas. El proceso articula a los jóvenes con las escuelas y docentes, mediante un método de investigación-acción comunitaria apoyado en herramientas didácticas para la enseñanza. Este proceso se implementó durante el 2015 en 3 países: Chile, Colombia y Perú, llegando a 30 escuelas, 49 docentes y 309 estudiantes. El proceso se desarrolla en cuatro etapas: conformación de equipos, capacitación docente, construcción de escenarios futuros con jóvenes, y proceso de investigación-acción en escuelas.

[3] www.lofsur.cl.

• ¿Qué utilidad tiene?

La metodología permitió desarrollar habilidades y competencias en los jóvenes para construir medidas de mitigación, generar consciencia en los profesores y alumnos que son agentes de cambio, y darle un nuevo sentido a la enseñanza pedagógica en los profesores, donde el conocimiento se construye en conjunto con los jóvenes.

CAPACITACIÓN

En dos ocasiones, 2013 y 2014, se realizaron jornadas de capacitación sobre el modelo MEMO, de modelación macroeconómica de medidas de mitigación del cambio climático. Las jornadas de capacitación, realizadas en el Ministerio de Hacienda, fueron lideradas por el equipo de consultores de IBS (Polonia), quienes viajaron al país. Participaron profesionales de los ministerios de Hacienda, Energía, Medio Ambiente y Minería, así como especialistas del equipo de MAPS Chile.

TESISTAS Y TRABAJOS CON ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN SUPERIOR

Estudiantes de pre y post grado realizaron sus tesis de grado en temáticas relacionadas con MAPS Chile, y en directa coordinación con profesionales del proyecto. Ejemplos de las temáticas cubiertas incluyeron: el proceso participativo de MAPS Chile, el análisis de la incertidumbre en la modelación y el desarrollo de la herramienta de visualización. Adicionalmente, hacia el final de la primera fase del proyecto, se desarrolló un concurso –abierto a cualquier estudiante de educación superior— para identificar y premiar medidas de mitigación del cambio climático que fueran innovadoras.

HERRAMIENTA DE VISUALIZACIÓN

Se desarrolló una página web donde es posible visualizar en forma interactiva y gráfica los principales resultados de la Fase 2 del proyecto. Entre los resultados que se pueden visualizar destacan: proyección de emisiones de gases de efecto invernadero para los distintos escenarios de mitigación evaluados, con las medidas de mitigación incluidas en cada uno de estos, y una versión online de las fichas descriptivas de las 96 medidas de mitigación evaluadas con sus principales indicadores (potencial de abatimiento, costo de abatimiento, etc.). La página web se encuentra disponible en el sitio visualizacion.mapschile.cl.

COLABORACIÓN SUR-SUR

Durante los últimos cinco años, los diferentes equipos en Brasil, Chile, Colombia, Perú y Sudáfrica han estado colaborando continuamente entre sí. La colaboración se llevó a cabo de muchas maneras, y con diferentes propósitos: desde la asistencia técnica pura hasta la reflexión y espacios de pensamiento abstracto. Hubo colaboración entre facilitadores e investigadores, con intercambios de buenas prácticas, e intercambio de conocimiento.

La columna vertebral de la colaboración se estructuró en torno a un "programa de talleres", donde se aprendió de los últimos desarrollos, se anticipó a la siguiente serie de desafíos, y se experimentó con posibles enfoques para la resolución de problemas. Un total de 20 talleres se llevaron a cabo, repartidos equitativamente entre los cinco países, incluyendo Sudáfrica. Se comenzó con talleres generales para los equipos de base y se movió gradualmente a espacios más temáticos y especializados.

ACTIVIDADES DE DIFUSIÓN

El proyecto incluyó un sinnúmero de actividades de difusión, tanto nacionales como internacionales.

PUBLICACIONES CIENTÍFICAS INDEXADAS

Adicionalmente al conjunto de documentos disponibles en el sitio MAPS Chile, el proceso ha permitido generar las siguientes publicaciones indexadas ISI:

- Winkler H., Delgado R., Pereira A., Vasquez T., Willis W., R. Palma-Behnke, Salazar A., and Moyo A.: *"Informating a developmental approach to mitigation: Linking sectoral and economy-wide models for Brazil, Chile, Colombia, Peru and South Africa"*, 15-CDEV613-RA. R1, Climate and Development, 2016 (aceptada).

- C. Benavides, L. Gonzales, M. Diaz, R. Fuentes, G. García, R. Palma-Behnke, C. Ravizza: *"The Impact of a Carbon Tax on the Chilean Electricity Generation Sector"*, Energies, 8(4):2674-2700, 2015.

- H. Rudnick, R. Palma-Behnke, A. Rudnick, C. Benavides: *"Restless Waters: Fossil Fuel Emissions Conditioning a Reduction in Hydroelectric Resources in Chile"*, IEEE Power and Energy Magazine, Volume: 12, Issue: 5, pp: 50-60, 2014.

- J. A. Garibaldi, H. Winkler, E. Lebre la Rovere, A. Cadena, R. Palma, J. E. Sanhueza, E. Tyler, M.Torres Gaunfaus: *"Comparative analysis of five case studies: commonalities and differences in approaches to mitigation actions in five developing countries"*, Climate and Development, (http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17565529.2013.812031#.Ui9r2xtWym4), 2013.

Asimismo, al momento de escribir este documento, se encuentra una publicación en evaluación en la temática de *"Potential of adaptation-mitigation integration from a policy perspective"* (M. Montedonico et al, *Climate and Development)* y dos en preparación en el área de medidas de mitigación y procesos participativos (C. Benavides et. al).

8. EPÍLOGO

Al llegar al final de MAPS Chile, es útil revisitar las preguntas del mandato original del proyecto –firmado por 6 ministros de Estado en enero 2012— y reflexionar brevemente sobre el nivel de cumplimiento de cada una.

LAS PREGUNTAS DEL MANDATO, FIRMADO POR 6 MINISTROS DE ESTADO EN ENERO 2012

1. ¿Cuáles son las opciones de mitigación más efectivas y eficientes para cumplir con los compromisos internacionales sobre cambio climático? Entre ellas, ¿cuáles son las más factibles y favorables de implementar?

Los resultados de Fase 2 de MAPS Chile identifican y analizan cerca de 100 opciones de mitigación para el país para los siete sectores de la economía del país más relevantes en emisiones de GEI. Los resultados incluyen información –en la forma de fichas para cada medida de mitigación— de la reducción potencial de emisiones, los costos (de inversión y operación), y la factibilidad de implementación, entre otros aspectos.

Adicionalmente, las medidas de mitigación se presentan empaquetadas en escenarios de mitigación que dan cuenta de sus niveles de factibilidad y potencial de abatimiento.

Fase 3 de MAPS Chile explora opciones de mitigación para el país que amplían y complementan el cerca de centenar de medidas estudiadas en Fase 2.

Durante Fase 3 del proyecto se realizó un análisis de co-impactos de algunas medidas seleccionadas. Este análisis agrega información valiosa a ser considerada en la fase de implementación.

El componente de políticas públicas analizó en detalle aspectos críticos en la implementación de las medidas evaluadas en Fase 2 para el sector transporte, identificando condiciones habilitantes, fases de implementación, brechas y propuestas orientadas a facilitar la puesta en marcha de las medidas.

La evaluación de medidas de mitigación para ser parte del Plan de Descontaminación de Santiago, identificó alternativas de políticas sinérgicas en el cumplimiento de objetivos de disminución de los contaminantes locales y globales en el país.

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 asegure su competitividad internacional?

Para responder esta pregunta, se realizó una evaluación a partir de un modelo de equilibrio general. Las medidas de mitigación fueron agrupadas en escenarios de mitigación. Estos escenarios fueron sometidos a análisis tanto sectorial como nacional. En el primer

caso se analizan los costos y emisiones desde un enfoque de equilibrio parcial y en el segundo mediante un modelo de equilibrio general. Los resultados de la modelación están contenidos en la Fase 2 de MAPS Chile e incluyen, entre otros, estimaciones de los efectos de la implementación de los escenarios efectos sobre el crecimiento económico y el nivel de empleo.

Adicionalmente, durante la Fase 3 del proyecto se realizó un análisis de los posibles impactos distributivos de algunos escenarios seleccionados.

3. ¿Cuáles son los vínculos claves entre las opciones de mitigación y adaptación en el país?

MAPS Chile se concentró en la dimensión de mitigación del cambio climático; lo abordado en relación a adaptación fue limitado a la oferta hídrica en el largo plazo y sus efectos sobre la generación hidroeléctrica.

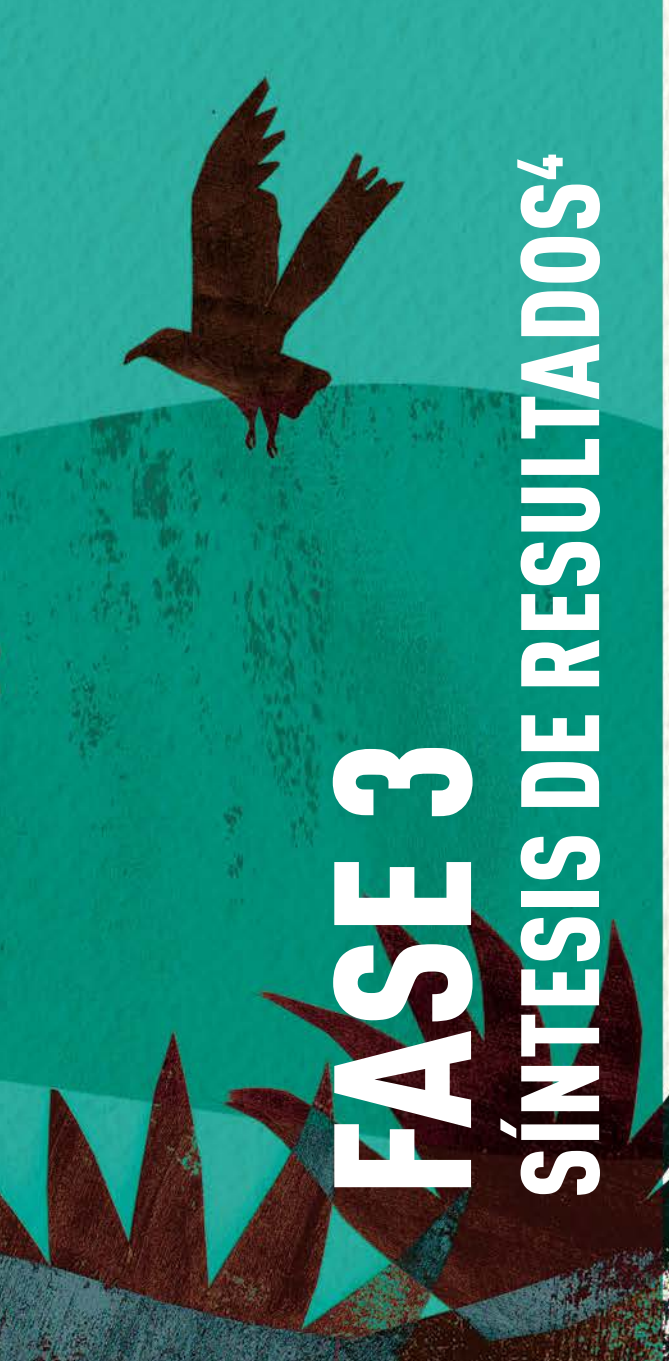
Adicionalmente, el proyecto lideró el análisis –que posteriormente se tradujo en una publicación científica— de la relación entre adaptación y mitigación en el sector uso de suelo en Chile y otros países de la región.

Por último, en el análisis de co-impactos, realizado en la última fase del proyecto, se incluyeron co-impactos de las medidas de mitigación que pudieran tener relación con la adaptación al cambio climático.

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?

Si bien el proyecto se centró en el análisis de las medidas y escenarios y no en la implementación, una lectura atenta de las diversas medidas de mitigación –y de los escenarios de mitigación— entrega un conjunto bastante amplio de opciones en cuanto a políticas e instrumentos para la mitigación en el país.

Adicionalmente, durante la Fase 3, se profundizó en el análisis de la mitigación en el sector transporte. Este trabajo permite tener un acercamiento directo a cómo las medidas de mitigación pueden interactuar con otras políticas sectoriales, así como a su factibilidad real de implementación.



FASE 3
SÍNTESIS DE RESULTADOS[4]

10. PROCESO LLEVADO A CABO

MAPS Chile se ha destacado, entre otras cosas, por la participación de numerosos y diversos actores relevantes en la provisión de información, el análisis, y la elaboración y revisión de los estudios respectivos. Esto resulta relevante especialmente cuando se trata de temas complejos, sensibles y que buscan generar cambios importantes en la sociedad.

Las Fases 1 y 2 del proyecto (2012-2014) han sido insumos principales para la determinación de la contribución nacional tentativa del país ante Naciones Unidas (INDC, por sus siglas en inglés). Es decir, se ha tratado de temas de alta sensibilidad y, por lo mismo, el proceso participativo de MAPS Chile buscó en todo momento contar con el máximo de participación y escrutinio de diversos actores relevantes, desde los equipos consultores, los Grupos Técnicos de Trabajo (sectoriales), el Grupo de Construcción de Escenarios, hasta el Comité Directivo del proyecto. Esta participación y escrutinio se ha dado con énfasis en la definición de enfoques y parámetros de modelación relevantes, entre otros aspectos; y ha continuado durante el proyecto en la forma de revisión de resultados preliminares y finales.

La Fase 3 del proyecto (2015) ha buscado completar el análisis realizado en las fases anteriores, incluyendo aspectos que contribuyen a una mirada más amplia y de mayor horizonte de tiempo sobre la mitigación en Chile. En esencia esta última fase ha incluido las siguientes dimensiones de trabajo:

- una revisión y refinamiento de resultados de la Fase 2 (por ejemplo, en la forma de análisis de sensibilidad de resultados previos);
- un análisis de los posibles co-impactos de algunas medidas de mitigación seleccionadas (de Fase 2);

[4] Esta sección ha sido elaborada por el equipo de MAPS Chile; tanto el Comité Directivo como el Grupo de Construcción de Visión han podido revisar versiones preliminares y hacer comentarios y notas de reserva cuando lo consideren pertinente.

• una identificación y análisis de otras opciones de mitigación, que complementan las casi 100 medidas de mitigación de Fase 2;
• y un estudio preliminar sobre la relación entre las medidas de mitigación en el sector transporte (Fase 2) y algunas políticas públicas sectoriales específicas.

De este modo, no se esperaba que los resultados de esta última fase de MAPS Chile fueran un insumo directo para políticas nacionales contingentes. Por lo mismo, el nivel de participación y escrutinio de diversos actores ha sido menor a aquel de las fases anteriores.

El responsable último de los contenidos de esta y las demás publicaciones de Fase 3 es el equipo profesional de MAPS Chile; sin perjuicio de lo anterior, en la medida que ha sido posible, dentro de las restricciones de tiempo encontradas, se han integrado en el texto todos los comentarios, sugerencias y revisiones realizadas por los diversos grupos que forman parte del proyecto.

El proceso seguido en Fase 3 se describe a continuación, distinguiendo entre las principales dimensiones de trabajo (más detalles acerca del proceso seguido en cada dimensión de trabajo se puede encontrar en los documentos respectivos).

REVISIÓN Y REFINAMIENTO DE RESULTADOS DE FASE 2

Los trabajos de revisión y refinamiento se desarrollaron bajo petición directa del Comité Directivo de MAPS Chile, en el contexto de la definición, por parte del Gobierno de Chile, del INDC. Fueron ejercicios de modelación ejecutados por el equipo de investigación del proyecto y sometidos directamente al comité. Si bien el Grupo de Construcción de Visión del proyecto no participó activamente en las actividades de refinamiento, sí pudieron acceder a algunos resultados presentados por el equipo profesional en las reuniones del grupo.

ANÁLISIS DE CO-IMPACTOS

El análisis de co-impactos se apoyó en gran medida en el juicio experto de paneles especialmente conformados para esta tarea. Los expertos fueron identificados en base a criterios de conocimiento (experiencia) sobre los co-impactos esperados de cada medida de mitigación bajo análisis. Buena parte de las más de 60 personas no habían participado directamente en MAPS Chile hasta ese momento. Adicionalmente el trabajo se enriqueció con la colaboración de profesionales de *MAPS Programme*, en Sudáfrica, quienes contribuyeron con experiencias internacionales relevantes para cada una de las medidas analizadas.

El Grupo de Construcción de Visión participó en la selección de las medidas de mitigación (#11) que posteriormente serían analizadas, así como en la determinación preliminar de los co-impactos esperados para cada medida. Posteriormente el grupo fue informado de los resultados preliminares y finales del trabajo, y tuvo la oportunidad de revisar y contribuir con comentarios y otros antecedentes.

Al Comité Directivo del proyecto, como en las demás fases y tareas, le ha correspondido tomar decisiones finales sobre materias relevantes de cada actividad realizada.

MITIGACIÓN EN EL LARGO PLAZO

Este trabajo estuvo liderado por profesionales del equipo de investigación de MAPS Chile: Carlos Benavides (generación eléctrica; movilidad y ciudad-transporte), Manuel Díaz (industria y minería; movilidad y ciudad-residencial). Las fuentes de información incluyeron:

• Los paneles internacionales de expertos, realizados durante abril 2015 en conjunto con la iniciativa "Energía 2050" del Ministerio de Energía.

• Reuniones ad-hoc con expertos en los temas abordados (incluyendo un seminario con expertos en energías renovables seleccionadas).

• Entrevistas a diversos expertos en Santiago y Concepción.

• Y la colaboración directa de investigadores del Centro de Energía de la Universidad de Ciudad del Cabo en Sudáfrica (parte de *MAPS Programme).*

De un modo similar al análisis de co-impactos, el Grupo de Construcción de Visión fue permanentemente informado sobre la dirección y los avances del trabajo; se les presentaron resultados preliminares, los cuales pudieron comentar en las reuniones del grupo, y tuvieron acceso a los documentos finales de modo de revisarlos y comentarlos. Las decisiones finales, como siempre, le correspondieron al Comité Directivo del proyecto.

ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS EN EL SECTOR TRANSPORTE

Esta dimensión de trabajo tuvo dos elementos principales: i) el análisis de los posibles efectos de las medidas de mitigación del sector transporte, residencial, comercial y público, sobre los contaminantes locales dentro del contexto de la actualización del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica (PPDA) de la Región Metropolitana, y ii) el análisis de la factibilidad de implementación de las medidas de mitigación del sector transporte. Ambos elementos fueron desarrollados por consultoras (Maricel Gibbs y Carolina Palma, respectivamente) y, en ambos casos el trabajo se realizó en base a entrevistas a expertos sectoriales. El Grupo de Construcción de Visión fue informado sobre este trabajo, al comienzo del mismo, a medio camino y al final. Al Comité Directivo, como siempre en el proyecto, le ha correspondido tomar las decisiones relevantes.

En lo que sigue se resumen los resultados de dos de estas líneas de trabajo: el análisis de co-impactos y la mitigación en el largo plazo. Los demás resultados del trabajo de Fase 3 se presentan en documentos electrónicos independientes, según se ha detallado anteriormente en este documento.

11. ANÁLISIS DE CO-IMPACTOS[5]

INTRODUCCIÓN

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

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

Cabe destacar algunas limitaciones de este trabajo:

El concepto de evidencia. MAPS Chile en sus Fases 1 y 2 ha generado cuantiosa

[5] El análisis de co-impactos fue coordinado por Anahí Urquiza, Francisco Molina y Paulina Calfucoy, todos parte del equipo de trabajo de MAPS Chile.

información, la cual ha sido utilizada, en buena medida y fruto de la rigurosidad del análisis y de la participación de los diversos actores relevantes, como evidencia para alimentar la toma de decisiones: Por otra parte, el análisis de co-impactos ha tenido un carácter más bien preliminar y piloto, en cuanto se trata de un ejercicio bastante inédito con tiempos y recursos limitados, y por lo mismo no consideramos que la información expuesta aquí tenga el carácter de "evidencia" exhaustiva para la toma de decisiones ulteriores; más bien, asumimos que esta información es una señal que debería ser profundizada de modo de ser efectivamente útil para la toma de decisiones sobre medidas de mitigación en el país.

La diversidad de posiciones. El análisis de co-impactos ha convocado a más de 50 expertos en distintas materias relevantes para la sustentabilidad –adicionales a quienes han sido parte del Grupo de Construcción de Visión y de los grupos técnicos de MAPS Chile— y evidentemente hay situaciones en las cuales se manifiestan posiciones diversas entre los expertos. El equipo MAPS Chile, en los resultados que siguen, ha hecho un esfuerzo por identificar y explicitar aquellas situaciones.

Las medidas de mitigación que son parte del análisis de co-impactos fueron seleccionadas en un proceso deliberativo con el Grupo de Construcción de Visión y fueron zanjadas por el Comité Directivo de MAPS Chile. Los co-impactos fueron originalmente identificados por el Grupo de Construcción de Visión; posteriormente, el Panel de Expertos examinó, modificó y definió la lista final de co-impactos analizados. El trabajo con los expertos incluyó 3 reuniones de medio día cada una, espaciadas por aproximadamente un mes. La primera reunión se centró en la metodología general y en la identificación de los co-impactos. En la segunda reunión se trabajó en la descripción de los co-impactos y en las condiciones determinantes para su manifestación. La tercera y última reunión agregó información asociada a fuentes de información y otras experiencias nacionales e internacionales. Entre cada reunión, el equipo de MAPS Chile preparó síntesis que fueron compartidas y comentadas por los expertos.

El equipo de MAPS Chile se atribuye la responsabilidad por la síntesis de la información generada en el trabajo con los expertos, así como la redacción de este documento.

Este apartado se estructura en torno a los cinco sectores analizados y las medidas de mitigación con las que se trabajó en cada uno. Para cada medida se incluye un listado de los co-impactos y un resumen de los principales temas que deben ser considerados en la evaluación de co-impactos. El análisis detallado de los co-impactos, incluyendo un diagrama que representa las relaciones existentes entre los diversos co-impactos y sus respectivas dimensiones de la sustentabilidad asociadas; y la identificación de los factores que determinarían la ocurrencia de cada uno, se encuentra en el documento digital. El detalle de resultados para cada sector está disponible en documentos electrónicos sectoriales.

TRANSPORTE

En el sector transporte se seleccionaron tres medidas para ser analizadas: Metas de consumo energético y de emisiones de CO_2 para el promedio del parque de vehículos nuevos (Nivel 2), Implementación de infraestructura en el transporte público y Extensión trenes urbanos de pasajeros. A continuación se presentan los co-impactos identificados para cada una de estas medidas.

1. Metas de consumo energético y de emisiones de CO_2 para el promedio del parque de vehículos nuevos (Nivel 2)

Co-impactos analizados:

- Variación de la demanda eléctrica y su impacto en la generación del sector generación eléctrica
- Disminución del consumo de combustibles
- Contribución positiva a la economía local
- Aumento de capacidades técnicas y profesionales
- Contribución positiva a objetivos de política sectorial
- Disminución de contaminantes locales
- Disminución de riesgos de salud (enfermedades respiratorias, cardiovasculares, riesgo de muerte)
- Aumento de desechos
- Disminución de ruidos
- Aumento de accidentes de tránsito.

Consideraciones generales y recomendaciones para la implementación:

- Integralidad de las políticas: la medida de meta de emisiones para vehículos nuevos livianos debe ser analizada como parte de una política integral orientada a mejorar la calidad del transporte público y desincentivar el uso del transporte privado.
- Tendencias en la tasa de motorización: la tendencia de crecimiento del parque automotriz en Chile es relevante para el análisis en el largo plazo y por lo tanto las medidas que complementen la meta de emisiones a partir de crear conciencia acerca de la necesidad de usar "moderadamente" los vehículos particulares son centrales.
- Factores de emisión "aguas arriba": el aumento o disminución de la demanda por electricidad es relevante en una evaluación aguas arriba de las emisiones de CO_2 de esta medida, dadas las características actuales de la matriz de generación en Chile en la cual participan mayoritariamente centrales de generación térmica.

2. Implementación de infraestructura en el transporte público

Co-impactos analizados:

- Mejoramiento de tiempos de traslado
- Mejora en la calidad del viaje
- Impacto positivo en la partición modal a partir del incentivo del uso del transporte público
- Disminución de la congestión vehicular en calles de la ciudad
- Disminución de contaminantes locales NOx, dióxido de azufre, PM 2,5 y PM10
- Disminución de riesgos de salud (enfermedades respiratorias, cardiovasculares, riesgo de muerte
- Aumento de desechos
- Variación incierta en el nivel de ruidos
- Favorece la equidad
- Aumenta la segregación espacial
- Contribución incierta sobre la valorización/desvalorización sectores urbanos
- Disminución del gasto energético y contribución a la eficiencia energética
- Contribución positiva a objetivos de política sectorial.

Consideraciones generales y recomendaciones para la implementación:

- Integralidad de las políticas: para analizar adecuadamente la medida de Bus de Tránsito Rápido (BRT, por sus siglas en inglés) es necesario tener presente cómo esta medida interactúa con otras medidas como parte de una política integral de transporte que mejore la calidad del transporte público y desincentive el uso del transporte privado.
- Relevancia de las condiciones de operación: la implementación de una medida de infraestructura sin las condiciones de operación adecuadas no es suficiente para garantizar una mejora en la calidad de servicio del transporte y por lo tanto

un cambio efectivo en la partición modal a favor del transporte público. Resulta crítico considerar la integralidad de la gestión del sistema que permita operar de acuerdo a un estándar global de calidad y frecuencia del servicio.

• Relevancia de la inversión en infraestructura general para el servicio: la inversión en infraestructura no se limita a la segregación física de la calzada, es necesario además invertir en paraderos, estaciones intermodales, sistemas de información, difusión, entre otros, que en su integralidad deben ser consideradas para una evaluación exhaustiva de los co-impactos esperados asociados a una medida de BRT.

3. Extensión trenes urbanos de pasajeros

Co-impactos analizados:

- Disminución de contaminantes locales NOx, dióxido de azufre, PM 2,5 y PM10
- Disminución de riesgos de salud (enfermedades respiratorias, cardiovasculares, riesgo de muerte)
- Variación incierta en el nivel de ruidos
- Favorece la equidad
- Disminución del gasto energético y contribución a la eficiencia energética
- Aumento de la demanda eléctrica
- Valorización de sectores urbanos y cambio uso suelo
- Aumenta movilidad e integración de territorios
- Disminución de tiempos de traslado
- Mejora en la calidad del viaje
- Incentiva uso transporte público (impacta partición modal)
- Descongestión / congestión vehicular en carreteras y calles de la ciudad
- Contribución positiva a objetivos de política sectorial
- Aumenta la segregación espacial para los trenes en superficie.

Consideraciones generales y recomendaciones para la implementación:

• Integralidad de las políticas: se considera necesario considerar en el análisis la interacción de las medidas como parte de una política integral de transporte que mejore la calidad del transporte público y desincentive el uso del transporte privado.

GENERACIÓN ELÉCTRICA

Las medidas analizadas en el sector energía corresponden a Hidroelectricidad en Aysén y Norma o incentivo a tecnologías a carbón más limpias. A continuación se presentan los co-impactos identificados para cada una de estas medidas.

1. Norma o incentivo a tecnologías a carbón más limpias

Co-impactos analizados:

- Reducción de contaminantes locales
- Contaminación del mar
- Menor deterioro de ecosistemas
- Disminución de la exposición a contaminantes criterio y peligrosos
- Disminución de enfermedades relacionadas con contaminación del aire y suelo
- Alteración del paisaje
- Menor desvalorización de sectores urbanos y portuarios
- Aumento / disminución de los conflictos con comunidades locales
- Variación del precio de la energía.

Consideraciones generales y recomendaciones para la implementación:

• Se limita el análisis de los co-impactos a la implementación de plantas de carbón más limpias, no considerando los co-impactos relacionados con energía hidroeléctrica y eólica que se implementarían en el marco de esta medida.

• Para el análisis de los co-impactos asociados a esta medida es fundamental identificar la línea base con la que se está trabajando. En este contexto la principal diferencia se encuentra cuando i) se hace el análisis comparando la instalación de una central en relación a la instalación de otras centrales más sucias, que permitirían cubrir los MW comprometidos en esta medida (900 MW de tecnología subcrítica). Esto se debe a que la central a carbón más limpia suele ser más grande –produce más MW-, por lo tanto se necesitan más centrales de tecnología tradicional que sean equivalentes en producción, o ii) si el análisis se realiza considerando las diferencias realizadas al instalar una central de este tipo en un lugar donde no existe ninguna central. En general se considera la línea base de otras centrales de reemplazo, pero se aclarará cuando esto no sea posible (en los co-impactos que están cruzados por una valoración social).

• Los co-impactos que se relacionan con la evaluación o valorización desde el punto de vista social no permitirían considerar claramente una línea base. Esto se debe a que es muy artificial suponer que la valoración que realiza la comunidad considera las características técnicas de las centrales y compara la instalación de una central más limpia con la instalación de otras centrales más sucias. En este contexto se considera que la comunidad siempre podrá comparar con la posibilidad de que no se instale ninguna central, generando un rechazo a la implementación de una central aunque sea más limpia. Aquí solo se pueden considerar los impactos asociados a la cantidad de centrales en relación a la línea base, pero no es posible considerar un cambio en las valoraciones en relación a los MW instalados.

2. Hidroelectricidad en Aysén

Co-impactos analizados:

- Cambio en el régimen hidrológico
- Interfiere con otros usos de los recursos hídricos
- Cambio de uso de suelo relacionado con sectores de inundación y líneas de transmisión
- Alteración de la biodiversidad (en sector de embalses y línea de transmisión)
- Alteración del paisaje (sector de embalses y línea de transmisión)
- Aumento / reducción de actividad económica en la zona
- Incentiva / desincentiva la actividad turística
- Favorece / no favorece desarrollo de comunidades locales
- Favorece la generación de conflictos con comunidades
- Reducción de contaminación atmosférica local por sustitución de energía (térmica) y otros combustibles
- Aumento / reducción de precios a nivel de usuario
- Favorece creación de nuevos proyectos de ERNC fluctuantes
- Variación en la seguridad energética del país
- Desplazamiento de la población
- Cambio en el perfil de morbilidad de la población
- Presión sobre la infraestructura de atención de salud.

Consideraciones generales y recomendaciones para la implementación:

• Si bien en la descripción de la medida se considera la construcción de centrales relacionadas con el proyecto Hidroaysén, para el presente análisis de co-impactos no se consideran esas centrales en particular –ya que el proyecto se encuentra actualmente rechazado- si no que se hace el análisis considerando la construcción de centrales de magnitud similar pero que podrían

tener ubicación y diseño diferente, además de realizarse bajo condiciones políticas, económicas e institucionales distintas.

• En el análisis de esta medida se ha establecido que para poder identificar co-impactos positivos, se requiere de una conceptualización e implementación de los proyectos radicalmente diferente a la que se ha llevado a cabo en el pasado. Por ejemplo, un involucramiento mucho más temprano y asociativo de las comunidades. En este marco se establece también que se deben considerar numerosas condicionantes, lo que finalmente podría terminar haciendo inviable la implementación de una medida como esta.

RESIDENCIAL Y RESIDUOS

Las medidas analizadas en el sector residencial y residuos corresponden a: calificación energética de viviendas existentes, autoabastecimiento eléctrico (net billing) y compostaje en planta. A continuación se presentan los co-impactos identificados para cada una de estas medidas.

1. Calificación energética de viviendas existentes

Co-impactos analizados:

- Aumento confort térmico en las viviendas
- Disminución de enfermedades respiratorias y muertes prematuras
- Creación de nuevos mercados
- Aumento de los ingresos de los hogares / disminución de los gastos
- Aumento potencial requerimiento de refrigeración
- Favorece el desarrollo de institucionalidad para adaptación y mejora de la normativa
- Transparencia del mercado y consolidación de nuevas marcas.

Consideraciones generales y recomendaciones para la implementación:

• Las certificaciones tienen relación con la posibilidad de crear y discriminar mercados, por lo que uno de sus objetivos principales debiese estar relacionado con entregar transparencia.

• Los estándares actuales de desempeño energético de viviendas (los cuales están basados únicamente en el período de calefacción), son altamente deficientes por lo que la medida debería estar asociada a un incremento significativo de dichos estándares. Asimismo, deberían incluir el desempeño en período de refrigeración.

• Es importante considerar no sólo el reacondicionamiento térmico (la envolvente) sino que también la ventilación, la cual contribuye a una calefacción más eficiente. En esta línea, se debe asegurar una ventilación controlada con la mínima infiltración de aire en la envolvente, ya que trae consigo un desempeño térmico más eficiente.

• La necesidad de que haya co-financiamiento y presencia de mercados financieros verdes es importante, donde se cuente con créditos blandos que permitan implementar mejor el acceso a viviendas calificadas.

2. Autoabastecimiento eléctrico residencial (net billing)

Co-impactos analizados:

- Disminución consumo energético desde la red de los hogares por net-billing
- Generación de nuevos mercados y de empleos de corto/largo plazo
- Vida útil y disposición final de la tecnología
- Generación de oportunidades por transferencia tecnológica
- Acceso a energía eléctrica en zonas aisladas
- Fortalece zonas susceptibles de perturbaciones mayores.

Consideraciones generales y recomendaciones para la implementación:

• Si aumentan los actores capaces de inyectar energía, la arquitectura actual del sistema de distribución no dispondría de las condiciones para este escenario, lo que generaría la necesidad de potenciar dicha distribución.

• Se debe considerar que cuando se habla de generación distribuida de pequeña escala, la ley establece que el precio al cual se reconoce la energía inyectada a la red es el equivalente a precio de compra de la empresa de distribución respectiva.

• Se releva el potencial que tiene esta medida para desarrollar el país de manera uniforme, y se asume la debilidad de las políticas públicas para identificar los beneficios sociales asociados a ésta.

• Se debe contar con un programa asociado a la inversión, de modo de fortalecer estas iniciativas.

3. Compostaje en planta

Co-impactos analizados:

• Reducción de terrenos ocupados por rellenos sanitarios (pasivos)
• Emisiones de CO_2 asociadas al transporte
• Mejora en el suelo
• Reduce procesos de lixiviación en rellenos sanitarios
• Costo económico asociado al transporte
• Aumento de tecnología local / importada.

Consideraciones generales y recomendaciones para la implementación:

• Los usuarios tienen un rol importante en tanto deben hacerse responsable de su basura, lo que requiere de etapas educativas intensas.

• Como antecedente general, es importante considerar que producir compost es más caro que el relleno sanitario. No obstante, con los ingresos asociados al compostaje este balance puede resultar positivo (por volumen sería más plausible en la Región Metropolitana).

• Es importante que el Ministerio del Medio Ambiente realice compromisos específicos en materia de compostaje. Asimismo, resulta relevante que se fortalezca la institucionalidad actual, particularmente en la actualización de la Política de Residuos del año 2005 y en el diseño de una Ley General de Residuos.

• Se debe evaluar la posibilidad de realizar un cobro mínimo a la población por el retiro de la basura. Este sistema tarifario se tiene que considerar como parte de la política.

USO DE SUELO

Las medidas analizadas en el sector uso de suelo son dos: secuestro de carbono en suelos agrícolas por aplicación de materia orgánica y fomento a la forestación. Esta última medida fue analizada considerando plantaciones con especies exóticas y nativas por separado, siguiendo la recomendación entregada por el Panel de Expertos en su primera reunión.

1. Secuestro de carbono en suelos agrícolas por aplicación de materia orgánica

Co-impactos analizados:

• Mejora tratamiento de residuos orgánicos (subproductos)
• Fomento a reducción de quemas
• Aumento de productividad agrícola
• Reducción de uso de insumos (de fertilizantes)
• Restauración de suelos
• Mejora capacidad de control hídrico y resiliencia de los suelos

- Aumenta riesgo de contaminación con metales pesados por retención de ciertos tipos de materia orgánica
- Aumenta riesgo de alteración de inocuidad alimentaria
- Aumento de utilización de maquinaria agrícola
- Promueve generación de sellos productivos
- Contribuye a objetivos de política sectorial.

Consideraciones generales y recomendaciones para la implementación:

- Se recomienda que en la implementación de esta medida se incluyan múltiples prácticas de manejo del suelo, como el uso de cero mínima labranza; manejo de residuos (incorporación del rastrojo después de la cosecha, o su aplicación en superficie); elaboración de compost y posterior aplicación, cultivo de abono verde, entre otras.
- Para el éxito de la medida es necesario considerar condiciones de estabilización del carbono. En este contexto se deberían incorporar ciertas consideraciones que son relevantes para que las medidas sean exitosas (ej. desarrollar capacidades profesionales) y además considerar algún instrumento de fomento, que genere incentivos que le den viabilidad en el tiempo.
- Finalmente, es fundamental tener claridad sobre la fuente de la materia orgánica que se utilice en la implementación de esta medida, para evitar de esta forma la contaminación de los suelos. En este contexto, se identifica que para disminuir impactos negativos de la medida y favorecer los positivos, es fundamental generar regulaciones al respecto.

2. Fomento a la forestación[6]

Co-impactos analizados para plantaciones con especies nativas:

- Alteración del ciclo hidrológico
- Recuperación de suelos degradados
- Contribuye a la conservación / recuperación de la biodiversidad
- Afecta la calidad de vida de las poblaciones cercanas
- Afecta la creación y mantención de servicios ambientales
- Favorece la adaptación al cambio climático.

Co-impactos analizados para plantaciones con especies exóticas:

- Alteración del ciclo hidrológico
- Recuperación de suelos degradados
- No contribuye a la conservación / recuperación de la biodiversidad
- Afecta la calidad de vida de las poblaciones cercanas
- Afecta la creación y mantención de servicios ambientales
- Favorece la migración rural-urbana
- No favorece la adaptación al cambio climático.

Consideraciones generales y recomendaciones para la implementación:

- Para el caso de las plantaciones con especies nativas es importante que esta medida sea evaluada en el largo plazo y considere que no es sólo la captación directa de CO_2 por el bosque sino que también la hojarasca que va quedando y se va acumulando a los largo de los años. También es interesante

[6] Cabe destacar que el Ministerio de Agricultura, en su revisión del documento completo sobre análisis de co-impactos de la medida de forestación, cuestionó algunos de los resultados expuestos, especialmente en cuanto a que la comparación de co-impactos resulta desfavorable para la forestación con plantaciones respecto de aquella con bosque nativo.

considerar que puede ser una herramienta potente para la restauración de las zonas que han sufrido incendios en los últimos años.

- Se menciona que al considerar especies nativas o exóticas los agricultores manifiestan una preferencia mayor hacia las plantaciones exóticas por fines económicos, considerando que las nativas no permiten generar recursos económicos en plazos reducidos de tiempo. Por lo mismo, pensar la plantación nativa sólo para fines ambientales puede no funcionar en la práctica, a menos que existan importantes incentivos de parte del Estado. En este contexto, se debe considerar que el subsidio del fomento tiene que competir en el mercado. En esta línea, la agro-forestería podría ser una buena alternativa, entendida esencialmente como la interacción de plantas leñosas con cultivos y animales, con el propósito de diversificar y optimizar la producción para un manejo sostenido del suelo.
- Se debe considerar incorporar instrumentos de fomento para el mantenimiento del bosque nativo, ya que esta es una de las principales dificultades para que este tipo de plantación sea rentable para los propietarios (ejemplo venta de carbono). La medida solamente considera el incentivo a la plantación, sin embargo también se puede considerar la implementación de mercados en torno a los servicios ambientales a pequeña escala, identificando posibilidades de recibir retribución por ello. Esto es fundamental ya que muchos árboles mueren al cuarto año y se debería buscar incentivos para asegurar al menos 10 años.
- Para el caso de las plantaciones exóticas, es importante destacar que no hay especies dañinas y que los eventuales impactos ambientales se relacionan con la forma como se desarrolla la actividad. Hay experiencias positivas en lugares donde se plantan especies exóticas y se hace un manejo adecuado, con agroforestería o densidades más bajas (en laderas). Esto permite mantener el suelo, garantizar la tenencia de leña y no interviene el bosque nativo. Mientras en la pequeña escala esto parece factible, en una escala mayor representa importantes desafíos.
- 20 hectáreas de riego básico implican una cobertura de hasta 400/500 hectáreas físicas. En el caso de plantaciones con especies exóticas esto podría generar una gran cantidad co-impactos. Aunque bajo ciertas condiciones se pueden evitar esos co-impactos, se sugiere que esta medida se enfoque solo en pequeñas comunidades o pequeños agricultores (relacionados con INDAP) y no medianos o grandes agricultores, debido a los posibles problemas asociados con las plantaciones de mayor extensión.
- En general se recomienda ampliar la gama de especies exóticas y nativas a utilizar. Además la experiencia reciente indica que es importante evitar el monocultivo en grandes extensiones de terreno, y que las plantaciones se asocien a la mantención de bosque nativo.
- Por otra parte es fundamental avanzar en una planificación territorial que dé señales sobre las ventajas / desafíos para realizar tanto plantaciones exóticas como nativas (a través de sus políticas de fomento).
- Por último, se establece que es fundamental para el éxito de la medida el que la población sea parte de la definición de los sectores a ser plantados y que este proceso contemple herramientas de divulgación (respeto a cultura y realidad local). Además es importante buscar estrategias para involucrar a las grandes empresas e incentivar las buenas prácticas en su gestión.

INDUSTRIA Y MINERÍA

La medida analizada en el sector industria y minería corresponde a la de sistemas de gestión de energía (SGE). A continuación se presentan los co-impactos identificados para esta medida.

1. Sistemas de gestión de energía

Co-impactos analizados:

- Reducción de contaminantes locales
- Disminución de consumo de agua
- Disminución de costos de operación para las empresas
- Aumento de la competitividad (nacional y local)
- Favorece creación de nuevos proyectos de ERNC
- Favorece el mejoramiento de las competencias del personal asociado y la creación de nuevos puestos de trabajo en el uso de la energía
- Mejora la capacidad de gestión en otras áreas
- Favorece la transferencia tecnológica
- Reducción de la dependencia energética
- Reducción de la congestión de las líneas de transmisión.

Consideraciones generales y recomendaciones para la implementación:

- Los SGE tienen como componente central no sólo medidas administrativo-técnicas, sino que también contemplan otros componentes relevantes como la implementación de las medidas propuestas de eficiencia energética (EE) y de las energías renovables no convencionales (ERNC).
- Uno de sus aspectos principales tiene relación con una disminución en el consumo de energía producto de EE. Sin embargo, resulta relevante diferenciar que una empresa puede desarrollar EE sin un sistema de gestión de energía.
- Para la efectividad de los SGE se requiere que existan condiciones generales, tales como un equipo comprometido, capacidad tecnológica del personal, voluntad de jefatura, reducción o eliminación de los obstáculos a la EE, otros sistemas resueltos, entre otros.
- Permite ordenar y desarrollar la gestión en otras áreas de la empresa, en tanto obliga que la dirección de la empresa se involucre y que los trabajadores sean capacitados. Los SGE promueven la inclusión del uso eficiente de la energía en la toma de decisiones y permite evaluar más oportunidades y generar nuevos proyectos, los cuales permitan reducir el consumo de energía.

12. MITIGACIÓN EN EL LARGO PLAZO[7]

En esta sección se resumen los principales resultados de los análisis sectoriales específicos realizados en el contexto de explorar opciones de mitigación de GEI en el largo plazo. El detalle de cada uno de los sectores se encuentra en los documentos detallados en la bibliografía. Asimismo, en la siguiente sección de este documento se resumen un conjunto de aprendizajes y recomendaciones transversales surgidas del ejercicio de mitigación de largo plazo.

EL CONTEXTO DE LA MITIGACIÓN DE LARGO PLAZO PARA CHILE

Si bien la decisión tomada por el Grupo de Construcción de Visión (GCV) y Comité Directivo (CD) de MAPS Chile fue la de no plantear metas de mitigación explícitas para el largo plazo, como elemento orientador al desarrollo del ejercicio, en esta primera sección se considera relevante entregar un marco general resumido de los escenarios que está abordando el país en el contexto internacional. De esta forma, es factible contextualizar los resultados obtenidos para cada uno de los sectores estudiados.

Durante el desarrollo del proyecto MAPS Chile uno de los primeros ejercicios que se realizó en el contexto de identificar una trayectoria de emisiones de referencia fue la elaboración del Escenario Requerido por la Ciencia a escala nacional. Este análisis fue realizado en la Fase 1 a partir de los resulta-

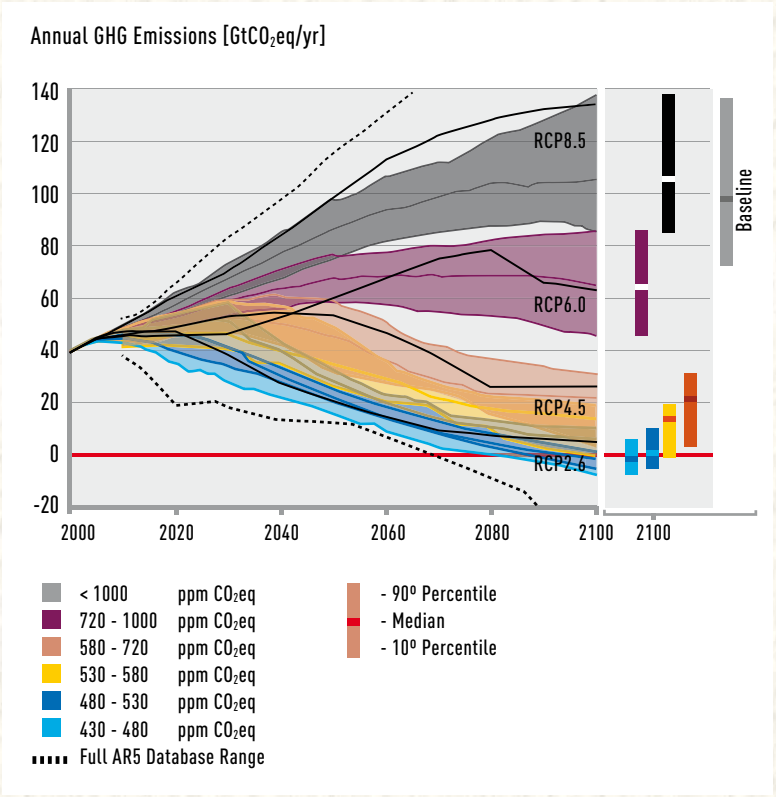


Figura 2: Escenarios de trayectorias de emisiones *Representative Concentration Pathways* (RCP) a nivel global. Fuente: IPCC, Fifth Assessment Report.

[7] La componente de mitigación en el largo plazo fue liderada por Carlos Benavides (generación y transporte de electricidad, y el sector transporte), Manuel Díaz (industria y minería, y el sector residencial), y Yasna Rojas y Marcia Montedonico (uso del suelo).

dos del cuarto reporte del IPCC *(Fourth Assessment Report).* El Escenario Requerido por la Ciencia tenía como objetivo definir una trayectoria de emisiones a escala nacional que fuera coherente con la meta global de estabilización del aumento de temperatura en un máximo de 2°C. Utilizando distintos criterios de distribución del "presupuesto" *(budget)* de emisiones (según emisiones per cápita, PIB per cápita y participación en el total de las emisiones) se logró determinar posibles trayectorias a escala nacional.

Durante la Fase 3 del proyecto MAPS Chile se actualizó la trayectoria del escenario a partir de los resultados del quinto reporte del IPCC *(Fifth Assessment Report).* La Figura 2 muestra los distintos escenarios de emisiones globales definidos por el IPCC. El escenario RCP 2.6 **es el escenario con mayor probabilidad de estabilizar el incremento de temperatura en un máximo de 2°**. A este escenario se le denomina **Escenario Requerido por la Ciencia a nivel global**. Notar que la trayectoria de emisiones es decreciente a partir del año 2020 y hacia el 2090 las emisiones que se deberían emitir a nivel global son prácticamente nulas.

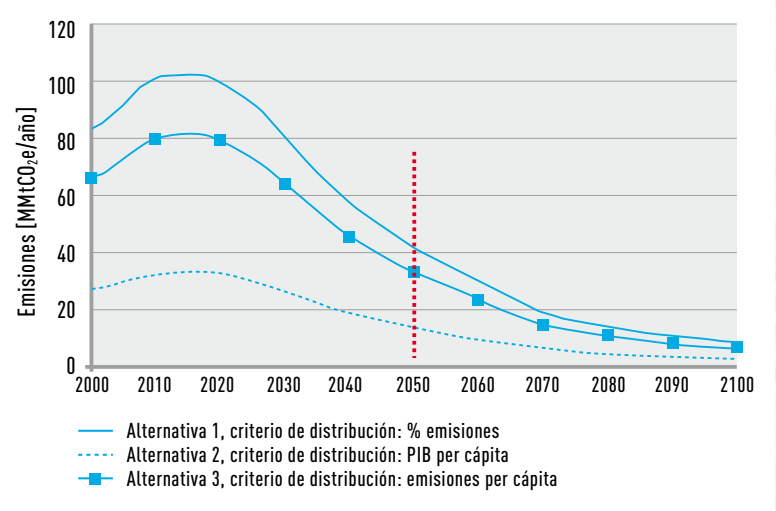


Figura 3: Escenario Requerido por la Ciencia a escala nacional actualizado de acuerdo a la trayectoria del escenario RCP 2.6. Fuente: MAPS Chile.

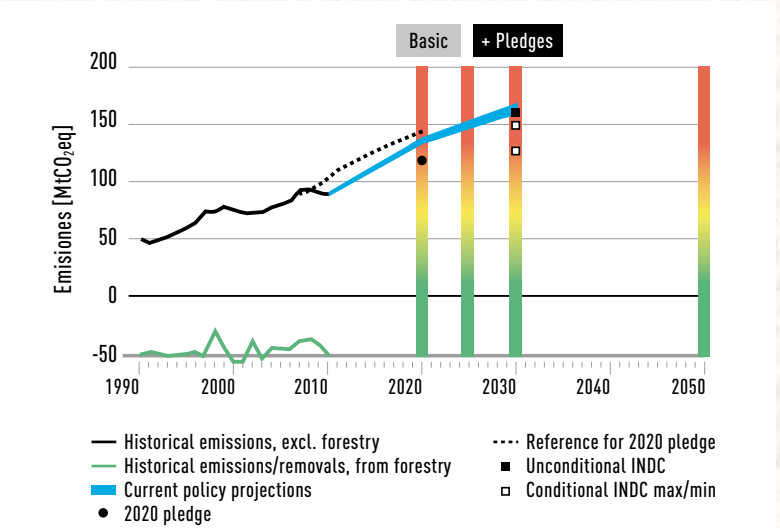


Figura 4: Trayectoria de emisiones a nivel nacional y evaluación del nivel de esfuerzo de la propuesta preliminar del INDC de Chile. Fuente: http://climateactiontracker.org/countries/chile.html

[8] http://climateactiontracker.org/countries.html. En la página web se pueden encontrar la evaluación para distintos países, entre ellos Chile.

La Figura 3 muestra el Escenario Requerido por la Ciencia a nivel nacional actualizado, construido a partir de la proyección del escenario RCP 2.6 y utilizando los mismos criterios de distribución del *"budget"* de emisiones definidos en la Fase 1 del proyecto MAPS (Gibbs, 2012). Consecuentemente, con la trayectoria de emisiones a nivel global, la figura muestra una trayectoria decreciente de emisiones a partir del año 2020. Bajo estos supuestos, al año 2050 el nivel máximo de emisiones es de **42 millones de tCO_2 para el Escenario Requerido por la Ciencia a nivel nacional.**

SECTOR	EMISIÓN	
	2030	2035
Generación eléctrica	32	32
Transporte	36	38
Residuos	2	2
I&M	28	28
CPR	19	20
Agropecuario	14	14
Forestal	-28	-28
Nacional	103	108
Nacional sin forestal	131	136
Nacional sin forestal - sin generación eléctrica	99	103

Tabla 1: Emisiones sectoriales y nacionales hacia el año 2035 y 2050, escenario Esfuerzo Alto. Fuente: Estudios sectoriales MAPS Chile Fase 2.

Otra referencia disponible que ha hecho un esfuerzo por definir trayectorias de emisiones nacionales, que sean coherentes con la meta de estabilización de temperatura, es la que se puede encontrar en *Climate Action Tracker*[8]. La Figura 4 muestra la trayectoria de emisiones definida para Chile. Según esta referencia bibliográfica, un nivel de emisiones a nivel nacional catalogado como "suficiente" (sin contar el sector forestal) tendría como máximo **25 millones de t CO_2 al año 2050.**

Las referencias anteriores dan cuenta de una primera aproximación de un rango de emisiones de referencia hacia el año 2050 a nivel nacional coherente con la meta global de estabilización de la temperatura en 2°C. Como se puede notar, estas trayectorias son bastante exigentes ya que el rango de emisiones varía entre 25 a 42 millones t CO_2 al año 2050. Para tener una idea de qué tan exigente son estos niveles de emisiones de GEI, podemos recordar lo realizado durante la Fase 2 del proyecto MAPS Chile.

La Tabla 1 muestra los niveles de emisiones sectoriales para el escenario Esfuerzo Alto que se obtuvieron durante la Fase 2 del proyecto MAPS Chile. Recordar también que el Escenario de Esfuerzo Alto era aquel que contenía prácticamente todas las medidas de mitigación identificadas, es decir, 96 medidas de mitigación. Los resultados muestran que las emisiones a nivel nacional que se alcanzarían al año 2050 para el escenario más ambicioso hasta ahora analizado están por encima de los niveles de referencia definidos para el Escenario Requerido por la Ciencia a nivel nacional.

Suponiendo[9] que lo que se entiende por un desarrollo bajo en emisiones corresponde al Escenario Requerido por la Ciencia a nivel nacional, los resultados anteriores permiten concluir que incluso un escenario con **100% de generación eléctrica que no emite CO_2**[10] **podría ser insuficiente al año 2050.** Esto por la sencilla razón de que las emisiones agregadas del sector agropecuario, Comercial-Público-Residencial (CPR), transporte y minería superan los niveles de referencia anteriormente mencionados. Esto da cuenta de la dificultad de definir cuotas de participación de tecnologías que no emiten CO_2 en el sector generación eléctrica sin tener una referencia a nivel nacional de reducción que comprometa a todos los sectores emisores.

El objetivo del trabajo que sigue ha sido explorar escenarios de mitigación de largo plazo para un futuro bajo en carbono en los distintos sectores relevantes. La motivación principal para complementar el trabajo realizado en la Fase 2 fue que si bien se analizaron más de 96 medidas de mitigación, las reducciones de emisiones proyectadas para los distintos escenarios no convergen hacia la trayectoria definida por el Escenario Requerido por la Ciencia a nivel nacional.

GENERACIÓN Y TRANSPORTE DE ELECTRICIDAD

1. Elementos relevantes para un futuro bajo en carbono en el sector generación eléctrica

Para el sector de generación y transporte de electricidad los elementos de visión han sido organizados en las siguientes categorías (ver Figura 5):

- Oferta de tecnologías: se identifican las tecnologías bajas en emisiones de CO_2 que podrían conformar la matriz energética hacia el año 2050. Se espera que un desarrollo bajo en emisiones esté caracterizado por una alta penetración de energías renovables (ERNC e hidroelectricidad sustentable). Para alcanzar esto, se analizará la factibilidad de transitar hacia una matriz donde la generación termoeléctrica pierde participación. Asimismo, se espera analizar el rol que tendrá la energía nuclear de baja escala y los sistemas de captura de carbono en la conformación de una matriz baja en emisiones de CO_2.
- Interconexión regional: el desarrollo de la matriz energética probablemente se realizará en un contexto de interconexión regional que debe ser considerado en un análisis de mitigación de largo plazo. La interconexión puede favorecer la importación de energía limpia desde otros países o favorecer el desarrollo de la industria local y convertir a Chile en un exportador de energía a otros países de Latinoamérica.
- Flexibilidad: la flexibilidad es la capacidad de los sistemas de eléctricos de responder ante variaciones de demanda y generación. La flexibilidad tendrá un rol importante en escenarios con alta penetración de energías renovables variables como la energía solar y eólica.
- Instrumentos específicos: los sistemas *cap and trade* e impuesto a las emisiones son instrumentos específicos que podrían incentivar la introducción de energías bajas en emisiones de CO_2. Se reconoce la relevancia de instrumentos de mercado que internalicen externalidades socio-ambientales en los costos de la energía
- Demanda eléctrica: en el largo plazo se espera que la demanda eléctrica tenga un rol importante a través de la introducción de energía renovable en

[9] El Grupo de Construcción de Visión NO definió una referencia para lo que se entiende por desarrollo bajo en emisiones para el largo plazo. El supuesto es sólo con fines ilustrativos.
[10] Esto incluye centrales renovables no convencionales, generación hidroeléctrica, energía nuclear y centrales termoeléctricas con sistema de captura y almacenamiento de CO_2.

los sistemas de distribución o través de su participación como mecanismo que aporte flexibilidad al sistema (gestión de la demanda, uso de sistemas de almacenamiento, conexión de vehículos eléctricos, etc.).

• Transmisión: los sistemas de transmisión se analizan bajo el contexto de que estos no pueden convertirse en una barrera de entrada para el desarrollo de nuevos proyectos eléctricos, en especial aquellos bajos en emisiones de CO_2.

• Temas transversales: dentro de esta categoría se incluyen elementos tales como el desarrollo sustentable, ordenamiento territorial y asociatividad. Estos temas serán claves para levantar las barreras asociados al desarrollo de los proyectos eléctricos, en especial de aquellos bajos en emisiones de CO_2.

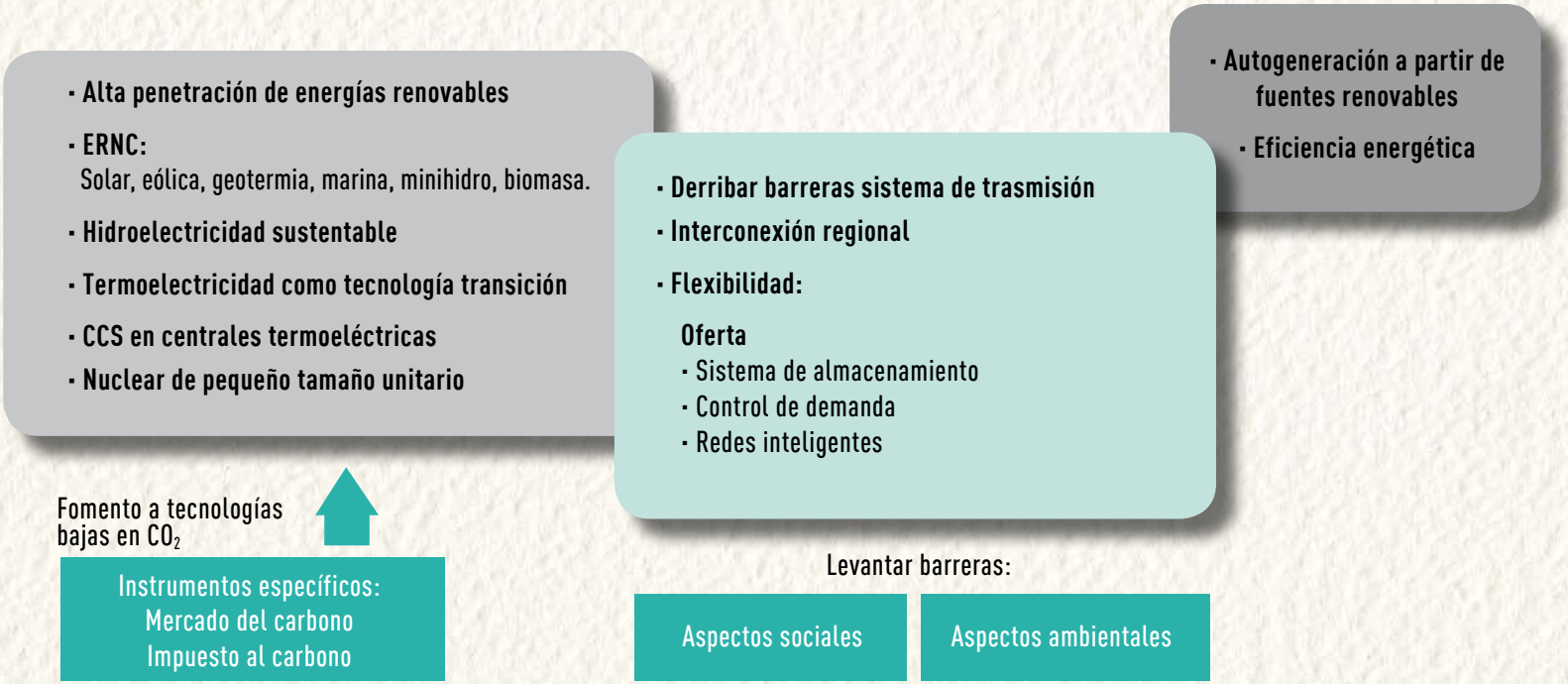


Figura 5: Elementos de visión identificados para un desarrollo bajo en carbono.

2. Diferencias con lo realizado en la Fase 2 del proyecto MAPS Chile

En la Figura 6 se muestra un cuadro comparativo de lo realizado en la Fase 3 con respecto al ejercicio realizado en la Fase 2 del proyecto MAPS Chile (CCG-UC, 2014; MAPS Chile, 2014). Una de las motivaciones para realizar la Fase 3 fue identificar medidas de mitigación adicionales que permitieran avanzar hacia un desarrollo más bajo en emisiones, más allá de lo alcanzado en la Fase 2. Sin embargo, las medidas identificadas en la Fase 2 representan la mayoría de los elementos de mitigación de largo plazo identificados en la Fase 3.

FASE 2

- Modificación de la Ley ERNC: 30-30
- Generación eléctrica en obras de riego
- Incentivo a una tecnología ERNC específica:
  - Eólica
  - Geotérmica
  - Mini-hidro
  - Solar fotovoltaica
  - Concentración solar
- Expansión hidroeléctrica en Aysén
- Aumento sustantivo de la generación con GNL
- Norma o incentivo a tecnologías a carbón más limpias
- Sistemas de caoptura y almacenamiento de CO_2
- Sistema de almacenamiento para energía eólica y solar
- Reducción de pérdidas eléctricas
- Incentivo a energía nuclear
- Interconexión regional (importador)
- Impuesto al carbono

FASE 3

- Alta penetración de energías renovables
  - Eólica
  - Geotérmica
  - Mini-hidro
  - Solar fotovoltaica
  - Concentración solar
  - Solar de alto rendimiento
  - Marina
  - Hidrógeno
- Hidroelectricidad sustentable (no restringido a Aysén)
- Termoelectricidad como tecnología de transición
- CCS en centrales termoeléctricas
- Flexibilidad (otros sitemas de almacenamiento, gestión de-manda, operación, oferta, etc.)
- Nuclear de pequeño tamaño unitario
- Interconexión regional (exportador/importador)
- Impuesto al carbono , sistema *cap and trade*
- Otros: barreras sociales, ambientales, trasmisión

Figura 6: Cuadro comparativo de las medidas de mitigación identificadas en la Fase 2 y los elementos de visión para la mitigación de largo plazo identificados en la Fase 3.

Durante la Fase 3 se sigue identificando la introducción de energía renovable como un elemento clave para avanzar hacia un desarrollo bajo en carbono. Como elemento diferenciador a lo realizado en la Fase 2, se identifican otras tecnologías como la energía solar de alto rendimiento, la energía marina y el uso de celdas de hidrógeno que podrían tener un rol importante en el largo plazo. Asimismo, se destaca el aprovechamiento sustentable de la hidroelectricidad y su desarrollo no se restringe única y exclusivamente en la Región de Aysén[11]. Como veremos más adelante, existe un potencial hidroeléctrico de más de 10.000 MW desde la X Región hacia el norte. Por último, otro elemento diferenciador es que se analizan escenarios de cuotas de energías renovables que podrían ser coherentes con un desarrollo bajo en carbono.

En la Fase 3 se considera que la generación eléctrica a partir de fuentes termoeléctricas será una tecnología de transición para avanzar hacia un desarrollo bajo en carbono en el largo plazo, mientras que en la Fase 2 se analizaron las medidas "aumento sustantivo de GNL" y "norma o incentivos a tecnologías a carbón más limpias". Al igual que en la Fase 2, no se descarta la utilización de sistemas de captura y almacenamiento de CO_2 en centrales termoeléctricas.

En escenarios de alta penetración de energías renovables variables se destaca la introducción de mecanismos que le den mayor flexibilidad a la operación del sistema y éstos no solo se restringen a la utilización de sistemas de almacenamiento. En la Fase 3 también se identifican otros elementos de flexibilidad como la gestión de la demanda; mejoras en la operación del sistema debido a cambios en los modelos de pre-despacho, criterios para definir la reserva primaria y secundaria y a mejores predicciones de los recursos eólico y solar; y la mayor flexibilidad de las plantas de generación para responder ante variaciones de generación y demanda.

En el largo plazo no se descarta el uso de la energía nuclear, sin embargo, a diferencia de lo realizado en la Fase 2, se destaca el uso de energía nuclear de pequeño tamaño unitario, que podría ser una opción más viable que el desarrollo clásico de grandes plantas nucleares observado en algunos países del mundo.

En términos de instrumentos que fomenten el desarrollo bajo en carbono, la introducción de un impuesto creciente a las emisiones de gases de efecto invernadero sigue siendo una opción viable para la mitigación de largo plazo, sin embargo, en la Fase 3 también se destaca la exploración de otros mecanismos como el sistema *cap and trade*.

La interconexión regional no solo se limita a la importación de energía desde otros países sino que también se consideran escenarios de exportación de energía desde Chile hacia otros países. En esta misma línea, se destaca durante la Fase 3 que la superación de las barreras que impone el sistema de transmisión debe ser considerada en los análisis de mitigación de largo plazo.

Por último, en la Fase 3 se destaca que los análisis de mitigación de largo plazo deben ir acompañados con el estudio de los impactos en la sociedad y el medio ambiente que esto conlleva, así como las barreras que estos imponen al desarrollo de proyectos que tienen bajas emisiones de CO_2.

11 En la Fase 2 la medida de mitigación que consideraba el aprovechamiento de recursos hidroeléctricos solo consideró el uso del potencial de la Región de Aysén.

Otros elementos diferenciadores con respecto al enfoque metodológico y alcances de este trabajo son los siguientes:

- Las medidas no son cuantificadas en términos de costos de inversión y operación como se hizo en la Fase 2 del proyecto.
- No se evalúan los impactos macroeconómicos de los escenarios de mitigación.

3. Resumen de principales reflexiones para un desarrollo bajo en carbono de la generación eléctrica (Fase 3)

A continuación, se resumen las principales reflexiones sobre los elementos de visión para un futuro bajo en carbono del sector generación eléctrica:

1. Se recomienda avanzar hacia una definición de lo que se entiende por "desarrollo bajo en carbono" que sea coherente con la meta de estabilización del incremento de temperatura en 2°C. Sin una referencia de cuál debiera ser el nivel de emisiones hacia el 2050, se dificulta evaluar si las políticas que se están desarrollando son suficientes. Cabe señalar que esta recomendación no es compartida por todos los integrantes del GCV, señalando que la meta no debiera ser establecida como objetivo y que más bien correspondería al resultado de un proceso de análisis más amplio.

2. Una alta penetración de energía renovable en el sector generación eléctrica no asegura cumplimiento de metas de mitigación basada en Escenario Requerido por la Ciencia a nivel nacional. La introducción de un 70%, 80% o 100% de generación eléctrica que no emite CO_2 podría ser incluso insuficiente si los otros sectores del país no reducen significativamente sus emisiones.

3. Las decisiones de corto plazo pueden condicionar de manera importante el cumplimiento de metas de largo plazo. A modo de ejemplo, si la referencia hacia el año 2050 es el Escenario Requerido por la Ciencia a nivel nacional, el espacio para la entrada de nuevas centrales a carbón sin CCS será limitado en el corto, mediano y largo plazo.

4. Se recomienda hacer todos los esfuerzos por derribar las barreras de desarrollo que enfrentan las energías renovables de manera que se conviertan en una opción competitiva a la generación termoeléctrica en el mediano (2020-2030) y largo plazo (2030-2050).

5. Promover activamente la implementación de los distintos mecanismos de flexibilidad (sistemas de almacenamiento, gestión de la demanda, modelos de predicción de recursos, flexibilidad de la operación de las centrales termoeléctricas, etc.) con el objeto de promover alta penetración de generación renovable variable.

6. No descartar el desarrollo de proyectos hidroeléctricos, siempre y cuando estos cumplan con estándares de sustentabilidad (por ejemplo, pérdida neta de biodiversidad y conflictos sociales con comunidades). La energía hidroeléctrica será necesaria para complementar altos niveles de introducción de generación variable si no se desarrollan otros mecanismos de flexibilidad.

7. Se reconoce la relevancia de instrumentos de mercado que internalicen externalidades socio-ambientales en los costos de la energía (impuesto al CO_2 y *cap and trade*). Sin embargo, es importante destacar que la internalización de las externalidades de las emisiones de CO_2 no garantiza que las centrales termoeléctricas en operación y en construcción reduzcan sus emisiones de CO_2.

8. No se descarta el desarrollo de energía nuclear u otras tecnologías de baja emisión (ejemplo, CCS) en la medida que sean costo-efectivas y compatibles social y ambientalmente.

Movilidad y Ciudad – Transporte

Este trabajo responde a la demanda por parte del Grupo de Construcción de Visión y Comité Directivo de incorporar en la evaluación elementos de planificación urbana que parecieran ser relevantes en una mirada de mediano y largo plazo. De esta forma, un elemento diferenciador a lo ya realizado en la Fase 2 del proyecto MAPS Chile fue la identificación de la ciudad como unidad de análisis.

FASE 2

- Infraestructura en el transporte público (sólo RM)
- Extensión trenes urbanos (menos de 50 km)
- Tarificación vial y encarecimiento estacionamientos (sólo RM)

- Infraestructura modo bicicleta
- Programa de bicicleta pública
- Programa de subvención a bicicletas eléctricas

- Conducción eficiente
- Etiquetado de neumáticos eficientes
- Chatarrización para vehículos livianos
- Vehículos de cero y baja emisión
- Metas de consumo energético y de emisiones de CO_2 Zona Verde para el Transporte de Santiago
- Plan de preparación para la electromovilidad de taxis

Figura 7: Cuadro comparativo de las medidas de mitigación identificadas en la Fase 2 y los elementos de visión para la mitigación de largo plazo identificados en la Fase 3.

Diferencias con respecto a lo realizado en la Fase 2 del proyecto MAPS Chile

En la Figura 7 se presenta un cuadro comparativo de los elementos abordados en Fase 3 con respecto a las medidas de mitigación analizadas en la Fase 2 del proyecto MAPS Chile (MAPS Chile 2014; Sistemas Sustentables 2014).

FASE 3

- Control de crecimiento de las ciudades
- Densificación
- Distribución de servicios y polos de trabajo
- Plasticidad laboral y teletrabajo

- Introducción masiva del transporte público mayor (a nivel nacional)
- Disminución/racionamiento del uso del automóvil
- Fomento al transporte no motorizado
- Vehículos públicos y viajes compartidos

- Introducción de automóviles de cero o baja emisión
- Introducción de buses de cero o baja emisión
- Vehículos autónomos
- *Smart mobility*

Elementos transversales:
- Planificación integrada
- Uso de las tecnologías de la información

Se destacan las siguientes diferencias en Fase 3 (respecto a aquellas de Fase 2):

- Las medidas de mitigación se identifican a partir de los elementos de visión de largo plazo.
- La unidad de análisis es la ciudad.
- Se propone abordar las medidas desde el enfoque "evitar", "cambiar" y "mejorar".
- El análisis incorpora elementos de planificación urbana y urbanismo, entre los que se destaca: el control del radio urbano, la densificación de las ciudades y la distribución de servicios y polos de trabajo a lo largo de la ciudad.
- La introducción masiva de transporte público no se restringe a la Región Metropolitana sino que se plantea como un objetivo para todas las ciudades del país.
- Se destaca el rol del uso de las tecnologías de la información como medida para fomentar el uso de modos motorizados bajo en emisiones de GEI.
- Se analizan otras medidas de mitigación que no involucran grandes inversiones en infraestructura, tales como: la plasticidad laboral y el teletrabajo, el uso de vehículos públicos y viajes compartidos, la introducción de vehículos autónomos y el uso de vehículos pequeños.
- La introducción de vehículos de baja o cero emisión no solo se restringe a los automóviles sino que también se considera su introducción en buses y transporte de carga.
- El cambio modal de transporte de carga hacia modos más eficientes se aborda de una manera conceptual y se identifican metas de participación más ambiciosas a las analizadas en la Fase 2.

Otros elementos diferenciadores con respecto al enfoque metodológico y alcances de este trabajo son los siguientes:

- Las medidas no son cuantificadas en términos de costos de inversión y operación como se hizo en la Fase 2 del proyecto.
- No se evalúan los impactos macroeconómicos de los escenarios de mitigación.

Principales reflexiones para un transporte bajo en carbono (Fase 3)

A continuación, se resumen las principales reflexiones que resultan de Fase 3 y que pueden contribuir a un futuro bajo en carbono en ciudades (subsector transporte):

1. El universo de opciones de mitigación del sector transporte es mucho mayor a las 20x3[12] analizadas en la Fase 2 de MAPS Chile. Las nuevas medidas identificadas le ofrecen a los tomadores de decisión nuevas opciones que se pueden implementar en el corto y mediano plazo.
2. Implementar las medidas de mitigación bajo la estrategia "evitar", "cambiar" y "mejorar".
3. Considerar la "planificación integrada de uso de suelo y movilidad" como parte de la política energética y de mitigación de gases de efecto invernadero. Comenzar a hablar de "planificación integrada de uso de suelo, movilidad, energía y cambio climático".
4. Controlar el crecimiento del radio urbano y promover la densificación de las ciudades como medida de mitigación del cambio climático. Las decisiones de corto plazo en esta materia tienen implicancias de largo plazo que pueden ser irreversibles.

[12] Las medidas del sector transporte fueron evaluadas con 3 niveles de implementación.

5. La planificación de las ciudades debe incorporar la capacidad de adaptarse hacia la introducción de nuevas tecnologías y medidas de mitigación (ejemplo: vehículos eléctricos, introducción masiva de transporte no motorizado, etc.).

6. Promover el crecimiento sustantivo del transporte público hacia niveles en que su participación modal supere la de vehículos particulares. Privilegiar la inversión en infraestructura que favorezca el uso del transporte público y transporte no motorizado.

7. Fomentar una inter-modalidad armónica con la dinámica propia de las características de cada ciudad.

8. Introducir estándares de eficiencia energética para vehículos livianos es una medida costo-efectiva que se puede comenzar a implementar en el corto plazo. En el mediano y largo plazo la introducción de vehículos de cero o baja emisión tendrá un rol importante en la mitigación.

9. Se requieren políticas públicas que fomenten el transporte de carga hacia modo de transporte más eficiente como el ferroviario y marítimo.

10. Promover nuevas medidas de mitigación que no requieren una alta inversión en infraestructura, tales como: distribución de servicios y polos de trabajo, plasticidad laboral, teletrabajo, racionalización del uso de vehículos livianos, vehículos compartidos, *smart vehicles*, entre otros.

Movilidad y Ciudad – Residencial

De un modo similar al subsector transporte, en esta sección se presenta la investigación realizada de modo de complementar los esfuerzos de mitigación que se desarrollaron en la segunda fase de MAPS Chile para el subsector residencial.

1. Elementos relevantes para un futuro bajo en carbono en el sector residencial

La Tabla 2 resume los elementos de visión para un desarrollo bajo en carbono que se han identificado. En general, ninguna de las opciones tiene al cambio climático como el elemento movilizador de las mismas. Sin embargo, ellas son coherentes con las políticas de cambio climático y un desarrollo bajo en carbono. Las medidas de edificación tienen que ver con la reducción del consumo de energía en la viviendas y las comunidades energéticas con la coordinación de la disponibilidad de energía eléctrica y calor.

EJE TEMÁTICOS	TEMAS
Edificación	Acondicionamiento térmico de viviendas
Comunidades energéticas	Redes inteligentes
	Calefacción distrital y otras tecnologías no convencionales

Tabla 2 Elementos de visión para un desarrollo bajo en carbono, subsector ciudad

A continuación, se describen los temas (elementos de visión) considerados en el sector.

Acondicionamiento térmico de viviendas. Corresponde al aumento de exigencias de aislamiento térmico de viviendas para reducir consumo de energía en calefacción. Certificación (sello) para viviendas nuevas y reacondicionamiento de viviendas antiguas. Considera principalmente la apli-

cación de aislante en los complejos techumbre, muros y pisos, además del cambio de ventanas y el sellado de infiltraciones. Se debe tener en cuenta que a contar del año 2016 se realizarán nuevas modificaciones a la actual OGUC, las cuales aumentarán las exigencias térmicas en los complejos techumbre, muros y pisos

Redes inteligentes. Una red inteligente es una red eléctrica que utiliza tecnologías digitales y otras tecnologías avanzadas para controlar y gestionar el transporte de electricidad, a partir de todas las fuentes de generación, con el fin de satisfacer la demanda variable de electricidad de los usuarios finales. Las redes inteligentes coordinan las necesidades y capacidades de todos los generadores, operadores de red, usuarios finales y actores del mercado eléctrico para utilizar todas las partes del sistema de la manera más eficiente posible, reduciendo al mínimo los costos y el impacto ambiental mientras se aumenta al máximo la fiabilidad, resistencia y estabilidad del sistema" (IEA, 2011).

Calefacción distrital y otras tecnologías no convencionales. En los sistemas de calefacción distrital el calor es generado de forma centralizada o tomada desde una fuente de calor existente y distribuido a través de una red tuberías, usualmente utilizando agua caliente o vapor como fluido portador, conformadas por una red de suministro y una red de retorno. El fluido llega a los puntos de consumo donde el calor se extrae a través de intercambiadores de calor, radiadores o loza radiante. La forma de maximizar la oportunidad de energías renovables para calefacción y climatización requiere que se haga el mejor uso de la energía renovable intermitente cuando ella está disponible, por ejemplo a través de bombas de calor y otros elementos de alta eficiencia.

Adicionalmente se requiere almacenar la energía renovable intermitente de manera eficiente para su uso futuro cuando exista demanda de los consumidores. Para ello se requiere disponer de un almacenamiento Térmico – Eléctrico inteligente.

2. Diferencias con respecto a lo realizado en la Fase 2 del proyecto MAPS Chile

A continuación se enumeran un conjunto de diferencias con respecto al ejercicio realizado en la Fase 2 del proyecto MAPS Chile (MAPS Chile, 2014).

- Se analizan nuevas medidas de mitigación con el objeto de avanzar hacia un desarrollo bajo en carbono, más allá de lo alcanzado durante la Fase 2 del proyecto MAPS Chile.
- Las medidas de mitigación se identifican a partir de los elementos de visión de largo plazo.
- Las medidas no son cuantificadas en términos de costos de inversión y operación como se hizo en la Fase 2 del proyecto.
- No se evalúan los impactos macroeconómicos.

En este sector se propusieron 3 tipos de medidas en la Fase 2 del proyecto, las que englobaban un total de 13 acciones específicas. De acuerdo a lo discutido con el GCV y tratando de buscar una mayor ambición en las reducciones de CO_2 y nuevos enfoques no considerados previamente, en la Fase 3 se definieron 2 Ejes Temáticos que consideraron 3 medidas específicas de largo plazo. Cabe hacer notar que este sector es complementario al subsector transporte del sector movilidad y ciudad. En la Tabla 3 se resume esta evolución entre ambas fases del proyecto.

FASE 2

EDIFICACIÓN

1. Aumento en las exigencias de la reglamentación térmica
2. Calificación energética viviendas existentes
3. Calificación energética viviendas nuevas

AUTOABASTECIMIENTO ELÉCTRICO

4. Autoabastecimiento eléctrico residencial (net billing)

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EQUIPOS

5. Programa de recambio de aireadores
6. Programa de adopción de sistemas solares térmicos
7. Restricción a la entrada de refrigeradores residenciales mediante MEPS[13]
8. Restricción a la entrada de equipos de iluminación residencial mediante MEPS
9. Etiquetado y restricción a la entrada mediante MEPS de tubos fluorescentes y balastos
10. Etiquetado de lavadoras
11. Restricción a la entrada de lavadoras mediante MEPS
12. Etiquetado y estándares mínimos para aire acondicionado (Etiquetado)
13. Etiquetado y estándares mínimos para aire acondicionado (Estándares mínimos)

El elemento que se repite en ambas fases, Edificación, tiene que ver con una decisión de buscar otros enfoques o alcances distintos a los planteados en la Fase 2.

Dentro de los tipos de medidas planteados en la Fase 2 del proyecto se puso un fuerte énfasis en la proposición de etiquetados y estándares mínimos de eficiencia energética, además de la entrada de la penetración acelerada de otro tipo de equipos eficientes, como sistemas solares térmicos y aireadores. En el caso del etiquetado y los MEPS, los principales niveles de reducción se lograban con medidas como las luminarias y refrigeradores. Sin embargo, en los últimos 2 años estas medidas se han comenzado a implementar a partir de regulaciones concretas. En el caso de los sistemas solares térmicos, otra de las medidas con un impacto importante, éstos siguen siendo parte de la agenda del regulador y volverán a ser impulsados por una nueva franquicia tributaria a partir de este año.

FASE 3

EDIFICACIÓN

1. Acondicionamiento térmico de viviendas

COMUNIDADES ENERGÉTICAS

2. Redes inteligentes
3. Calefacción distrital y otras tecnologías no convencionales

Tabla 3 Medidas de mitigación Fase 2 y Elementos de visión Fase 3, sector residencial

[13] Estándares mínimos de eficiencia.

En el caso del autoabastecimiento eléctrico, este ya fue regulado mediante el instrumento net billing, que si bien ha sido bastante criticado por varios sectores interesados, es la herramienta definida por la ley para promover este mercado.

Finalmente, a pesar de que existen 3 medidas en la Fase 2 orientadas a la edificación, el acondicionamiento térmico de viviendas sigue teniendo el mayor potencial de reducción de consumo energético y de emisiones de GEI (además de los co-beneficios mencionados previamente), debido a la gran cantidad de viviendas existentes que hay que reacondicionar, con mayores exigencias que las planteadas inicialmente; además de las viviendas nuevas que requieren un estándar más exigente de construcción.

3. Resumen de reflexiones para un desarrollo bajo en carbono en el sector residencial (Fase 3)

Dado que en la Fase 2 del proyecto MAPS Chile y en otras iniciativas gubernamentales que se han desarrollado en el último tiempo, como la Agenda de Energía, ha existido un importante avance en muchos de los sectores relacionados con Eficiencia Energética en dispositivos eléctricos (MEPS y otros). De esta forma, si bien en la Fase 2 se detectó un importante potencial de reducción de emisiones de GEI del sector al 2030, relacionado con el mejoramiento del acondicionamiento térmico de viviendas, es posible poner una mayor ambición y mayores restricciones en este ámbito para lograr estándares de reglamentación térmica más exigentes. Ello se refuerza con el gran volumen de viviendas existentes que requieren mejoras en este ámbito y los co-beneficios en salud que se logran con la aplicación de estas medidas.

Sobre esta base, es posible imponer una meta de desempeño energético en el sector al 2050, de manera que el 100% de las viviendas nuevas y un porcentaje relevante de las antiguas (no determinado aún) consuman menos de 15 kWh/m2 en el centro-norte del país y de 30 kWh/m2 en el sur. Además, el MINVU promueve la meta de cero emisiones al interior de las viviendas en el 100% del parque de viviendas.

Es importante relevar los principales impulsores del acondicionamiento térmico de viviendas en el país y que, como se mencionó previamente, ellos corresponden a la reducción de la pobreza energética y de los impactos en salud por contaminación local e intra-domiciliaria.

De la misma forma se requiere enfrentar los principales desafíos en el ámbito del desempeño energético de las viviendas para avanzar hacia el desarrollo bajo en carbono en este sector. Ellos corresponden a la gran cantidad de casas a reacondicionar (más de 5 millones en la actualidad), la falta de capacidades técnicas para su adecuada implementación y los requerimientos de certificación y estándares de construcción.

Por otra parte, el país debe aprovechar el concepto del desarrollo de las comunidades energéticas, a través del uso de soluciones comunitarias, tanto eléctricas como térmicas, entre las que se han estudiado las redes inteligentes y la calefacción distrital, etc. Para ello se requiere promover el uso de instrumentos y tecnologías adecuadas para su implementación y de modelos de negocios que permitan darle viabilidad económica en el tiempo.

Industria y Minería

En este sector se destaca que los elementos que se proponen mantienen la coherencia con las visiones o propuestas de grupos de trabajo de estudios previos o iniciativas que se desarrollan en paralelo:

- Minería: Una Plataforma de Futuro para Chile
- Una Minería Sostenible en la Zona Central de Chile: Escenarios al 2035
- El Futuro de la Minería en Chile (CSIRO)
- Programas Estratégicos Nacionales del CNID
  - Industria solar
  - Construcción sustentable
  - Otros
- Mesa de discusión de ley de Eficiencia Energética
- Energía 2050
- Otros

Se han considerado como un insumo fundamental para este trabajo los Programas Estratégicos Nacionales del CNID (CORFO, 2015), que se basan en el concepto de especialización inteligente, el cual:

- Apunta a fortalecer la competitividad a partir de oportunidades y desafíos de mercado
- Hace énfasis en resolver fallas de coordinación y generar masa crítica de recursos en sectores o industrias con potencial de crecimiento, para moverse a un nuevo equilibrio de mayor valor para la sociedad
- Persigue diagnosticar brechas competitivas y construir hojas de ruta para reducirlas, mediante una sólida articulación pública-privada
- Busca desarrollar bienes públicos habilitantes para la competitividad, como la Formación pertinente de capital humano; mayor Inversión en infraestructura física y conectividad habilitante; el desarrollo de una Infraestructura tecnológica común y la creación de una mejor normativa y aspectos regulatorios.

1. Diferencias con respecto a lo realizado en la Fase 2 del proyecto MAPS Chile

A continuación, se enumeran un conjunto de diferencias con respecto al ejercicio realizado en la Fase 2 del proyecto MAPS Chile (MAPS Chile, 2014).

- Se analizan nuevas medidas de mitigación con el objeto de avanzar hacia un desarrollo bajo en carbono, más allá de lo alcanzado durante la Fase 2 del proyecto MAPS Chile.
- Las medidas de mitigación se identifican a partir de los elementos de visión de largo plazo.
- Las medidas no son cuantificadas en términos de costos de inversión y operación como se hizo en la Fase 2 del proyecto.
- No se evalúan los impactos macroeconómicos.

En este sector se propusieron 3 tipos de medidas en la Fase 2 del proyecto, las que englobaban un total de 16 acciones específicas. De acuerdo a lo discutido con el GCV y tratando de buscar una mayor ambición en las reducciones de CO_2 y nuevos enfoques no considerados previamente, en la Fase 3 se definieron cuatro ejes temáticos que consideraron 8 medidas específicas de largo plazo. En la Tabla 4 se resume esta evolución entre ambas fases del proyecto.

Los dos elementos que se repiten en ambas fases, reducciones directas de CO_2 en la industria y eficiencia energética, tienen que ver con una decisión de buscar otros enfoques o alcances distintos a los planteados en la Fase 2.

FASE 2

REDUCCIONES DIRECTAS DE CO_2

1. Captura y almacenamiento de CO_2 (CAC) en subsectores de alta intensidad de emisiones de GEI

EFICIENCIA ENERGÉTICA

2. Instalación de cogeneración para plantas existentes
3. Recambio de motores eléctricos
4. Restricción a la entrada de motores eléctricos ineficientes, mediante MEPS[14]
5. Uso eficiente de la energía en la industria impulsada por auditorías energéticas y aplicación de medidas detectadas
6. Sistemas de gestión de la energía
7. Estándar (voluntario) de eficiencia energética en nuevos proyectos mineros
8. Restricción a la entrada de otros equipos industriales mediante MEPS
9. Sistemas para recuperar excedentes de calor de procesos térmicos
10. Medidas de eficiencia energética para el transporte en la minería

ENERGÍA LIMPIA

11. Proyectos de autogeneración de energía eléctrica con ERNC en plantas industriales y mineras
12. Impulso a redes más limpias introduciendo un Factor de Emisión basado en contratos y chequeado contra generación efectiva de esos contratos
13. Energías renovables para usos térmicos en instalaciones nuevas y existentes
14. Uso de combustibles convencionales de bajas emisiones de GEI para usos térmicos
15. Utilización de combustibles no convencionales de bajas emisiones de GEI para usos térmicos
16. Recuperación de energía potencial por transporte de material en la minería

FASE 3

REDUCCIONES DIRECTAS DE CO_2 EN LA INDUSTRIA

1. Captura de carbono en industria del cemento y otras

EFICIENCIA ENERGÉTICA

2. Nuevos proyectos mineros
3. Metas de eficiencia energética para sectores industriales y proyectos mineros existentes

NUEVOS ENFOQUES Y DESARROLLOS PRODUCTIVOS

4. Producción de ciclo cerrado y ecología Industrial
5. Industria solar
6. Desalación de agua
7. Construcción sustentable

INDUSTRIA MINERA EXTRACTIVA CON MENOR APORTE A LA ECONOMÍA

8. Plataforma de servicios mineros

Tabla 4 Medidas de mitigación Fase 2 y Elementos de visión Fase 3, sector industria y minería

[14] Estándares mínimos de eficiencia.

En el caso de las reducciones directas de CO_2, en la fase anterior esta medida se planteó con un alcance de captura, transporte y almacenamiento de CO_2 (CCS), subterráneo o bajo el mar, con una penetración muy baja, dados los pocos antecedentes existentes y el desarrollo preliminar de la tecnología. Sin embargo, el CCS se ha desarrollado de manera muy importante en los últimos años, existiendo varios proyectos económicamente rentables, pero su etapa de almacenamiento es muy cuestionada por cierta parte de la comunidad científica y en particular por los miembros del GCV. De esta forma, se decidió reconsiderarlo en esta fase, pero sólo con un alcance de captura y uso alternativo del CO_2, pensando principalmente en la industria del cemento.

En el caso de la Eficiencia Energética, dada la actual contingencia de la elaboración de una futura ley de eficiencia energética para Chile, se contempla avanzar con mayor ambición en la implementación de medidas en este sentido. En particular se considera la definición de metas de eficiencia energética para proyectos actuales y la definición de estándares de diseño de nuevos proyectos mineros, incluyendo la eficiencia energética como una variable relevante.

2. Reflexiones para una industria y minería baja en carbono (Fase 3)

La Tabla 5 resume los elementos de visión para un desarrollo bajo en carbono que se han identificado. Excepto las reducciones directas de CO_2 en la industria, que se enfoca directamente en este ámbito, el resto de las opciones no tienen al cambio climático como el elemento movilizador de las mismas. Sin embargo, ellas son coherentes con las políticas de cambio climático y un desarrollo bajo en carbono.

EJE TEMÁTICOS	TEMA
Reducciones directas de CO_2 en la Industria	Captura de carbono en industria del cemento y otras
Eficiencia energética	Nuevos proyectos mineros
	Metas de eficiencia energética para sectores industriales y proyectos mineros existentes
Nuevos enfoques y desarrollos productivos	Producción de ciclo cerrado y ecología Industrial
	Industria solar
	Desalación de agua
	Construcción Sustentable
Industria minera extractiva con menor aporte a la economía	Plataforma de servicios mineros

Tabla 5 Elementos de visión para un desarrollo bajo en carbono, sector industria y minería

En particular se ha considerado el escenario de una industria minera extractiva con menor aporte a la economía, lo que obliga a desarrollar otro tipo de negocios para Chile, en particular una importante plataforma de servicios mineros que exporte sus desarrollos al resto del continente y el mundo. Ello se complementa con otras opciones industriales novedosas que se están analizando en la actualidad.

A continuación se describen los temas (elementos de visión) considerados en el sector.

Captura de carbono en industria del cemento y otras. Consiste en el desarrollo y búsqueda de iniciativas para capturar / reutilizar las emisiones directas de GEI de la industria. Consiste en la separación del CO_2 emitido por la industria, su almacenamiento y su aislamiento de la atmósfera a largo plazo. Dada la incertidumbre respecto al almacenamiento del CO_2 bajo tierra o el mar, se explora como la opción más cercana la carbonatación mineral y reutilización en procesos e industria de alimentos y medicina, entre otros.

Nuevos proyectos mineros. Incentivo para que nuevos proyectos mineros consideren estándares de eficiencia energética desde la etapa de diseño, apuntando hacia el concepto de minería invisible, y considerando la minimización de otro tipo de impactos, como el uso del agua, disposición de relaves, emisiones de contaminantes, etc.

Metas de eficiencia energética para sectores industriales y proyectos mineros existentes. Avanzar en reducción de consumo e intensidad energética por sobre las exigencias que defina la futura ley de Eficiencia Energética.

Producción de ciclo cerrado y ecología Industrial. Avanzar hacia la producción de ciclo cerrado y ecología industrial. Para ello se postula la reestructuración de métodos de producción, buscando la minimización o eliminación de materiales vírgenes e integrar los sistemas de producción a través de asociaciones ambientales, parques industriales ecológicos, etc. Representa una visión integrada del impacto ambiental de los sistemas industriales, donde una planta industrial no es analizada aisladamente, sino como parte de un sistema, de manera análoga a como una especie es estudiada por los ecólogos como parte de un ecosistema. El desarrollo metodológico de la ecología industrial coincide con la tendencia actual por parte de las empresas a verse como parte de una cadena de valor, en la que el éxito de un eslabón de la cadena no puede darse a costa de someter a una presión desmesurada a proveedores o clientes si no quiere ponerse en peligro la cadena entera.

Industria solar. Desarrollo de una industria de energía solar a partir de soluciones de base tecnológica que cumplan con estándares de calidad de clase mundial y precios competitivos, para mejorar sustancialmente la productividad del país y transitar hacia una economía del conocimiento, aprovechando las privilegiadas condiciones de laboratorio natural que presenta el país. Considera la industria que transforma la radiación del sol en soluciones de abastecimiento energético, cubriendo los eslabones de la cadena de valor en donde Chile cuente con ventajas potenciales, incluyendo tanto las tecnologías (ej. almacenamiento) como los servicios (ej. mantenimiento) conexos. Su alcance es la adaptación y desarrollo de las diferentes tecnologías (fotovoltaica, CSP y termosolar) para aplicaciones comerciales.

Desalación de agua. Desarrollo de tecnologías para conversión del agua salada en agua potable y su impulsión a los centros de consumo. Considera

el uso de tecnologías eficientes para la conversión y uso de energía solar para la desalación e impulsión del líquido a los centros de consumo, en particular las faenas mineras en la cordillera.

Construcción sustentable. Desarrollo de la industria de la construcción de edificaciones, en todos sus eslabones, incorporando sustentabilidad como factor adicional de competitividad, para optimizar el valor del activo inmobiliario, reducir costos de operación y acceso de edificaciones de mejor estándar y generar conocimiento asociado para un mercado global, fortaleciendo la cadena de valor desde una perspectiva holística, principalmente a través de la coordinación y articulación de actores, provisión de bienes públicos, generación de innovación y mejoras regulatorias, propiciando a la vez un cambio cultural en torno al valor de la sustentabilidad.

Plataforma de servicios mineros. Transición hacia industria de servicios más desarrollada. "Programa Alta Ley: de los recursos naturales al conocimiento". Desarrollo de una industria exportadora de tecnologías y servicios intensivos en conocimiento (METS) para atender necesidades de la minería a nivel global y también de otras industrias. Ello se enmarca en el eje Minería Virtuosa de la iniciativa "Minería: Una Plataforma de Futuro para Chile" que busca fortalecer la competitividad y productividad y tiende a generar las condiciones para que emerja un ecosistema robusto de innovación.

3. Uso de suelo

Medidas de mitigación diseñadas en Fase 2 vs temas de mitigación de largo plazo explorados en Fase 3

Durante la Fase 2 del proyecto se diseñaron y evaluaron 14 medidas de mitigación: 6 del sector forestal y 8 del sector agropecuario. Durante la Fase 3 se exploraron diversos temas para la mitigación en el largo plazo (ver Tabla 6), algunos de los cuales habían sido investigados dentro de las medidas de Fase 2, mientras otros corresponden a nuevas ideas surgidas y profundizadas durante esta última etapa del proyecto (destacadas en color).

Como se observa en la tabla, el tema de manejo de suelo y de la captura de carbono asociada fue investigado en varias de las medidas de Fase 2 (Fomento a la agricultura orgánica, Cero labranza, Incorporación de materia orgánica estabilizada y Sistemas silvopastorales). Del mismo modo este tema fue nuevamente levantado durante la Fase 3 porque se estimó que era necesario profundizar su estudio y darle mayor relevancia a la oportunidad de mitigar en el largo plazo mediante el potencial del suelo para capturar carbono. Este tema se puede sintetizar en el fortalecimiento del SIRSD-s, específicamente en dar mayor cabida a algunas prácticas de este programa que además de recuperar suelos degradados tengan la capacidad de fomentar la captura de carbono en el suelo.

FASE 2

14 MEDIDAS DE MITIGACIÓN SECTORIALES

AGROPECUARIO

1. Mejoramiento de la dieta de alimentación en bovinos
2. Uso de fertilizantes con inhibidores del ciclo del nitrógeno
3. Fomento a la agricultura orgánica
4. Cero labranza
5. Implementación de biodigestores
6. Mejoramiento genético vegetal
7. Incorporación de materia orgánica estabilizada
8. Utilización de ERNC en agricultura en riego

FORESTAL

1. Captura de CO_2 mediante la recuperación del bosque nativo degradado
2. Instrumento de fomento a la forestación
3. Edificación en madera y captura en madera de productos cosechados
4. Aumento de la productividad de plantaciones forestales por adopción de tecnología
5. Uso energético de raleos
6. Sistemas silvopastorales

FASE 3

TEMAS DE MITIGACIÓN DE LARGO PLAZO EN EL SECTOR USO DE SUELO (AGROPECUARIO+FORESTAL)

1. Cambios en los patrones de producción y consumo

a. Reducción en las pérdidas de las cadena de suministro
b. Huella de carbono
c. Cambio en la dieta (disminución consumo carne)

2. Manejo del suelo: Mejores prácticas para el secuestro de carbono. Fortalecimiento del SIRSD-S

a. Establecimiento de cubiertas vegetales y praderas
b. Cero labranza
c. Aplicación de materia orgánica compostada y guanos estabilizados
d. Incorporación de rastrojos
e. Biocarbón

3. Temas transversales

a. Adaptación y mitigación
b. Planificación territorial

Tabla 6. Medidas de mitigación Fase 2 y temas de largo plazo de Fase 3

Por otro lado, durante la Fase 3 se exploró el tema cambios en la dieta de las personas, referido fundamentalmente a la disminución del consumo de carne bovina. Este tema, si bien no fue investigado durante la Fase 2, sí se relaciona con la medida "Mejoramiento de la dieta de alimentación en bovinos", ya que el objetivo buscado es el mismo: disminuir las emisiones del sector ganadero, principal emisor del sector agropecuario.

Los demás temas explorados durante la Fase 3 no tienen su génesis durante la Fase 2 sino que son temáticas nuevas levantadas durante el proceso. Así por ejemplo está el biocarbón y la reducción de las pérdidas en la cadena de suministros. Del mismo modo, la huella de carbono es un tema que toma relevancia durante la última fase del proyecto.

Capítulo aparte requieren los temas transversales que surgen con fuerza durante la Fase 3 por ser considerados como estratégicos para este sector y abarcar al mismo tiempo otros sectores del proyecto MAPS.

Principales reflexiones que surgen para un uso de suelo bajo en carbono (Fase 3)

El proceso llevado a cabo para definir los ejes temáticos finalmente seleccionados y expuestos en este documento, contempló varias interacciones entre el equipo de investigación del proyecto y el Grupo de Construcción de Visión. De este modo, se detectaron dos grandes ámbitos de trabajo: i) cambios en los patrones de producción y consumo que consideró tres temas: reducción de las pérdidas en la cadena de suministros de alimentos, huella de carbono, y cambio en la dieta; y ii) mejores prácticas de manejo del suelo considerando el secuestro de carbono del suelo. Este tema, si bien había sido considerado

en algunas medidas de Fase 2, se investigó nuevamente en Fase 3 debido a su potencial de secuestro de carbono en el suelo (aspecto no indagado previamente). Estos dos ejes temáticos se indagaron y detectaron oportunidades y fortalezas, riesgos, desafíos y debilidades y finalmente líneas de acción sobre cómo abordar estos ámbitos para la mitigación.

Por otro lado, se detectaron dos temas de carácter transversal: i) planificación territorial y ii) vínculo entre adaptación y mitigación. Estos temas se abordaron de manera general, sin la posibilidad de entrar en definiciones específicas, debido a que requieren de una mirada intersectorial coordinadas para su puesta en práctica.

Cabe señalar que el tema planificación territorial comenzó con un carácter más específico, esto es, como manejo integrado de cuencas. Sin embargo, debido a que existen cuencas donde el problema principal es la disponibilidad de agua, y otras donde lo relevante es el uso del territorio, el enfoque para el manejo debe considerar estas singularidades, razón por la cual es más apropiado un enfoque de planificación territorial que permita abordar diversos desafíos.

Se incluyó el tema de adaptación debido a que al hablar de uso del suelo y considerar los sectores agropecuario y forestal, este cobra relevancia dada la estrecha relación entre el clima y el desempeño de estos sectores. Sin embargo, en el contexto de mitigación de largo plazo, más que un tema en sí mismo, se requiere detectar las oportunidades de sinergia entre ambos enfoques. De este modo, esta temática se considera de carácter transversal y con enfoque intersectorial.

No obstante durante la Fase 3 se haya analizado medidas para reducir las emisiones asociadas al sector ganadero, es necesario seguir explorando otras formas (innovadoras) de disminuir estas emisiones, debido a que las propuestas durante esta etapa suscitaron reparos en algunos integrantes del GCV.

Finalmente, el sector forestal no fue considerado en las medidas de mitigación de largo plazo, sin embargo es pertinente considerar por un lado que -a partir de los resultados obtenidos durante la Fase 2- se indica que las plantaciones son tendientes a ser carbono neutral en el largo plazo, y por otro lado el bosque nativo presenta externalidades positivas más allá de la captura de CO_2. Por lo tanto, medidas de este tipo deberán considerar estos aspectos.

13. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

DOCUMENTOS SECTORIALES DE FASE 2

[1] DICTUC UC, "Proyección Escenario Línea Tendencial 2012 y Escenarios de Mitigación del Sector Residuos Antrópicos", Estudio Proyecto MAPS Chile, abril 2014 (licitado a través de PNUD SDP 26/2013).

[2] FUNDACION CHILE, "Proyección Escenario Línea Tendencial 2012 y Escenarios de Mitigación del Sector Comercial, Público y Residencial", Estudio Proyecto MAPS Chile, abril 2014 (licitado a través de PNUD SDP 29/2013).

[3] INFOR/INIA, "Proyección Escenario Línea Tendencial 2012 y Escenarios de Mitigación del sector Silvoagropecuario y Cambio de Uso de Suelo", Estudio Proyecto MAPS Chile, abril 2014 (licitado a través de PNUD SDP 241/2013).

[4] INSTITUTE FOR STRUCTURAL RESEARCH (IBS), "MEMO II – a DSGE model as a climate policy assessment tool". Estudio Proyecto MAPS Chile y Ministerio de Hacienda, febrero 2014.

[5] OSCAR MELO, "Modelamiento y Proyección de emisiones de gases efecto invernadero en fertilizantes nitrogenados y ganado en Chile. Sector agropecuario 2013-2030 del proyecto MAPS Chile", Estudio Proyecto MAPS Chile, agosto 2014 (contratado a través de SSN).

[6] SISTEMAS SUSTENTABLES, "Proyección Escenario Línea Tendencial 2012 y Escenarios de Mitigación del sector Transporte y Urbanismo", Estudio Proyecto MAPS Chile, abril 2014 (licitado a través de PNUD SDP 246/2013).

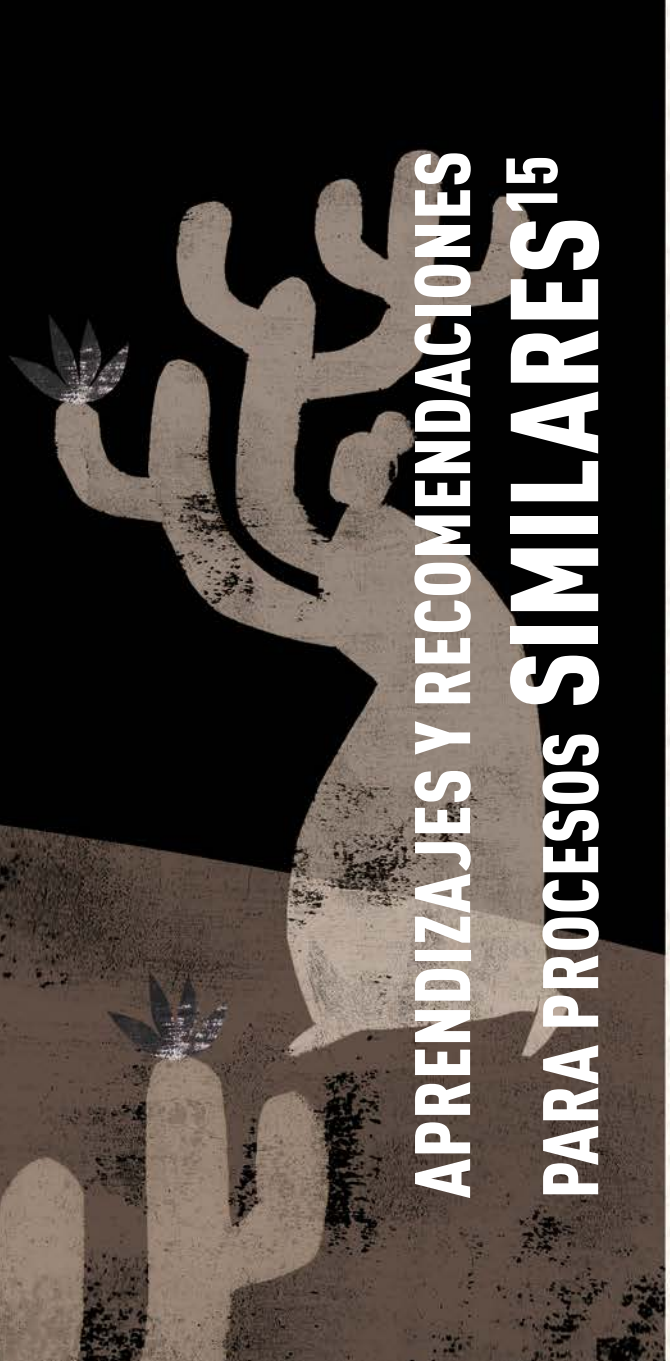
[7] UNIVERSIDAD CATOLICA, "Proyección Escenario Línea Tendencial 2012 y Escenarios de Mitigación del sectores de Generación Eléctrica y otros Centros de Transformación" Estudio Proyecto MAPS Chile, abril 2014 (licitado a través de PNUD SDP 27/2013).

[8] UNTEC, "Proyección Escenario Línea Tendencial 2012 y Escenarios de Mitigación de los sectores Minería y Otras Industrias", Estudio Proyecto MAPS Chile, abril 2014 (licitado a través de PNUD SDP 28/2013).

DOCUMENTOS SECTORIALES DE FASE 3

Documentos sectoriales y síntesis del análisis de co-impactos (autores: Anahí Urquiza, Francisco Molina y Paulina Calfucoy).

Documentos sectoriales sobre mitigación en el largo plazo: generación y transporte energía eléctrica (Carlos Benavides), transporte (Carlos Benavides), industria y minería (Manuel Díaz), residencial (Manuel Díaz), uso de suelo (Yasna Rojas y Marcia Montedonico).



APRENDIZAJES Y RECOMENDACIONES PARA PROCESOS SIMILARES[15]

MAPS Chile ha sido un esfuerzo inédito de colaboración entre el sector público, múltiples actores sociales e investigadores a nivel nacional con el fin de generar información relevante para alimentar la toma de decisiones en materias de cambio climático en el país. El trabajo desarrollado durante 4 años, con contribuciones de más de 300 personas, ha generado una serie de información de base para la formulación de políticas de cambio climático y desarrollo de capacidades personales e institucionales a nivel nacional, que esperamos sean una contribución al país para seguir avanzando en la generación de investigación en materias de cambio climático y en la formulación de políticas públicas para el país en este ámbito.

Mas allá de los resultados, el desarrollo del proyecto ha contribuído además, a generar una serie de aprendizajes sobre el diseño e implementación de proyectos que buscan acercar investigación y políticas públicas. Es por esto, que nos interesa poder plasmar en esta sección algunas de nuestras reflexiones y contribuir de esta forma a fortalecer las prácticas de personas interesadas en desarrollar proyectos de investigación que busquen ser relevantes en la toma de decisiones.

De esta forma, este texto describe las principales fortalezas y oportunidades de mejora que se han identificado como resultado de la reflexión del trabajo realizado. La recopilación de estas reflexiones son el resultado de temas tratados durante las reuniones del Grupo de Construcción de Escenarios (GCE), Grupo de Construcción de Visión (GCV), múltiples entrevistas a participantes del proyecto y conversaciones informales con miembros del equipo ejecutivo de MAPS.

[15] Esta sección ha sido coordinada por Paulina Calfucoy, parte del equipo MAPS Chile. Parte de sus contenidos provienen de entrevistas realizadas a diferentes actores clave del proyecto (ver Calfucoy, P., 2015. *Building Institutional Capacities For Climate Change Policies Formulation In Developing Countries: The Case Of MAPS Chile, Santiago, Chile).*

1. PRINCIPALES FORTALEZAS

EL PROCESO PARTICIPATIVO DE CO-PRODUCCIÓN

Desde su origen el proyecto MAPS consideró en su diseño la construcción de conocimiento a partir de un proceso participativo, incluyendo investigadores, responsables de políticas públicas y actores sectoriales y de la sociedad civil vinculados a los temas de cambio climático. El planteamiento que está detrás del enfoque de trabajo de MAPS es que la construcción de evidencia para la toma de decisiones se ve favorecida si se piensa como un proceso de co-producción de conocimiento, donde múltiples perspectivas pueden contribuir a robustecer los resultados, entregar credibilidad a los mismos y mejorar su relevancia e incidencia. Así, este proceso difiere de aquellos en que los resultados se generan de manera independiente entre consultores o expertos y actores sociales y/o responsables de las políticas públicas, donde los primeros generan información de manera aislada y los segundos son receptores de la evidencia generada.

Resulta complejo medir y evaluar el nivel de credibilidad, robustez y relevancia de los resultados de MAPS Chile y más aún la contribución del proceso participativo en la consecución de estos objetivos. Sin embargo, en las entrevistas realizadas a participantes en el proyecto, el proceso de co-producción de evidencia se destaca como uno de los aspectos más relevantes y distintivos del proyecto que contribuyó de manera significativa a la calidad de los resultados obtenidos.

Para alcanzar los resultados de la Fase 1 y 2 del proyecto, la modelación de las emisiones de gases de efecto invernadero para el país en el largo plazo planteaba desafíos metodológicos y técnicos relevantes para la gestión del proyecto. En particular, la estimación de GEI al 2050, requería de bases de datos robustas y completas a nivel sectorial, idealmente series de tiempo que permitieran identificar tendencias en el largo plazo. Por otra parte, era necesario formalizar supuestos validados para realizar las proyecciones y aclarar parámetros de entrada para la modelación, así como aplicar un análisis de sensibilidad que diera cuenta de la incertidumbre asociada a la modelación en el largo plazo. Al mismo tiempo, era necesario identificar medidas de mitigación pertinentes para el país y construir escenarios de mitigación que serían evaluados en su impacto sobre variables macroeconómicas claves.

Para cumplir estas tareas, entre los miembros del GCE, consultores e integrantes del equipo de investigación, existe acuerdo respecto a que los resultados de MAPS en sus Fases 1 y 2 fueron ampliamente beneficiados por la participación de expertos de múltiples sectores, ya sea como parte del GCE o Grupos Técnicos de Trabajo (GTT). El diseño del trabajo facilitaba la co-producción de conocimiento entre expertos modeladores y actores claves en temas de mitigación a nivel nacional.

El trabajo de co-producción de conocimiento permitió por una parte mejorar los resultados al validar supuestos y acordar tasas de penetración de tecnologías acordes a las tendencias internacionales pero ajustadas a la realidad nacional y así generar información más robusta y pertinente a la realidad del país. Frente a la debilidad de las bases de datos iniciales, la incorporación de juicio experto en el proceso de modelación permitió integrar información que de otra forma podría no haber sido modelable por razones de tiempo, recursos y factibilidad técnica.

Al mismo tiempo, las personas que participaron del proyecto, como parte del GCE y GTT, relevan la contribución del proceso a la credibilidad de los re-

sultados a partir de la experiencia de conocer en detalle y a lo largo de todo el ejercicio las decisiones metodológicas que fueron adoptándose para alcanzar los resultados finales, facilitando un proceso de aprendizaje compartido. Las personas identifican que el proyecto ofreció la "oportunidad de aprender de las dinámicas de otros sectores", "la oportunidad de visualizar espacios de complementariedad con otros colegas y temas" y "la oportunidad de aprender de herramientas metodológicas" para seguir trabajando en temas relacionados con el cambio climático y la mitigación.

Aún cuando los resultados del proyecto, propenden a la síntesis y simplificación de un tema tan complejo como la mitigación para enfrentar el cambio climático, el ejercicio de co-producción implementado por MAPS transparenta de mejor manera las incertidumbres y complejidad de las estimaciones y decisiones metodológicas que estuvieron a la base de los estudios.

Respecto de la gestión del proceso y en particular la fidelización de los participantes, el proyecto enfrentó grandes desafíos y fue exitoso. Un núcleo de aproximadamente 70 personas participaron en una buena proporción activamente hasta el final del proceso y se hicieron parte y coresponsables de la generación de resultados. El nivel de fidelización, a juicio de los entrevistados, se explica en parte por: las expectativas acerca del nivel de incidencia de los resultados, la calidad de las discusiones, y la efectividad de las reuniones, lo que representaba para los participantes una oportunidad de aprender y generar relaciones con otros expertos y al mismo tiempo, sentir que su tiempo era valorado al notar avances continuos en el proceso. En este punto, el diseño de las reuniones, oportunidad para la presentación de los resultados, y el seguimiento personalizado del líder del proceso participativo jugaron un rol fundamental.

De esta forma, la mayoría de las personas entrevistadas consideran que el enfoque de co-producción de conocimiento implementado por MAPS: i) contribuyó a mejorar la credibilidad de los resultados del proyecto a partir de trasparentar las decisiones metodológicas, las fuentes de información, los supuestos que fueron considerados en la modelación y los criterios de evaluación utilizados, ii) permitió hacer parte a todos los actores en la comprensión acerca de la incertidumbre y posibles sesgos en la generación de resultados propios en temas tan complejos como la mitigación del cambio climático en el largo plazo, iii) mejoró la robustez de los resultados a partir del ejercicio de integrar conocimiento experto en el desarrollo de la investigación y facilitó el acceso a información crítica que no se encontraba sistematizada, y/o que descansaba en la experiencia y conocimiento de expertos y finalmente, iv) contribuyó a generar resultados de mayor relevancia, en la medida que personas incidentes en la toma de decisiones a nivel público y privado participaron activamente del ejercicio.

El enfoque de MAPS Chile resultaba un ejercicio inédito en el país y en particular para la mayoría de las personas que estaban vinculadas y eran responsables del proyecto. Aún cuando se contaba con la experiencia y acompañamiento de *MAPS Programme* desde Sudáfrica, al equipo chileno le correspondía la responsabilidad del diseño en detalle y la gestión. Frente a este desafío, el proyecto se caracterizó por ciertos atributos relevantes de ser considerados entre los aprendizajes y aspectos a destacar.

UN MANDATO CLARO Y VALIDADO POR LAS AUTORIDADES POLÍTICAS

Una de las principales fortalezas de MAPS Chile fue contar con un Mandato claro y validado por las autoridades políticas. El Mandato, firmado por seis

ministros al inicio del proyecto, estableció una hoja de ruta clave para MAPS Chile de tal forma de mantener durante los cuatro años de gestión un norte a seguir y respecto del cual alinear los esfuerzos estableciendo con claridad los objetivos del proyecto y las preguntas relevantes a ser respondidas. Cada vez que resultó necesario establecer definiciones sobre la pertinencia y utilidad de algún tema a abordar, el mandato establecía el propósito del proyecto y al mismo tiempo entregaba un respaldo político a la gestión. Como reflejo de la relevancia del Mandato, la Fase 3 del proyecto, que no estaba explícitamente considerada en este documento, enfrentó algunas dificultades para precisar el plan de trabajo y comprometer a todos los diversos actores en su ejecución.

La gestión del proyecto implicaba grandes desafíos para el equipo de trabajo que debió aprender en el camino a desarrollar el proyecto con claridad de los objetivos pero flexibilidad en la gestión de los tiempos y definiciones metodológicas, aprendiendo de la experiencia que el propio proyecto iba generando para ajustar el trabajo y definiciones en el camino. La articulación entre la existencia de un norte claro expresado en el mandato y gradualidad y flexibilidad al abordar los desafíos a lo largo del proyecto favoreció la gestión.

CLARIDAD AL TRANSMITIR EL ALCANCE Y EL CARÁCTER DEL PROYECTO

Entre todos los actores entrevistados que fueron parte del proceso existía claridad respecto a que el principal objetivo del proyecto era generar evidencia para informar la política en temas de cambio climático y que el carácter de los resultados era no vinculante.

Esta definición fue crucial para facilitar la convocatoria y disponibilidad a participar de los diferentes actores, así como disminuir las desconfianzas respecto del proyecto por parte de quienes podrían asumir en el futuro algún tipo de responsabilidad en la implementación de medidas, aún cuando la mayoría de los actores intuía la relevancia que podrían adquirir los resultados del proyecto y su posible incidencia en la toma de decisiones.

INCIDENCIA EN LA TOMA DE DECISIONES

Los hechos indican que los resultados de MAPS fueron considerados como un insumo relevante en la definición del INDC y seguirán siendo un insumo valioso para la elaboración del Plan Nacional de Acción sobre Cambio Climático y otras políticas como el Plan de Descontaminación de la Región Metropolitana. Esto no significa que los resultados serán o debieran ser considerados en su integralidad (algunas de las medidas serán consideradas y otras no, algunas de las medidas serán reevaluadas y redefinidas), así como tampoco serán necesariamente considerados los escenarios más ambiciosos en cuanto a mitigación. Para algunos esto es una falla del proyecto puesto que el fin último es responder de manera efectiva al cambio climático, mientras que para otros es una constatación de lo esperable en la relación entre ciencia y políticas públicas, donde los resultados de la investigación son "uno" de los insumos relevantes en la toma de decisiones, los cuales pueden ser tanto obviados, como considerados o ponderados con otros criterios e información relevante para la política pública.

EL ENFOQUE DE CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS Y EL ANÁLISIS DE LA INCERTIDUMBRE

Estrechamente vinculado con el punto anterior, entre los aspectos más destacados de la propuesta metodológica de la Fase 1 y 2 del proyecto están la construcción de escenarios y el análisis de incertidumbre de los resulta-

dos. El enfoque metodológico de la Fase 1 y 2 del proyecto, que consistía en la construcción de escenarios, permitió evaluar diferentes alternativas con un parámetro de evaluación común y así abrir las posibilidades de elección a los tomadores de decisión, dejando en el espacio de la política la ponderación de los antecedentes junto con otros criterios técnicos y no técnicos para tomar decisiones de política pública. Al mismo tiempo, la construcción de escenarios permitió disponer la información de manera simplificada, en función del ordenamiento de las medidas de mitigación de acuerdo a diferentes criterios adecuados al lenguaje de la política y relevantes para los actores que participaban del proyecto (eficiencia energética, ERNC, ER, entre otros).

Respecto a los análisis de incertidumbre, aun cuando los actores políticos son menos llanos a aceptar rangos de incertidumbre en los antecedentes técnicos para sustentar la toma de decisiones (Manski, 2013)[16], es también sabido que políticas públicas creíbles demandan cada vez más que éstas sean explícitas respecto de las limitaciones que existe en el conocimiento científico para fundar de manera irrefutable una decisión). De esta forma, el integrar análisis de sensibilidad a parámetros que se consideraron críticos para reflejar de mejor manera las incertidumbres en las dinámicas globales y de los sectores fue un aspecto metodológico valorado por los participantes.

2. PRINCIPALES ASPECTOS A MEJORAR

COORDINACIÓN Y AJUSTE A UN PROCESO QUE INCLUYE PARTICIPACIÓN E INVESTIGACIÓN

Temas como las dificultades administrativas en la gestión de múltiples consultorías simultáneas, la coordinación entre consultores y responsables del equipo académico, la articulación entre los esfuerzos de investigación y el proceso de participación, exigieron generar estrategias y asumir ritmos de trabajos diferentes a los que tradicionalmente existen en un ejercicio académico propiamente tal o en una consultoría para el sector público. Dentro de los aprendizajes prácticos está la necesidad de contar con contratos o términos de referencia que reconozcan los tiempos de consulta, el tiempo necesario para la revisión de resultados y validación, de tal forma de cumplir a cabalidad con los objetivos propuestos, sin que esto signifique una presión innecesaria sobre los equipos consultores o responsables de la gestión de los procesos de participación.

ESTRATEGIAS PARA LA CONFORMACIÓN DE LOS GRUPOS DE TRABAJO

La conformación de los diferentes grupos de trabajo –GCE, GTT, GCV, Paneles de Expertos– resulta crítico y una tarea difícil de abordar. Un diseño como MAPS no buscaba ser representativo de los principales sectores, ni diseñar la participación por cuotas o exclusivamente en función de los roles de las personas sino, más bien, las personas en su individualidad, con sus

[16] Manski, Charles. (2013). *Public Policy In An Uncertain World: Analysis And Decisions. Harvard University Press.*

propios atributos y conocimientos, y su potencial contribución como gestores de cambio, son relevantes. Entre los problemas enfrentados estuvo: i) la baja participación de ONGs y representantes del tercer sector así como de personas provenientes de diferentes regiones del país que en alguna medida restaron legitimidad y completitud al ejercicio, ii) la falta de participación de profesionales claves tanto por el conocimiento con que cuentan o por ser posibles agentes de cambio (por ejemplo, del sistema nacional de inversiones, el CDEC, el Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad, etc.), y iii) la falta de estrategias para vincular más estrechamente a las nuevas autoridades de gobierno en la gestión del proyecto.

En este punto, se destacan desafíos principalmente en la identificación de actores relevantes. El país cuenta con múltiples personas con condiciones de generar valor en estas instancias de participación y, por lo tanto, una búsqueda consciente y estructurada más allá de los actores sociales tradicionales resulta relevante y una oportunidad para mejorar en el futuro. En este sentido, un aprendizaje valioso por ejemplo, fue incorporar metodologías de búsqueda y selección diferentes en la tercera fase del proyecto, donde un diseño tipo "bola de nieve", a partir de referencias de expertos y la construcción de mapas de actores con la clara intencionalidad de sumar, por ejemplo, mayor participación de actores regionales, permitió incluir en el proceso a personas que no habían sido parte del proyecto y que generaron importantes contribuciones con sus conocimientos y perspectivas.

En cuanto al involucramiento de las nuevas autoridades, el proyecto MAPS quizás no fue del todo consciente de la necesidad de profundizar aún más en la integración de personas relevantes de la nueva administración en el corazón del proyecto, de tal forma de construir relaciones y contar con la oportunidad de transmitir cabalmente el trabajo realizado y los resultados que, de otra manera, resultan siempre complejos de compartir y, por lo tanto, validar por quienes han sido ajenos al trabajo desarrollado.

Es importante destacar que, aún en procesos tan amplios y complejos, las relaciones personales siguen siendo un pilar fundamental y, por lo tanto, un espacio relevante a salvaguardar para generar compromiso y adhesión. Aun cuando muchas personas participaron a lo largo de todo el proyecto, sigue siendo un desafío el desarrollo de estrategias para mejorar aún más la participación y en particular la continuidad de la participación, puesto que el valor y éxito del ejercicio depende en gran medida de recorrer en conjunto el proceso de generación de evidencia.

DEFINICIÓN DE ACUERDOS SOBRE LA RELEVANCIA Y OPORTUNIDAD DE LOS RESULTADOS

El proyecto se vio beneficiado por la evolución y los tiempos de las negociaciones internacionales sobre el cambio climático. Al inicio de MAPS Chile, el objetivo táctico más evidente era construir una línea base de emisiones legitimada para responder a los compromisos en el marco de Copenhague, así como anticiparse y evaluar medidas de mitigación y escenarios. La necesidad de proponer un INDC a ser presentada en la COP21, que se gestó en paralelo al desarrollo del proyecto, significó un impulso no buscado a la relevancia y utilidad de los resultados, particularmente en la Fase 2 de MAPS Chile. En este sentido, la oportunidad de la información, gracias a haber anticipado la generación de evidencia, fue clave. Del mismo modo, la respuesta a los requerimientos de las autoridades por parte del equipo de investigación, para generar información relevante para la construcción del INDC, también resultó

oportuna. No obstante, el trabajo de definición del INDC, por parte de la mesa gubernamental interministerial –muy similar en su composición al Comité Directivo de MAPS Chile— incluyó la solicitud al equipo del proyecto de diversos análisis adicionales de refinamiento de resultados.

Al respecto, hay actores (miembros del GCV y del CD) que consideraron que habría sido valioso que la tercera y última fase de MAPS Chile dedicara más tiempo y esfuerzo al refinamiento de resultados, para así responder con mayores antecedentes a la necesidad de definir un INDC por parte del país.

Por otra parte, el paso desde la generación de evidencia hacia la implementación de medidas aparece como un tema crítico que debió haber sido abordado con mayor énfasis en la Fase 3, de tal forma de continuar en la generación de información relevante para la toma de decisiones. Lo anterior abre un debate sobre el nivel de detalle y de flexibilidad exigido a los modelos implementados. Un modelo simple, probablemente permitirá ajustes rápidos de parámetros de entrada sujetos a modificaciones a costa de un impacto en la calidad de los resultados. Por otro lado, un modelo detallado permitirá obtener resultados más confiables a costa de una rigidez que haga difícil un nuevo cálculo, a partir de cambios en parámetros relevantes. La respuesta no parece obvia a la luz de la experiencia vivida en el proceso MAPS.

En este sentido, existen posibilidades de mejora en el ajuste de expectativas y la oportunidad de los resultados a partir de una mejor mediación entre investigadores y tomadores de decisión. Aun cuando existía un mandato, la definición de cuál es la evidencia más valiosa y en qué tiempos es un asunto discutible y que por lo tanto debe ser resuelto como parte de la gestión del proyecto, lo que requiere de criterio técnico y político, que resguarde la calidad de los resultados, así como su relevancia y oportunidad.

CONTRIBUCIÓN EN EL FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES INDIVIDUALES Y A NIVEL INSTITUCIONAL

En este ámbito la experiencia del proyecto es dispar. Por una parte la integración de múltiples equipos nacionales de consultores y del equipo de investigación en el proceso de generación de resultados significó la oportunidad de trabajar y desarrollar metodologías y experiencia entre gran parte de los integrantes de la comunidad de práctica de expertos en materias de cambio climático. En las entrevistas a consultores del proyecto, en su gran mayoría las personas declaran haber aprendido nuevos enfoques y metodologías como parte de su trabajo en MAPS y al mismo tiempo han seguido trabajando sobre la base de los resultados generados, mejorándolos y/o generando nuevas aplicaciones reflejando una contribución al fortalecimiento de capacidades en la generación de estudios y evidencia.

Sin embargo, el proceso de transferencia de metodologías y resultados a nivel institucional formal no fue integrado en el corazón del proyecto y por lo tanto, su desarrollo no alcanzó los resultados esperados de facilitar la transferencia de modelos a, por ejemplo, organismos del Estado que podrían beneficiarse de ellos.

GENERACIÓN DE ESTRATEGIAS DE COMUNICACIÓN

La información generada por MAPS Chile al final del proyecto se plasma en más de 1000 páginas de informes, modelos computacionales, bases de datos, decenas de presentaciones y varias publicaciones de resultados. La necesidad de transmitir estos resultados surgió a lo largo del camino y hasta hoy existe una brecha en la capacidad del equipo de comunicar adecuadamente

los resultados para mejorar la incidencia de los resultados y la inseminación de posibles oportunidades de contribuir en futuros ejercicios de generación de conocimientos en torno al cambio climático en el país.

Hasta la fecha resulta difícil sintetizar, identificar mensajes claves y representar gráficamente información para lograr comunicar mejor los resultados, sin que esto afecte la calidad y profundidad de los mismos. La complejidad y sofisticación de esta tarea, que muchas veces parece sencilla, superó las competencias de los equipos responsables del proyecto. Para la mayoría de las personas entrevistadas, incluyendo el propio equipo de trabajo, el desarrollo de estrategias de presentación y comunicación de resultados es un debe en la ejecución del proyecto, que al parecer no se resuelve exclusivamente por la contratación de una agencia o profesional, sino que requiere de una traducción sofisticada de resultados complejos en información relevante para diferentes tipos de audiencias.

Aun cuando, el ejercicio de MAPS incluyó a múltiples actores institucionales, hemos aprendido que es necesario desarrollar un trabajo específico con actores institucionales del mundo político, económico y social que no podrán ser parte directa del proceso por múltiples razones, entre ellas muchas prácticas y logísticas. Construir relaciones con estos actores a lo largo del proceso, presentar los avances y resultados de manera parcializada y recrear de manera diferente con ellos el proceso de presentación y generación de resultados podría generar un valor adicional al diseño de otros proyectos como MAPS Chile. Sin embargo, lo anterior debe mantener la coherencia de un proceso diseñado y centrado en la generación de evidencia, la que a su vez sirve de insumo a los tomadores de decisión en materia de cambio climático.

3. OTROS ASPECTOS ESPECÍFICOS

LA CAJA DE HERRAMIENTAS

El trabajo de MAPS Chile generó una serie de modelos e información que constituyen una base (o "caja de herramientas") para seguir construyendo evidencia en relación al cambio climático en Chile. Se requerirá de revisiones, ajustes y actualizaciones que permitan reflejar las nuevas condiciones que enfrenta el país y al mismo tiempo, incluir nuevos tipos de evidencia con el fin de facilitar el proceso de implementación. La definición de la información relevante para facilitar estos nuevos procesos se verá beneficiada en la medida que el sector público y privado puedan establecer nuevos requerimientos como los que anteriormente fueron plasmados en el mandato original del proyecto.

EL ENFOQUE DE PROYECCIÓN VERSUS VISIÓN

El desarrollo de evidencia en las Fases 1 y 2 se realizó a partir de un modelo proyectivo, en el cual los actores, situados desde el presente visualizaron alternativas de mitigación hacia el futuro. En la Fase 3 del proyecto se intentó desarrollar un ejercicio de *"backcasting"*, a partir de la definición de una visión para el país en el largo plazo, que buscaba identificar brechas respecto del presente y por lo tanto estrategias y medidas para superarlas. Asumir este nuevo enfoque buscaba identificar medidas innovadoras (fuera de la caja, o *"out of the box"*) respecto de lo trabajado en la Fase 2 del proyecto y alcanzar mayores niveles de ambición en la definición de medidas de mitigación en el largo plazo.

Sin embargo este ejercicio de backcasting no fue factible de trabajar puesto que un grupo importante de personas involucradas en el Comité Directivo

y GCV cuestionaron la pertinencia de definir una visión para el largo plazo de un Chile bajo en carbono, o asumir un único estándar para definir una visión de futuro para el país. Asimismo, el ejercicio fue percibido como fuera del alcance del mandato del proyecto. Una consecuencia directa de esta decisión es una falta de visión de consenso respecto de un "desarrollo bajo en carbono" como elemento orientador para poder evaluar estrategias de mitigación.

Lo anterior derivó en mantener un esquema de carácter proyectivo en la investigación de medidas de mitigación de largo plazo, condicionando el desarrollo de las mismas a la existencia de información y modelos disponibles para abordarlas. En consecuencia, queda la percepción que si bien se avanzó en la identificación de medidas de mitigación no contempladas en la Fase 2, se exploró sólo parcialmente el universo de medidas de mitigación disponibles en el largo plazo para el país.

Para el equipo MAPS, se mantiene pendiente avanzar en un diseño metodológico, que permita visualizar y ampliar las alternativas de mitigación a ser evaluadas, de tal forma de integrar en el análisis medidas relevantes y que implican cambios de paradigmas en el futuro, sin tener que estar anclados a las condiciones del presente.

EL FUTURO ES HOY; LA PRECAUCIÓN CON LOS *"LOCKS-IN"*

Un aspecto muy relacionado con el anterior es el hecho que en temas complejos como la mitigación del cambio climático, donde las acciones del presente tienen consecuencias en el mediano y largo plazo, se hace necesario contar con enfoques y herramientas que efectivamente faciliten comprender las consecuencias temporales de las acciones del presente. En particular, todo indica que los países deberán reducir significativamente sus emisiones, especialmente desde 2030 en adelante; bajo este contexto, por ejemplo, decisiones sobre generación termoeléctrica a carbón, sin captura de emisiones, podrían significar un "amarre" (o *lock-in)*, en términos de generación de emisiones que posteriormente es difícil –o muy costoso— revertir.

AL ANÁLISIS DE CO-IMPACTOS

Por su parte, en la Fase 3 del proyecto se logró experimentar exitosamente con una metodología de trabajo en la evaluación de co-impactos de medidas de mitigación seleccionadas, que esperamos sean un insumo relevante para la toma de decisiones y contribuya a la posibilidad de implementación de las medidas.

EL TRABAJO EN LA ESCALA SUB-NACIONAL

Se plantea como un desafío la modelación a nivel sub-nacional, regional y de grandes ciudades. Lo anterior se justifica tanto por criterios prácticos para el análisis de medidas que hoy se visualizan en su implementación a nivel sub-nacional, como por consideraciones estratégicas relacionadas con la emergencia de las ciudades como unidades de análisis e intervención más allá de los sectores productivos a nivel nacional.

LA ADAPTACIÓN Y LA MITIGACIÓN

En el ámbito de los temas de adaptación el proyecto MAPS pudo avanzar parcialmente identificando áreas donde existe potencial de integración entre ésta y las medidas de mitigación. Sin embargo, queda como desafío futuro

profundizar en las estrategias de adaptación, en el entendido que no constituyen un sustituto de las medidas y escenarios de mitigación explorados.

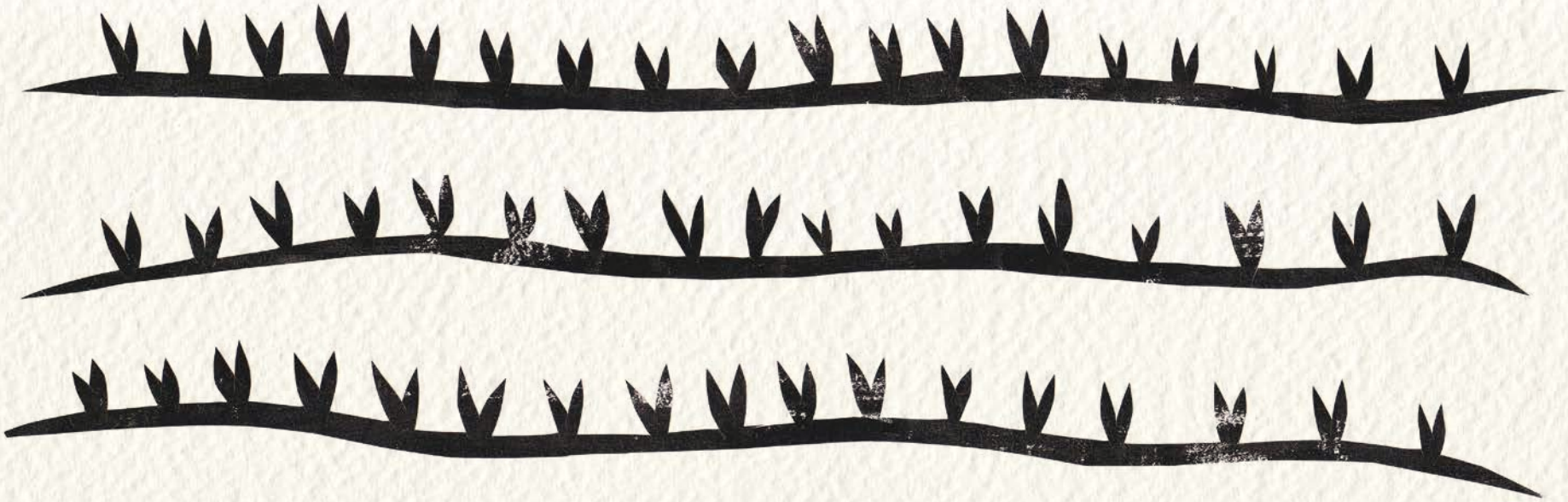
EL TRABAJO COOPERATIVO INTERNACIONAL

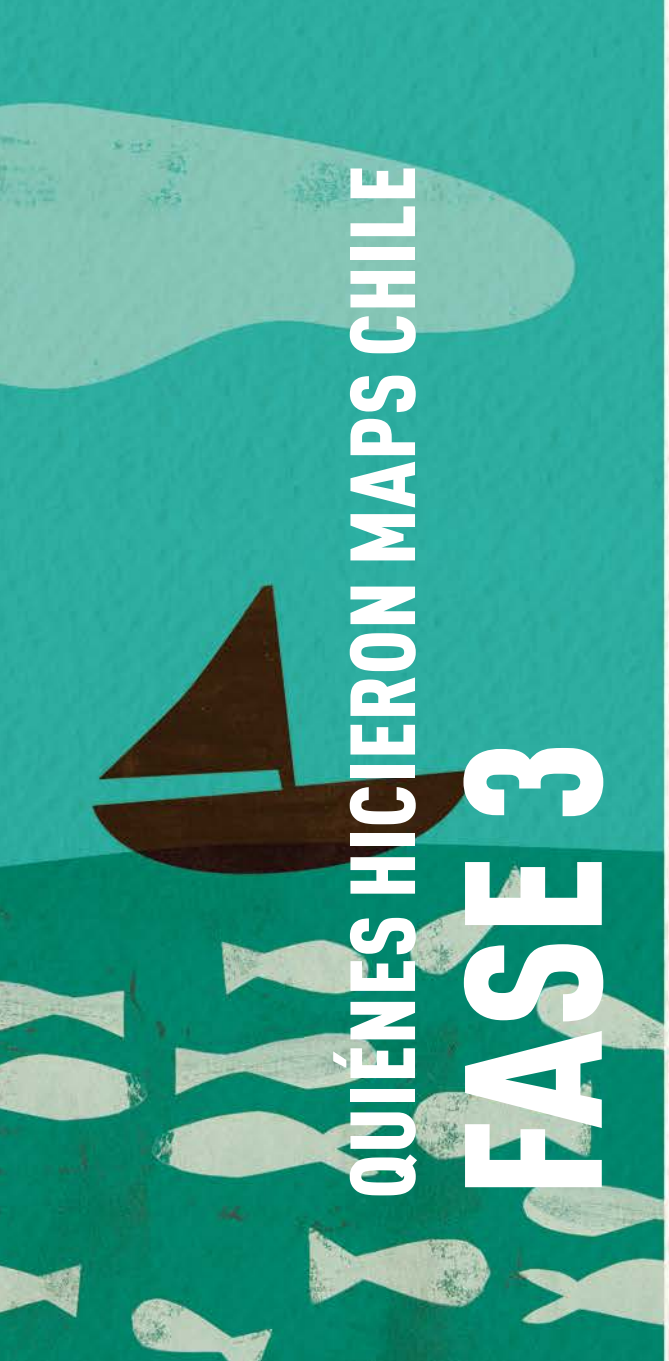
Finalmente, el equipo MAPS quiere destacar el aporte al proyecto que significó contar con una red de cooperación internacional a partir del apoyo recibido por el equipo de MAPS Internacional en Sudáfrica y los procesos MAPS en otros países de Sudamérica (Perú, Colombia y Brasil). De esta manera fue factible intercambiar oportunamente experiencias y avances en el ámbito del proceso, fuentes de información, modelaciones, criterios y herramientas de apoyo específicas. Esta red de trabajo también queda como un legado del proyecto que puede potenciar futuras actividades e iniciativas en torno al cambio climático.

4. EN CONCLUSIÓN

En conclusión, MAPS Chile ha sido un ejercicio relevante de integración de evidencia y participación multi-actor para abordar un tema de alta complejidad y contribuir concretamente a la toma de decisiones. Los 4 años de trabajo –con más de 300 personas directamente involucradas– permitirán avanzar en la mitigación del cambio climático en Chile y, una mirada atenta y crítica de su proceso, seguirá entregando lecciones sobre cómo mejorar la toma de decisiones sobre temas complejos en el país donde la interfaz entre ciencia y políticas públicas deberá seguir siendo entendida y abordada para contribuir a mejorar tanto la generación de conocimiento sobre temas complejos y la toma de decisiones a nivel público y privado.

La experiencia MAPS puede ser asimismo entendida como una transición hacia una estructura institucional más permanente que permita sostener este tipo de análisis en el tiempo. Lo anterior se sustenta en el carácter dinámico del estado del arte de esta materia (conocimiento en general, tecnologías, modelos sectoriales y macroeconómicos), y de los criterios y parámetros relevantes a considerar. De esta forma, se evitaría la necesidad de volver a construir desde las bases nuevos procesos de revisión de posibles estrategias de mitigación pertinentes para el país.





COMITÉ DIRECTIVO Y GRUPO DE CONSTRUCCIÓN DE VISIÓN

1. Paulina Aldunce

Doctora en Ciencias Sociales y Gestión de Recursos Naturales. Es profesora del Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales de la Universidad de Chile e investigadora asociada a la línea de Dimensiones Humanas del CR2. Sus áreas de investigación, son las dimensiones social e institucional de la gestión de desastres y el cambio climático, con énfasis en la gestión local. La doctora Aldunce es autora líder y editora de varios reportes del IPCC, a nivel nacional su trabajo es cercano a tomadores de decisiones y distintos actores sociales, como por ejemplo fue la jefa de proyecto encargada de diseñar el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático. Ha recibido distintos premios y distinciones como premio a la mejor docente de la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables 2004, investigadora destacada de la Universidad de Chile 2015, entre otros.

2. Richard Aylwin

Ingeniero civil mención Estructuras de la Universidad de Chile, Executive MBA Universidad Católica. Últimos diez años dedicado a gestión de uso eficiente de energía / energía sustentable en Codelco. Actualmente se desempeña como director de Energía Sustentable y Cambio Climático en dicha empresa.

3. Carlos Benavides Farías

Carlos fue el coordinador de investigación del proyecto MAPS Chile durante la Fase 1 y Fase 2. Durante la Fase 3 estuvo a cargo del análisis de largo plazo del sector generación eléctrica y sub-sector transporte del sector movilidad y ciudad, la refinación de resultados del sector generación eléctrica y la actualización del escenario requerido por la ciencia. Es ingeniero civil electricista y magíster en Ciencias de la Ingeniería de la Universidad de Chile. Actualmente trabaja como investigador del Centro de Energía de la Universidad de Chile. Sus principales intereses son la operación, planificación y regulación del sector energía y temáticas de cambio climático.

4. Hernán Blanco P.

Hernán fue el líder del proceso participativo de MAPS Chile. Es ingeniero civil hidráulico de la Pontificia Universidad Católica y *Master of Philosophy* en Medio Ambiente y Desarrollo, de la Universidad de Cambridge. Consultor con más de 20 años de experiencia en procesos de participación ciudadana, manejo de conflictos, responsabilidad social, sustentabilidad, cambio organizacional y evaluación ambiental estratégica; le interesa abordar los problemas complejos asociados al medio ambiente y el desarrollo sustentable a través del diseño e implementación de procesos participativos que incluyan investigación y acciones de intervención concretas.

5. Patricio Bofill

Ingeniero civil industrial con concentración en Medio Ambiente de la Universidad Adolfo Ibañez, Actualmente trabaja en la División de Desarrollo Sustentable en el Ministerio de Energía en la Unidad de Cambio Climático viendo los temas asociados a mitigación del cambio climático.

6. Nicola Borregaard

Doctora en Economía de Recursos Naturales de la Universidad de Cambridge, Inglaterra y máster en Economía de la State University New York de Estados Unidos. Fue directora del Programa País de Eficiencia Energética del Gobierno de Chile y miembro del Consejo Consultivo del Ministerio de Medio Ambiente. Ocupó cargos directivos en diversos centros de investigación de medio ambiente y en Fundación Chile. Actualmente es coordinadora de la División de Desarrollo Sustentable del Ministerio de Energía.

7. Ricardo Bosshard

Es ingeniero agrónomo de la Universidad Austral de Chile, magíster en Administración Ambiental de La Universidad de Dalhousie, Canadá, cuenta con un curso de especialización de economía ambiental de CSF en la Universidad de Stanford y un diplomado de gestión y liderazgo en el IMD, Suiza. Desde el año 2008 se desempeña como Director de WWF en Chile, y como tal ha participado en diferentes mesas como la comisión asesora presidencial para la evaluación del sistema de evaluación de impacto ambiental (SEIA) y fue miembro del Comité Consultivo Energía 2050 convocado por el Ministerio de Energía.

8. Waldo Bustamante Gómez

Ingeniero civil mecánico de la Universidad de Chile. Magíster en Desarrollo Urbano de la Universidad Católica de Chile y doctor (PhD) en Ciencias Aplicadas de la *Université Catholique de Louvain*, Bélgica. Asesor y experto en eficiencia energética en edificios. Ha participado en el diseño de las distintas etapas de reglamentación térmica de viviendas en Chile. Actualmente es profesor titular e investigador de la Escuela de Arquitectura de la Universidad Católica y sub director e investigador principal del Centro de Desarrollo Urbano Sustentable CEDEUS.

9. Paulina Calfucoy

Socióloga de la Pontificia Universidad Católica, magíster en Asuntos Públicos Internacionales de la Universidad de Wisconsin-Madison y PhD en Estudios del Desarrollo de la misma universidad. Paulina fue parte del equipo que lideró el proceso participativo de MAPS Chile, y coordinó el análisis de co-impactos en el sector transporte. Actualmente trabaja como consultora independiente. Le interesa principalmente la formulación de políticas públicas y el diseño metodológico de procesos participativos aplicados a temas

complejos como energía, cambio climático, medio ambiente y sustentabilidad del desarrollo.

10. Rodolfo Camacho

Ingeniero civil de la P. Universidad Católica de Chile, actualmente se desempeña como gerente de medio ambiente y cambio climático para BHP Billiton, División Minerals Americas, con supervisión de las operaciones en Chile, Perú y Australia. Fue miembro del Consejo Consultivo del Ministerio de Medio Ambiente de Chile entre 2008 y 2014, en representación del sector industrial (CPC). Preside la Comisión de Recursos Hídricos del Consejo Minero de Chile.

11. Andrés Camaño

Biólogo marino de la Universidad de Concepción, con diplomados en Ingeniería Ambiental y Gestión de Riesgo Operacional. Tiene más de 25 años de experiencia en compañías de los sectores minero, forestal y de energía. Fue gerente de asuntos ambientales en Minera Escondida, gerente corporativo de medio ambiente, seguridad, salud ocupacional y riesgos de Arauco y director de medio ambiente de *Golder Associates*. Ha participado en 25 publicaciones científicas y ha sido editor y coeditor de cuatro libros sobre medio ambiente, biodiversidad, contaminación y humedales. Preside el Grupo de Contaminación Marina del Comité Oceanográfico Nacional CONA, miembro del Consejo Empresarial de la Escuela de Recursos Naturales del DUOC, de la Red de Alta Dirección (RAD) de la Universidad del Desarrollo y actualmente es gerente general de ERM Chile.

12. Rodrigo Castillo M.

Abogado de la Universidad de Chile. Actualmente es director ejecutivo de la Asociación de Empresas Eléctricas A.G. Fue vicepresidente de Asuntos Legales y Regulatorios de la VTR GlobalCom S.A. Es director académico del programa de posgrado en Regulación Económica de la Universidad Adolfo Ibañez, y profesor de Derecho de la Regulación Económica y Derecho de las Industrias Reguladas de la misma universidad. Es académico del programa de Derecho Administrativo Económico de la Pontificia Universidad Católica de Chile, y profesor y coordinador del curso de Derecho de las Telecomunicaciones del Magíster en Nuevas Tecnologías y Telecomunicaciones de la Facultad de Derecho de la Universidad de Chile. Es miembro del Comité Consultivo de la Iniciativa Ministerial "Energía 2050", del Comité Ejecutivo de la Iniciativa "Escenarios Energéticos Chile 2030" y del Comité de Energía de SOFOFA.

13. Gustavo Chiang

Ingeniero civil químico de la Universidad de Concepción, diplomado en Gestión Ambiental Universidad de Chile, diplomado en Desarrollo Gerencial Universidad del Desarrollo. Desde hace 15 años está a cargo de la gestión ambiental de Cementos Bio Bio S.A. Actualmente se desempeña como jefe de medio ambiente en dicha empresa.

14. Julio Cordano

Licenciado en Historia, Universidad de Chile y máster en Gestión Pública, Universidad de Victoria, New Zealand. Diplomático de carrera, egresado de la Academia Diplomática y con destinaciones en Nueva Zelandia e Italia. Actualmente es jefe del Departamento de Cambio Climático y Desarrollo Sostenible, Dirección de Medio Ambiente, del Ministerio de Relaciones Exteriores.

15. Waldemar Coutts

Licenciado en Derecho y Ciencias Políticas, Universidad de Lovaina, Bélgica. Diplomado en Relaciones Internacionales, ENA, París. Ha ocupado el cargo

de subdirector de Medio Ambiente en el Ministerio de Relaciones Exteriores. Actualmente es director de Medio Ambiente y Asuntos Marítimos de dicho ministerio.

16. Marcos Crutchik Norambuena

Doctor y magíster en Energía Eléctrica de la Universidad de Tel Aviv, Israel. Fue investigador del Lewis Research Center de la NASA, EEUU. Es miembro del centro SERC-Chile y subdirector del Centro de Energía CDEA de la Universidad de Antofagasta. En la actualidad es decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antofagasta.

17. Michel de Laire P.

Ingeniero Ejecución en Electricidad de la Universidad de Santiago de Chile, Ingeniero civil industrial de la Universidad Técnica Federico Santa María y MBA de la Universidad Politécnica de Cataluña. Amplia experiencia en proyectos de infraestructura eléctrica, eficiencia energética y energías renovables. Desde el año 2008 participa en el comité ISO Energy Management, a cargo de la elaboración de la ISO 50001 y otras normas complementarias. Estuvo a cargo del área de Industria y Minería de la Agencia Chilena de Eficiencia Energética del 2011 al 2014. Cuenta con la certificación Certified Energy Manager, de la cual es entrenador autorizado por la Association of Energy Engineers. Actualmente se desempeña en la empresa Task Energy como consultor en eficiencia energética, gestión de la energía y sustentabilidad.

18. Javier del Río

Arquitecto de la Universidad Católica, AA Dipl (Hons) *Energy & Environment Prog.*, Reino Unido. Académico línea arquitectura y energía en la Escuela de Arquitectura Universidad Católica. Es consultor independiente para asesorías de ahorro y eficiencia energética en arquitectura, y columnista Econciencia en el Diario La Tercera. Recibió los premios de Fermín Vivaceta del Colegio de Arquitectos de Chile 2003, Arquitectura Sustentable Batimat 2011, Francia y Construcción con mirada de futuro Velux Chile 2013.

19. Manuel Díaz

Investigador del Centro de Energía FCFM y académico del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile. Manuel fue investigador en el proyecto MAPS Chile. Su experiencia reside en temas de gestión ambiental, energía, minería, cambio climático, análisis de riesgos, y de política energética. Tiene un grado de magíster en Ciencias en Gestión de Proyectos de Ingeniería del Medio Ambiente y Energía de la *École des Mines de Nantes*, y magíster en Ciencias en Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile. Es ingeniero de minas de la Universidad de Chile.

20. Annie Dufey

Economista de la Universidad de Chile y *Master of Arts* en Políticas de Medio Ambiente y Desarrollo de la Universidad de Sussex del Reino Unido. Fue secretaria ejecutiva de Energía 2050 -proceso de planificación participativa de la política energética y cofundadora, miembro del Comité Ejecutivo y Coordinadora del Comité Técnico de la Plataforma Escenarios Energéticos Chile 2030. Ha desempeñado diversos cargos en Chile y en el extranjero orientados a la investigación y formulación de políticas y estrategias integrales para un desarrollo sustentable en sectores prioritarios utilizando enfoques participativos e innovadores.

21. Valentina Durán Medina

Abogada U. de Chile, máster en derecho ambiental de la Universidad de París I Panthéon-Sorbonne. Académica de la Facultad de Derecho de la Universidad de Chile donde imparte la Clínica Ambiental en el pregrado. Experiencia en investigación, estudios y asesorías en las áreas de su especialidad, derecho y gestión ambiental, recursos naturales. Ejerce privadamente la profesión como abogada y consultora.

22. Laila Ellis

Ingeniera civil civil de Georgia Institute of Technology, Estados Unidos. Se ha desempeñado en cargos de sustentabilidad, seguridad, sistemas de gestión integrada y gestión de riesgos del negocio y operaciones. Ha trabajado en la minería en Sudamerica durante los últimos 15 años y actualmente tiene cargo de gerente de riesgos en el Área de Finanzas en Anglo American Copper.

23. Andreas Elmenhorst

Ingeniero civil (M.Sc.), es alemán que reside en Chile, donde es gerente y director de proyectos en la consultora ECOING. Tiene más de 20 años de experiencia en el área gestión integral de residuos sólidos y economía circular de recursos, además de su relación con el cambio climático.

24. Jacqueline A. Espinoza O.

Ingeniera agrónoma, doctora en Economía de la Empresa Agraria y Alimentaria, Agronegocios y Marketing Agroalimentario de la Universidad Miguel Hernández, España. Actualmente es la especialista y encargada de Cambio Climático en la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) del Ministerio de Agricultura de Chile.

25. Fernando Farías

Lidera el equipo MAPS Chile desde la jefatura del Departamento de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente de Chile. Es ingeniero civil Químico de la Universidad de Chile, M.Sc, y PhD. Environment del Imperial College London. Fernando tiene amplia experiencia en el diseño e implementación de políticas públicas para la reducción de GEI, planes de mitigación y adaptación de cambio climático, y calidad del aire.

26. Carlos Finat

Ingeniero civil electricista de la Universidad de Chile. Tiene una amplia trayectoria profesional, desarrollada en las industrias de energía, minería, tecnologías de información, defensa y automatización. Actualmente, es director ejecutivo de la Asociación Chilena de Energías Renovables (ACERA). Recientemente ha integrado el Comité Ejecutivo de Escenarios Energéticos, el Grupo de Construcción de Escenarios de MAPS Chile y el Consejo Consultivo Energía 2050 invitado por el Ministerio de Energía, entre otras cosas.

27. Fernando Flores

Ingeniero civil químico de la Universidad Técnica del Estado y magíster en Administración de Empresas de la Pontificia Universidad Católica con más de 25 años de experiencia en actividades relacionadas con el sector de pequeña y mediana minería. Desde junio de 2012 se desempeña en la Fundación Tecnológica de la Sociedad Nacional de Minería Federación Gremial (SONAMI) y la representa en instancias de coordinación público-privadas como el proyecto MAPS Chile. Durante su carrera profesional se desempeñó en diferentes cargos en la Empresa Nacional de Minería y como asesor de la Subsecretaría de Minería.

28. Rodrigo Fuentes

Ph.D. y *Master of Arts in Economics, University of California* Los Angeles (UCLA), ingeniero comercial y Magíster en Finanzas en la Universidad de Chile. Rodrigo fue el economista líder del proyecto MAPS Chile. En la actualidad es profesor en la Pontificia Universidad Católica de Chile. Fue economista senior en el Banco Central de Chile, director de la Escuela de Postgrado en Economía y Negocios y profesor de la Universidad de Chile. Ha sido profesor visitante en *University of California* Los Angeles (UCLA), *AB FreemanSchool of Business* en Tulane University y en la Universidad Nacional de Tucumán. Ha publicado artículos en revistas nacionales e internacionales y ha sido consultor para empresas privadas, oficinas gubernamentales, Inter-American Development Bank y el Banco Mundial. Sus áreas de interés son crecimiento económico, economía internacional y macroeconomía.

29. Gonzalo García

Ingeniero comercial con mención en Economía y magíster en Economía con mención en Macoreconomía, ambos grados obtenidos en la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC). Actualmente, cursa el programa de PhD en Economía en la Universidad de Maryland. En este proyecto participó como investigador adjunto del Instituto de Economía de la PUC. Como investigador del equipo MAPS Chile su trabajo se desarrolló entorno a la modelación macroeconómica. Sus principales líneas de investigación son la macroeconomía, economía internacional, desarrollo económico, y desarrollo sustentable.

30. Luis E. Gonzales C.

Economista con maestría en Macroeconomía Aplicada de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Fue asesor macroeconómico en el Ministerio de Hacienda de Chile encargado de la modelación macroeconómica sobre energía, medio ambiente y macroeconomía. Integrante del equipo técnico de negociaciones sobre cambio climático ante OECD. Tiene experiencia en evaluaciones de impacto, análisis econométrico y forecasting. Temas de interés: crecimiento y desarrollo económico y políticas públicas. Actualmente es investigador del Centro Latinoamericano de Políticas Económicas y Sociales CLAPES UC.

31. Ignacia Holmes

Ingeniero agrónomo, de la Universidad de Chile. M.Sc. en Desarrollo Rural Internacional y Manejo de Recursos Naturales (Massey University, Nueva Zelandia). Candidata a doctora de la Universidad de McGill en Canadá donde investigó la implementación del mecanismo REDD+ (Reducción de emisiones por deforestación y degradación de bosque). Actualmente se desempeña como oficial de Medio Ambiente y Energía del PNUD-Chile.

32.Celia Iturra Molina

Ingeniero y magíster en Asentamientos Humanos y Medio Ambiente. Especialista en transporte sustentable, transporte público y responsabilidad social empresarial. Ha participado en proyectos ambientales para el transporte público y estudios académicos en Chile y Colombia. Actualmente es consultora independiente para el sector público y privado.

33. André Laroze

Doctor en Manejo de Recursos Forestales de la Universidad de Oregón, Estados Unidos de América. Fue jefe de cambio climático de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias del Ministerio de Agricultura. Ha participado en la formulación de políticas de fomento forestal como medida nacional de mitigación del cambio climático. Actualmente es secretario ejecutivo de la Corporación CertforChile de Certificación Forestal.

34. Diego Lizana

Ingeniero forestal de la Universidad de Chile, máster en Energías Renovables de la Universidad de Zaragoza, España. Especialista en gestión de energía, energías renovables y cambio climático. Actualmente se desempeña como director ejecutivo de la Agencia Chilena de Eficiencia Energética.

35. Claudio López Vegazo

Es profesor de Historia y Geografía de Chile y licenciado en educación de la Universidad de Tarapacá, Región de Arica-Parinacota. Desde 1992 a la fecha ha liderado y participado en equipos multidisciplinarios en iniciativas con foco en desarrollo local en Chile, Perú, Bolivia y Noroeste Argentino. Ha contribuido a fortalecer estrategias de denuncia de comunidades indígenas respecto de prácticas ambientales de impacto negativo sobre territorios de dichas comunidades generado por empresas mineras. Ha contribuido en el diseño de metodologías de trabajo que promueven la participación y el empoderamiento local así como aquellas que promuevan la generación de alianzas intersectoriales en contextos de horizontalidad y respeto de las autonomía. En la actualidad trabaja en la ONG, Corporación de Estudios y Desarrollo Norte Grande.

36. Gianni López

Ingeniero civil mecánico, máster en Emprendimiento Tecnológico. Tiene larga experiencia de trabajo en contaminación del aire en América Latina, con énfasis en tecnología ambiental y políticas públicas. Desde 2004 es parte del directorio del Centro Mario Molina - Chile, un centro privado para la investigación de la calidad del aire y políticas de sostenibilidad, que trabaja en Chile y América del Sur, auspiciado por el profesor Mario Molina, Premio Nobel de Química en 1995. Forma parte del Grupo de Contacto de la Iniciativa Global de Economía del Combustible, que promueve una reducción del 50% del consumo mundial de combustible para el año 2050. Desde 2014 es miembro del directorio de la Agencia Chilena de Eficiencia Energética.

37. Jorge Manriquez Pimentel

Es ingeniero civil industrial e ingeniero metalúrgico de la Universidad Federico Santa María; máster en Marketing de la escuela de negocios ESEM, Madrid. Actualmente es gerente de marketing, asuntos corporativos y RSE de Gerdau en Chile. Es director de varias organizaciones, como el Instituto Chileno del Acero (ICHA), Acción RSE y el Chile Green Building Council. Actual presidente del Círculo de Empresas de Panamericana Norte (CIRPAN).

38. Claudio Meier

Profesor asociado en el Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Memphis, Tennessee. Es ingeniero civil (Concepción), MSc en Ingeniería Hidráulica (Colorado State) y PhD en Ecología Fluvial (Montana). Tiene intereses transdisciplinarios en ecohidráulica y ecohidrología, ciencia y gestión sustentable de ríos, e hidroelectricidad verde. Es miembro del *Ecohydraulics Committee* de la *International Association for Hydro-Environment Research and Engineering*, del *Board* de la *International Society for River Science*, y del Comité Editorial del *International Journal of River Basin Management*.

39. Joost Meijer

Ingeniero químico de la Universidad de Delft, Países Bajos, M.Sc. Trabajó durante 3 años en Maputo, Mozambique, en un proyecto de cooperación para el desarrollo de la industria local. Desde 1994 es profesional del Ministerio del Medio Ambiente, encargado del área residuos. Actualmente se desempeña en la Oficina de Residuos y Riesgo Ambiental del Ministerio, siendo el principal trabajo el proyecto de ley de residuos, sobre la introducción de la

responsabilidad extendida del productor en el país. Como representante de Chile es miembro del buró del grupo de trabajo de productividad de recursos y residuos de la OCDE, y participa en varios grupos de trabajo del Convenio de Basilea, entre otros, sobre el manejo ambientalmente racional de residuos y sobre la claridad legal.

40. Carlos Melo

Ingeniero civil industrial con diploma en Ingeniería de Transporte de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Actualmente es el secretario técnico de estrategia y planificación del Directorio de Transporte Público Metropolitano. Tiene experiencia en investigación, docencia y consultoría, fundamentalmente en temas de planificación de sistemas de transporte urbanos. Anteriormente se desempeñó como coordinador de planificación y desarrollo del Ministerio de Transportes.

41. Oscar Melo Contreras

Ingeniero agrónomo, de la Pontificia Universidad Católica de Chile, M.Sc. y Ph.D en Economía Agrícola y de Recursos Naturales de la Universidad de Maryland en EEUU. Actualmente es profesor del Departamento de Economía Agraria de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Ha sido consultor internacional para el Banco Mundial, Banco Interamericano de Desarrollo, FAO, CEPAL y otras instituciones. Su investigación se ha centrado en la valoración y regulación de los recursos naturales, el funcionamiento de los mercados de agua, la competitividad y desarrollo de la agricultura, los efectos del cambio climático y la caracterización de la demanda de alimentos.

42. Francisco Molina

Sociólogo de la Universidad Diego Portales y magíster en Antropología y Desarrollo de la Universidad de Chile. Posee un PhD en Geografía en la Kings College London, Inglaterra. En MAPS Chile fue coordinador de co-beneficios y visión 2050. Tiene experiencia en investigación, docencia y consultoría. Sus áreas de interés son ecología política, participación ciudadana, gobernabilidad, agua, cambio climático y conflictos socioambientales. Actualmente se desempeña como investigador del Observatorio Regional de la Universidad Católica de Temuco.

43. Marcia Montedonico

Coordinadora del área socioambiental del Centro de Energía de la Universidad de Chile. Es ingeniera agrónoma de la Universidad de Chile y máster en Desarrollo sustentable y gestión de sistemas agroambientales de la U*niversità di Bologna*. En MAPS Chile fue responsable de la investigación asociada a los sectores agropecuario y forestal y colaboró en el estudio de co-beneficios y visión 2050, y en el vínculo entre adaptación y mitigación. Tiene experiencia en gestión del riesgo climático y su interés reside en el aporte del sector silvoagropecuario a la mitigación y adaptación al cambio climático.

44. Pilar Moraga

Abogada de la Universidad de Chile, máster en Derecho Internacional y Comunitario y doctora en Derecho por la Universidad de Lille 2-Francia. Es profesora asociada de la Facultad de Derecho de la Universidad de Chile y se desempeña como investigadora del Centro de Derecho Ambiental de la misma Institución. Es investigadora principal del área de dimensión humana del Centro Fondap de la Ciencia del Clima y la Resiliencia e investigadora asociada del Centro Fondap de Energía Solar. También es investigadora asociada

de SERC Chile. Ha publicado en el ámbito del derecho ambiental, energía y cambio climático, en Chile y en el extranjero.

45. José Tomás Morel

Gerente de estudios del Consejo Minero desde el año 2012, es ingeniero comercial con mención en Economía de la Universidad Católica de Chile y máster en Economía de *Georgetown University* (Ilades, Santiago de Chile). Entre los años 2004 y 2010 fue jefe de la división desarrollo de mercados del Ministerio de Economía y posteriormente, hasta el año 2011, fue asesor de la División de Coordinación Interministerial del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. También ha sido ministro suplente del Tribunal de Defensa de la Libre Competencia y desde 2010 es integrante del Panel de Expertos del Transporte Público. Profesor de programas de postgrado de las Universidades de Chile y Alberto Hurtado, dictando cursos sobre regulación de mercados.

46. Cristián Mosella

Ingeniero civil industrial y magíster en Ciencias de la Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile, con experiencia en el sector energía, medio ambiente, cambio climático, sustentabilidad e innovación. Ha trabajado en todo tipo de proyectos de energía renovable, conceptualizando y analizando su viabilidad, sustentabilidad y evaluación técnico económica. Al mismo tiempo, ha estado a cargo de iniciativas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, en todas sus etapas de desarrollo, emitiendo y comercializando bonos de carbono por más de 3 millones de toneladas de CO_2e.

47. Rodrigo Mujica Hoevelmayer

Ingeniero forestal de la Universidad Austral de Chile y doctor en Ciencias Forestales de la Universidad TU München de Alemania. Fue coordinador de proyecto de la GTZ y coordinador del programa forestal del convenio de cooperación técnica entre Chile y México. En el Instituto Forestal se ha desempeñado como gerente técnico y como director de proyectos y programas de investigación y transferencia tecnológica. Actualmente es subdirector ejecutivo del Instituto Forestal, institución adscrita al Ministerio de Agricultura.

48. Aquiles Neuenschwander Alvarado

Ingeniero forestal de la Universidad de Chile. Es profesional de apoyo de la Unidad de Desarrollo Estratégico de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) , principalmente en los temas de cambio climático, energías renovables y recursos hídricos para la agricultura. Entre 1998 y 2010 fue miembro de la delegación chilena ante la Convención Marco de las Naciones Unidas de Cambio Climático, en los temas de LULUCF y REDD+,principalmente. Entre 1983 y 1990 fue experto FAO en Centroamérica.

49. Marcelo Olivares Alveal

Ingeniero civil de la Universidad de Chile, M. Sc. *Johns Hopkins University, y Ph.D. University of California, Davis*. Es profesor del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Chile. Sus áreas de trabajo incluyen la gestión de recursos hídricos y el análisis de sistemas ambientales. Su investigación reciente se ha centrado en los impactos ambientales asociados a la operación de centrales hidroeléctricas, incluyendo la búsqueda de esquemas de operación alternativos a nivel de sistemas eléctricos interconectados. Ha participado en estudios y proyectos relacionados con los impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos, priorización multicriterio de proyectos de infraestructura hidráulica, y evaluación de estrategias de gestión de recursos hídricos a nivel de cuencas. Recientemente estuvo a cargo de la Mesa Central de Hidroelectricidad, inserta en el proceso participativo de la Política

Energética. En la actualidad dirige el equipo de trabajo de la Universidad de Chile en el estudio de condicionantes para el desarrollo hidroeléctrico en las cuencas de Valdivia, Bueno, Puelo y Yelcho.

50. Raúl O'Ryan

Ingeniero civil electricista, magíster en Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile y PhD en Economía de la Universidad de California, Berkeley. Ha sido profesor asociado y director del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile. A partir del 2008 fue oficial de programa a cargo de los temas de energía y medio ambiente en el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) de Chile. Actualmente es profesor regular de la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad Adolfo Ibáñez y está a cargo del Centro de Innovación en Energía. Tiene cerca de 50 publicaciones en revistas internacionales, nacionales y capítulos de libros.

51. Rodrigo Palma Behnke

Profesor asociado de la Universidad de Chile, Departamento de Ingeniería Eléctrica. Ingeniero civil de Industrias, mención en Electricidad y magíster de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Doctor en Ciencias de la Ingeniería de la Universidad de Dortmund, Alemania. Fue el líder de investigación de MAPS Chile. Sus actividades de docencia e investigación se especializan en el área de energías renovables, mercados energéticos y planificación de sistemas eléctricos. Fue miembro del Panel de Expertos. Actualmente se desempeña como investigador del Centro de Energía de la Universidad de Chile y director del Centro de Excelencia FONDAP en Energía Solar, SERC Chile.

52. Oscar Parra

Biólogo de la Universidad de Concepción y doctorado en Recursos Naturales en la Universidad Libre de Berlín, Alemania. Es profesor titular de la Facultad de Ciencias Ambientales, de la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, y del Centro EULA-Chile de la Universidad de Concepción. En el año 2011 fue nombrado profesor emérito. Ha participado como investigador y director de numerosos proyectos de investigación en las áreas de los recursos naturales, sistemas acuáticos y medio ambiente, con financiamiento nacional e internacional. Ha sido miembro del Consejo Consultivo Nacional de la CONAMA. Es *"Chairholder"* o titular de la Cátedra UNESCO en "Gestión de Recursos Naturales, Planificación Territorial y Protección Ambiental", además de profesor visitante en universidades de América Latina, Norteamérica y Europa.

53. Vicente Pérez Vidal

Ingeniero civil químico de la Universidad Santa María y diploma de postgrado en Administración de la Universidad Adolfo Ibáñez. Ingresó a la Comisión Chilena del Cobre en el año 1987, donde se desempeñó hasta marzo 2015 como analista de estrategias y políticas públicas en la Dirección de Estudios y Políticas Púbicas. Entre sus diversas labores ha estado encargado de temas relacionados al desarrollo minero, tales como la inversión en minería, los insumos estratégicos energía y ácido sulfúrico y los mercados de los minerales industriales. En el ámbito de la energía ha desarrollado líneas de trabajo relacionados a la proyección de consumo de la energía eléctrica en la minería del cobre sobre la base de su desarrollo prospectado para un horizonte de 10 años. Actualmente realiza consultorías en el ámbito del desarrollo de la minería metálica y no metálica.

54. Guillermo Pérez del Río

Ingeniero civil electricista de la Universidad de Chile. Hasta junio de 2014, se desempeñó como gerente de regulación de Enersis. En el 2010 recibió el premio 'Ingeniero Sobresaliente', otorgado por la Asociación de la Industria Eléctrica-Electrónica (AIE) y el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE).Presidente de CHICIER 2013. Actualmente está dedicado a la consultoría en temas regulatorios.

55. Francisco Pinto

Ingeniero comercial de la Universidad Tecnológica Metropolitana, máster en Políticas Públicas de la Universidad de Chile y máster en Economía Ambiental y Cambio Climático de la *London School of Economics,* Inglaterra. Fue coordinador de los Programas de Recursos Naturales y Economía y Globalización de Fundación Terram. Actualmente se desempeña como profesional en la División de Información y Economía Ambiental del Ministerio del Medio Ambiente.

56. Andrés Pirazzoli

Andrés se desempeña actualmente como líder de equipo de la Unidad de Apoyo del Grupo de negociaciones AILAC, del cual Chile es miembro fundador. Previo a ello, se desempeñó como especialista de negociaciones internacionales en la Oficina de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente de Chile. Es abogado de la Universidad de Chile y máster *of Environmental and Natural Resources Law* de la University of Oregon. Con experiencia en negociaciones internacionales sobre cambio climático y en la coordinación de procesos participativos nacionales y regionales, sus principales intereses son el diseño e implementación de herramientas legales y participativas para el desarrollo sustentable, resciliente y bajo en carbono en Chile y a nivel internacional.

57. Rodrigo Pizarro

Director de la División de Información y Economía Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente. Doctorado en estudios ambientales de la Universidad de Stanford y ex director ejecutivo de Terram.

58. Jose Antonio Prado

Ingeniero forestal de la Universidad de Chile; M.Sc. *(Silviculture and Forest Influences)* de la Universidad del Estado de Nueva York; postgrado en Administración Pública en la Universidad de Carleton, Canada. Fue director de la División de Recursos Forestales de la FAO; director ejecutivo de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y director ejecutivo del Instituto Forestal (INFOR). Actualmente trabaja como coordinador de las actividades relacionadas con cambio climático en el Ministerio de Agricultura.

59. Osvaldo Quintanilla

Ingeniero forestal de la Universidad Santo Tomás, y máster en Ética Social y Desarrollo Humano en la Universidad Alberto Hurtado. Actualmente se desempeña en la Unidad de Cambio Climático y Servicios Ecosistémicos de la Corporación Nacional Forestal.

60. Bernardo Reyes Ortíz

Ecólogo. Director de la ONG Ética en los Bosques y de la Fundación Nahuelbuta. Oficial de NRDC en Chile y miembro del Consejo de Defensa de la Patagonia. Es docente de economía ecológica en la FEN, Universidad de Chile y en el Departamento de Recursos Naturales Renovables de la Universidad de Chile. Coordinador del Comité Iniciativa por el Rescate y Restauración de la Cordillera de Nahuelbuta y líder de la campaña por la protección del bosque nativo. Graduado de la Universidad de Toronto y con maestría en desarrollo en

el Instituto de Estudios Sociales-Erasmus University, Holanda. Ha trabajado con programas de cooperación internacional de Canadá en Perú, Bolivia y Centro América. Actualmente es investigador, docente universitario, analista de políticas públicas y activista en varias campañas de protección de ecosistemas, territorios y del patrimonio comunitario.

61. Francisca Rivero

Asistente social de la Pontificia Universidad Católica de Chile y máster en Hábitat y Desarrollo de la Universidad Católica de Lovaina – Bélgica. Se ha desempeñado como subdirectora del Fondo de Solidaridad e Inversión Social del Ministerio de Desarrollo Social, dirigiendo planes y programas para la superación de la pobreza a nivel nacional. Ha cumplido funciones de consultor internacional con distintas agencias y entidades multilaterales (BID, BM, GIZ, OEA), en materias de protección social y políticas públicas. Desde el 2012 es la responsable nacional de Fundación Avina en Chile y asume como responsable para América Latina de la Agenda de Energía e Industrias Extractivas en dicha institución. Fue miembro del Consejo Consultivo Energía 2050, convocado por el Ministerio de Energía y forma parte del Comité Ejecutivo de Escenarios Energéticos Chile 2030.

62. Claudia Rodríguez

Arquitecto y magíster en Desarrollo Urbano, PUC.Ch. Especialista en planificación estratégica urbana y de movilidad. Se desempeñó como urbanista y gestor de proyectos en la Subsecretaría de Transportes por más de 7 años, donde destaca la coordinación de proyectos de transporte y sustentabilidad para el Banco Mundial y la iniciativa "Ciudad Modelo de Transporte". Autor de publicaciones como *"Urban Transport, Urban Expansion and Institutions and Governance in Santiago, Chile"* para UN-HABITAT y ponencias como la "Inserción Urbana de sistemas de transporte urbano: ¿por qué no sucede?" para el IX Congreso Internacional de Transporte Sustentable, entre otros. Actualmente se desempeña como consultora en la Dirección de Extensión y Servicios Externos de la P. Universidad Católica de Chile y de manera independiente.

63. Andrea Rudnick

Ingeniero químico con un máster en Ciencias de la Ingeniería. En la actualidad Andrea ejerce el cargo de enlace latinoamericano en el Programa MAPS Internacional para incrementar la colaboración regional en Latinoamérica y proporcionar apoyo estratégico y práctico para los países que están implementando el enfoque MAPS, a saber, Brasil, Chile, Colombia y Perú. Además, Andrea apoya a MAPS Chile en aspectos estratégicos.

64. Hugh Rudnick Van De Wyngard

Ingeniero civil electricista de la Universidad de Chile, máster en Ciencias y doctor en Filosofía de la Universidad de Manchester en el Reino Unido. *Fellow* de *The Institute of Electrical and Electronics Engineers*. Es profesor emérito de la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Director de la consultora Systep Ingeniería y Diseños. Areas: ingeniería eléctrica, sistemas eléctricos, mercados eléctricos y regulación, planificación energética.

65. Ximena Ruz Espejo

Actualmente es subdirectora de acuerdos de producción limpia, del Consejo Nacional de Produción Limpia, de profesión geógrafo, de la Pontificia Universidad Católica de Chile, con postítulo en contaminación ambiental de la Universidad de Chile y con una amplia experiencia en el desarrollo productivo-ambiental de la empresa chilena, específicamente en la prevención de la contaminación, la articulación pública privada y en la negociación de estándares ambientales.

66. Pablo A. Salgado Poehlmann

Ingeniero civil de industrias con especialidad en Ingeniería Ambiental, de la Pontificia Universidad Católica de Chile, con nueve años de experiencia en el sector transportes y medio ambiente, desde la esfera pública. Se desempeñó como desarrollador y capacitador en sistemas de aplicación educacional en NAPSIS (asociado a DICTUC). Especialista en temas de transporte sustentable con experiencia en el sector energía y eficiencia energética, medio ambiente y cambio climático, territorio y desarrollo bajo en carbono. En el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Subsecretaría de Transportes, ha sido asesor en normativa y análisis ambiental en la División Normas y Operaciones. Actualmente se desempeña como coordinador ambiental en dicho organismo.

67. José Luis Samaniego Leyva

Actualmente es director de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para América Latina y el Caribe (CEPAL). Fue director del Centro de Transporte Sustentable de la Ciudad de México, un programa establecido conjuntamente por *World Resources Institute*, la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal y el Centro Interdisciplinario de Biodiversidad y Ambiente. Se desempeñó como coordinador de asuntos internacionales de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca y como tal participó en la negociación del protocolo de Kioto y del protocolo de Bioseguridad. Fue miembro del buró en el Comité de Política Ambiental de la OCDE y del comité para la elaboración de la Estrategia Ambiental 2020 y representó a México en la Comisión de Cooperación Ambiental de América del Norte. Coautor de numerosos documentos, como la Revista de la CEPAL y coordinador y co-autor de los libros Cambio Climático y Desarrollo en América Latina y del libro *Climate of Trust,* publicado por *World Resources Institute* en la exploración del futuro régimen climático en países en desarrollo.

68. José Eduardo Sanhueza

Licenciado en Química de la Universidad de Chile y doctor en Química Cuántica de la Universidad de Uppsala, Suecia. Fundador y coordinador de la Red Latinoamericana de Acción Climática (1992-2000). Desde 1998 es asesor en negociaciones sobre cambio climático de la División de Medio Ambiente y Asuntos Marítimos del Ministerio de Relaciones Exteriores y parte del equipo de negociadores nacionales ante esta Convención. Desde 2007 consultor en temas de negociaciones sobre cambio climático de la Comisión Económica de América Latina y el Caribe (CEPAL). Desde 2002, es también director ejecutivo de Cambio Climático y Desarrollo Consultores, que realiza servicios en temas de mercado de carbono, huella de carbono y actividades de mitigación nacionalmente determinadas.

69. Heloisa Schneider

Ingeniero agrónoma, magíster en Asentamientos Humanos y medio ambiente, por la P.Universidad Católica de Chile, con estudios de doctorado en Ingeniería Ambiental, por la Universidad Politécnica de Cataluña, fue directora del área de sustentabilidad de Price y de KPMG Chile. Actualmente, se desempeña como asistente de investigación en la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la CEPAL.

70. Juan Pedro Searle

Bioquímico de la Universidad de Chile. Ha dedicado su carrera profesional a las negociaciones multilaterales sobre cambio climático en el marco de la convención homónima, y a la implementación de acciones a nivel nacional, concentrando la atención en las áreas de adaptación, mitigación y mecanismos de mercado. Actualmente trabaja en la División de Desarrollo Sustentable del Ministerio de Energía, a cargo de la Unidad de Cambio Climático.

71. Hernán Sepúlveda

Encargado de medición y verificación de la División de Eficiencia Energética del Ministerio de Energía. Es ingeniero civil de Industrias con mención en electricidad, se ha especializado en el sector energético nacional, donde tiene más de 10 años de experiencia. Se inicia trabajando en la Comisión Nacional de Energía (CNE), como parte del área de estudios, especializándose en temas de estadísticas y proyección de consumo de energía. Creado el Ministerio de Energía, se ha enfocado en dar seguimiento a los ahorros de energía, producto de la implementación de políticas públicas pro eficiencia energética a nivel nacional.

72. Carlos Silva

Ingeniero industrial y magíster en Ciencias, con especialidad en ingeniería eléctrica, ambos de la Pontificia Universidad Católica de Chile y Ph.D. de la Universidad de Minnesota, con especialización en Sistemas Eléctricos de Potencia. En la actualidad se desempeña como director del Área de Energía y Medio Ambiente de la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad Adolfo Ibáñez, investigador del Solar Energy Research Center (SERC), experto en energía de ATS Energía S.A. y director suplente del CDEC-SING.

73. Rodrigo Solís

Ingeniero civil electricista de la Universidad de Chile con mención en Sistemas Eléctricos de Potencia. Actualmente es el director de estudios y contenidos de la Asociación de Generadoras de Chile. En el pasado se ha desempeñado en cargos del área comercial y regulatoria en importantes empresas del segmento de generación eléctrica, tanto en el país como en el extranjero, así como también en funciones al interior del Centro de Despacho Económico de Carga (CDEC) del Sistema del Norte Grande (SING).

74. Rubén Triviño

Ingeniero civil en Geografía de la Universidad de Santiago de Chile, con casi 20 años de experiencia en las áreas del transporte y de medio ambiente. Asesor experto en empresas consultoras y en organismos estatales como Ministerio de Obras Públicas y Universidad de Chile. Actualmente forma parte del Área Metodológica y Datos de la Secretaria de Planificación de Transporte (SECTRA), cumpliendo las funciones de coordinador técnico de estudios ambientales y energéticos de transporte, además de colaborar técnicamente en la formulación de proyectos de transporte sustentables, responsable de las evaluaciones ambientales y energéticas de planes o proyectos de transportes, entre otras.

75. Alberto Ugalde Abaroa

Magíster en Evaluación de Proyectos de la P. Universidad Católica de Chile e ingeniero civil industrial eléctrico de la misma universidad. Ha desempeñado importantes cargos en empresas energéticas en Chile, y como director de estudios en la Comisión Chilena del Cobre y de prospectiva energética en el Ministerio de Energía. Actualmente trabaja como consultor independiente.

76. Francisco Unda Chiavegat

Ingeniero civil, Universidad de Chile; *Master of Science, University of Bradford, England.* Consultor en Ingeniería de Transporte. Sobre 40 años de experiencia como especialista en gestión de flotas, desarrollo de sistemas de gestión y desarrollo de contratos, administración de operaciones y economía de transporte. Ha realizado trabajos de consultoría en Inglaterra; el soporte técnico de flotas de miles de vehículos en el Medio Oriente y, el desarrollo de numerosos proyectos de transporte en Chile, Colombia, Panamá y República Dominicana.

77. Anahí Urquiza

Profesora asistente del Departamento de Antropología en la Universidad de Chile. Ella es antropóloga social y magíster en Antropología y Desarrollo de la misma universidad, además tiene un doctorado en Sociología de la Universidad de Munich, Alemania. Como miembro del equipo MAPS Chile su trabajo se concentró en la coordinación de cobeneficios y visión 2050. Anahí ha trabajado en la Universidad de Chile desde el año 2006, participando en investigación, docencia y administración académica. Sus áreas de interés incluyen diversos problemas globales del siglo XXI, tales como envejecimiento de la población, exclusión social y problemas ambientales.

78. Ma. Soledad Valenzuela Molina

Máster en Economía Agraria de la Pontificia Universidad Católica de Chile, ingeniero agrónomo de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Fue socia de la empresa ECONAT CONSULTORES consultora especializada en economía agraria y ambiental, también se desempeñó como profesora de las universidades Mayor y Católica en las áreas de economía ambiental. Posteriormente, ha trabajado en el sector de producción de carnes de aves y cerdos. Fue gerente general de la Asociación de Productores Avícolas de Chile y, actualmente, es gerente de estudios y marketing de la Asociación Gremial de Productores de Cerdos de Chile.

79. Paola Vasconi

Ingeniera geofísica del IPSJAE, La Habana, Cuba; con postítulos en Gestión y Ordenamiento Ambiental y en Ciencias y Tecnologías Avanzadas para la Protección Ambiental de la Universidad de Santiago de Chile. Especialista en materias de institucionalidad y legislación ambiental, con amplia experiencia en el diseño e implementación de políticas públicas en materia ambiental y de cambio climático. Actualmente, se desempeña como coordinadora de Asuntos Políticos de Adapt-Chile y como coordinadora de la Red Chilena de Municipios ante el cambio climático. Entre el 2012 y 2014, desarrolló diversas consultorías e investigaciones independientes en los ámbitos de cambio climático, medioambiente y políticas públicas realizando trabajos para instituciones públicas y privadas. Entre el 2011 y el 2003 estuvo a cargo del Programa de Medio Ambiente de Fundación Terram.

80. María de la Luz Vásquez

Químico, magíster en Ciencias Químicas Facultas de Ciencias de la Universidad de Chile. Actualmente se desempeña como jefe de la Unidad Ambiental de Ministerio de Minería, donde ha trabajado desde el año 1995 ocupando también otros cargos directivos como jefe de la División de Planificación y Desarrollo (2003-2006). Inicialmente trabajó en Fundación Chile desarrollando nuevas metodologías de análisis químicos y de residuos en alimentos para certificación de exportaciones.

81. Sebastián Vicuña

Ingeniero civil ambiental de la Universidad Católica de Chile, *Master in Public Policy, Master in Civil and Environmental Engineering, PhD in Civil and Environmental Engineering,* todos de la Universidad de California en Berkeley. Actualmente es profesor asociado en el Departamento de Ingeniería Hidraúlica y Ambiental de la Facultad de Ingeniería y director del Centro de Cambio Global UC, ambos de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Autor principal del quinto informe del IPCC. Autor principal coordinador del Segundo Informe de Evaluación sobre el Cambio Climático y Ciudades (ARC3-2). Revisor editor para el Informe Especial del IPCC sobre el cambio climático y fenómenos extremos en el capítulo de impactos.

82. Julio Villalobos

Ingeniero comercial, máster Gestión Logística Integral de la Escuela de Organización Industrial EOI-España. Actualmente es director del Centro del Transporte y Logística de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Andrés Bello, director del Centro Latinoamericano de Innovación Logística CLI-Chile (miembro de la Red SCALE del *Center for Transportation & Logistics – MIT)* y director del *Megacity Logistics Lab* Santiago de UNAB-MIT. Adicionalmente es miembro de la Comisión de Transporte del Colegio de Ingenieros de Chile y del Consejo Directivo del Programa de Desarrollo Estratégico de CORFO: Logística de Exportaciones.

83. Juan Pablo Yumha

Arquitecto con más de 5 años de experiencia en la gestión de proyectos, iniciativas y políticas públicas relacionadas a la construcción sustentable. Le ha tocado liderar los procesos de coordinación interministerial, además de esfuerzos público privados en la materia. En este sentido, destaco la institucionalización del área al alero de un acuerdo amplio de actores públicos y privados, creando, y actualmente liderando, la Secretaría Ejecutiva de Construcción Sustentable. Algunos de los principales avances en esta materia, derivados de este equipo son: la primera Estrategia Nacional de Construcción Sustentable, el primer Código de Construcción Sustentable para Viviendas en Chile, en conjunto con BRE UK, el primer Programa en Innovación, actualmente Estratégico, en Construcción Sustentable en conjunto con CORFO, la primera red nacional de monitoreo de viviendas en conjunto con Fundación Chile, o el primer Concurso de Viviendas Sustentables de Latinoamérica, "Construye Solar", en conjunto con ONG La Ruta Solar.

84. Cristián Yáñez

Ingeniero civil industrial químico de la Pontificia Universidad Católica de Chile y máster en Ciencias de la Universidad de Ciencias Aplicadas de Bremerhaven, Alemania. En la actualidad es gerente de construcción sustentable y eficiencia energética de la Corporación de Desarrollo Tecnológico de la Cámara Chilena de la Construcción.

85. Virginia Zalaquett

Ingeniera civil industrial con mención en Electricidad de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Fue jefa de División Eficiencia Energética del Ministerio de Energía y directora de la Agencia Chilena de Eficiencia Energética. Fue gerente general de la Fundación San Agustín de la Universidad Católica. Actualmente es gerente de proyectos del estudio jurídico Abara y Cía., académica del máster en Derecho de la Energía de la Universidad Mayor y profesora del área microempresas de Corporación Simón de Cirene.

PARTICIPANTES EN EL PANEL DE EXPERTOS

1. Victoria Alonso

Victoria es ingeniero agrónomo de la Universidad Católica de Chile y máster en Ciencias en Sustentabilidad Ambiental de la Universidad de Edimburgo, Reino Unido. Actualmente es socia de Templado, consultora especializada en acciones efectivas de conservación de la naturaleza, tanto en el ámbito de la conservación privada como pública. Ha trabajado en *The Nature Conservancy*, en el Centro de Estudios RIDES y en CONAMA donde ha desempeñado importantes roles en distintos procesos legales y jurídicos relacionados con la conservación de tierras privadas en Chile, con el Derecho Real de Conservación y los mecanismos económicos para la conservación de la naturaleza. Tuvo un rol relevante en la definición de la Estrategia Nacional de Biodiversidad.

2. Francisca Alvear

Ingeniero agrónomo de la Universidad de Talca y un diplomado en Agricultura Orgánica Pontificia Universidad Católica. Especialista del Sistema Nacional de Certificación de Productos Orgánicos. Actualmente se desempeña como profesional en el Subdepto. de Agricultura Orgánica del Servicio Agrícola y Ganadero.

3. Jorge P. Arenas

Ingeniero acústico y magíster en Física por la Universidad Austral de Chile y PhD en Ingeniería Mecánica en la Universidad de Auburn, Estados Unidos. Postgraduado en el Centro de Física Aplicada de Madrid, España y la Universidad de Southampton, Inglaterra. Profesor titular, investigador y director del Instituto de Acústica de la Universidad Austral de Chile. Presidente del *International Institute of Acoustics and Vibration*. Miembro de la *Acoustical Society of America* y del *Institute of Noise Control Engineering*. Tiene 25 años de experiencia realizando investigación en acústica aplicada, vibraciones, control de ruido y modelado de sistemas dinámicos.

4. Rodrigo Arriagada

Ingeniero forestal de la Universidad de Chile, MSc en Recursos Naturales y PhD en Economía Ambiental de la *North Carolina State University*. Actualmente es profesor del Departamento de Ecosistemas y Medioambiente de la Pontificia Universidad Católica de Chile. También es director del Núcleo Milenio Centro para el Impacto Socioeconómico de las Políticas Ambientales (CESIEP).

5. Carolina Ascui Barth

Ingeniero agrónomo con vasta experiencia profesional en proyectos relacionados con la gestión medioambiental y el desarrollo de políticas públicas y normativa sanitaria y ambiental. Se ha desempeñado tanto en empresas privadas como en organismos públicos. Ha participado activamente en el desarrollo proyectos de mitigación de gases efecto invernadero asociados a la gestión de residuos orgánicos. Actualmente trabaja en la empresa VEOLIA Chile como especialista ambiental.

6. Werner Baier R.

Constructor civil de la Universidad de la Frontera, ha sido conferencista y relator en diversas universidades y organismos públicos y privados en temas relacionados con eficiencia energética y física de la construcción. Cuenta con 30 años de experiencia en construcción de obras de edificación, obras industriales, obras viales y obras especiales. También ha sido director de proyectos Innova CORFO e investigador en proyectos de hormigones arquitectónicos y hormigones al vacío. En la actualidad se desempeña principalmente como consultor en eficiencia energética y sistemas constructivos; y también como consultor en sistemas de calefacción distrital.

7. Jonathan Barton

Es director del Centro de Desarrollo Sustentable y profesor asociado en el Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales UC. Investiga en temas de cambio climático urbano, planificación urbana y regional, y gobernanza para el desarrollo sustentable.

Actualmente está incorporando el concepto de 'ciudades bajo en carbono' en Chile e incentivando el uso de huellas de carbono municipal para iniciar acciones en mitigación. Ha trabajado en consultorías para el Ministerio de Medio Ambiente, Banco Mundial y CEPAL, y en proyectos de investigación en estrategias y medidas de mitigación y adaptación a nivel nacional, regional y urbano y municipal (www.carbonomunicipal.cl). Fue autor contribuyente en el Quinto Informe de Evaluación del IPCC (capítulo 27).

8. Leonardo J. Basso Sotz

Ingeniero civil y magíster en Transporte de la Universidad de Chile. PhD en Economía y Políticas de Transporte, *University of British Columbia.* Profesor asociado en el Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Chile. Ex presidente de la Sociedad Chilena de Ingeniería de Transporte (2011-2013), realiza investigación en economía de transporte y economía industrial, con un enfásis en competencia y regulación en los sistemas de transporte urbano, la industria aérea y transporte y energía. Es investigador en el Instituto Sistemas Complejos de Ingeniería.

9. Marco Batarce

Ingeniero civil y magíster en Ingeniería de Transporte de la Universidad de Chile y doctor en Economía de la Universidad de Toulouse, Francia. Actualmente se desempeña como profesor en la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Diego Portales en Santiago. Sus áreas de investigación son economía de transporte, organización industrial de transporte, y valoración de beneficios derivados de políticas de transporte.

10. Nicolás Borchers Arriagada

Ingeniero civil de Industrias con diploma en Ingeniería Ambiental de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Magíster en Medio Ambiente de la Universidad de Melbourne, Australia. Ha trabajado por más de 7 años en la evaluación de medidas de mitigación de contaminantes locales y globales por parte de los distintos sectores de producción y consumo de la economía, estudiando la interacción entre ambos tipos de contaminantes, evaluando el impacto económico, social y ambiental de la implementación de dichas medidas. Gran parte de su trabajo se ha centrado en analizar el impacto de la contaminación atmosférica sobre la salud de las personas.

11. Jorge Cáceres

Ingeniero civil industrial de la Universidad de Chile y magíster en Gestión y Emprendimiento Tecnológico de la Universidad Adolfo Ibáñez, con 19 años de experiencia en medio ambiente y sustentabilidad en Chile y Latinoamérica. Actualmente es director ejecutivo del Centro SOFOFA Medio Ambiente, orientado a la promoción de políticas e instrumentos ambientales que integren crecimiento económico y protección ambiental. Ha liderado el desarrollo de proyectos, estudios y estrategias ambientales y de sustentabilidad para empresas de múltiples sectores tales como energía y minería, trabajando en conjunto con instituciones de alto prestigio a nivel internacional.

12. José Pedro Campos Rivas

Arquitecto de la Universidad Católica de Valparaíso. Director ejecutivo del Instituto de la Construcción desde el año 1997 y profesor hora de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Santiago desde el año 2003. Desde el año 1991 ha estado trabajando en el diseño e implementación de programas de incentivo, reglamentaciones, investigaciones, normativa y certificaciones relativas a aislación térmica, acondicionamiento ambiental y construcción sustentable, para viviendas y edificios, desde el ámbito público (municipal y ministerios), privado y académico.

13. María Cecilia Céspedes León

Ingeniero agrónomo de la Universidad de Chile. Máster en Ciencia del Suelo obtenido en *Oregon State University.* Estados Unidos. Se ha dedicado por más de 20 años a la investigación y docencia en producción orgánica y manejo sustentable del recurso suelo. Investigadora de INIA desde el año 1994, en la actualidad a cargo del Programa de Agroecología de INIA Quilamapu.

14. Alvaro Conte Lanza

Ingeniero civil industrial de la Universidad Católica de Chile, consultor de empresas en CADE Ing., gerente general de fabricación de CARBORUNDUM Co., empresa norteamericana de desarrollo de productos estratégicos y ecológicos, con patentes internacionales en áreas de descontaminación y procesos. Como presidente de INGEDESA S.A., se desempeñó administrando empresas textiles, de plásticos, fundiciones, cerámicas, maestranzas y proyectos de descontaminación de gases, líquidos y suelos. Actualmente es gerente general de SK ECOLOGIA S.A. y de REGEMAC S.A., director de la CChC y presidente del Grupo de Eficiencia Energética.

15. Felipe Encinas

Arquitecto de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Máster en Ciencias de la Universidad de Nottingham, Reino Unido y doctor (PhD) en Arquitectura de la *Université Catholique de Louvain,* Bélgica. Académico de la Escuela de Arquitectura de la Pontificia Universidad Católica de Chile e investigador del Centro de Desarrollo Urbano Sustentable CEDEUS. Actualmente es director de investigación y postgrado de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

16. Alex Godoy Faúndez

Doctor en Ciencias de la Ingeniería, mención Ingeniería Química y Bioprocesos. Actualmente es profesor de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Desarrollo. También es investigador asociado al Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y Minería (CRHIAM), del Concurso Nacional de Centros de Investigación en Áreas Prioritarias (FONDAP) CONICYT; jefe del capítulo chileno en Recuperación de Energía y Residuos (WTERT Chile) e investigador asociado en el Centro de Ingeniería de la Tierra en la Universidad de Columbia. Ha sido reconocido y premiado por numerosas instituciones en Chile y el extranjero: Conferencia Internacional de Ciencia y Tecnología Ambiental, USA; 4ª. Conferencia Europea Biorremediación y miembro de la Academia Global de Jóvenes Científicos, entre otros.

17. Pilar Henríquez

Ingeniera civil mecánica de la Universidad de Chile, magíster en Innovación de la Universidad Católica y diplomado en Energías Renovables de la Universidad de Chile. Actualmente es socia y directora del área de medioambiente de Sistemas Sustentables, con trayectoria en el desarrollo de inventarios de emisiones, medidas de mitigación y evaluación de nuevas tecnologías para el sector transporte, complementando actualmente con nuevas líneas de trabajo asociadas a procesos de gestión de innovación tecnológica y formación de redes colaborativas para la innovación.

18. Mauricio Huenchulaf Cayuqueo

Ingeniero de ejecución agrícola, Universidad de Chile. Egresado de magíster en Desarrollo Regional y Local, ex director de la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena. Ha trabajado en diferentes proyectos de desarrollo sustentable con comunidades mapuche, desde la Corporación Mapuche Lonko Kilapang de la cual fue su fundador y director, como también desde otras instituciones. Actualmente se desempeña también como dirigente mapuche de su comunidad y territorio.

19. Guillermo A. Jiménez-Estévez

Nació en Bogotá, Colombia. Obtuvo el título de ingeniero electricista en la Escuela Colombiana de Ingeniería, Bogotá, en 1998 y los títulos de magíster en Ciencias y doctorado en Ingeniería Eléctrica en la Universidad de Chile, en

2003 y 2010 respectivamente. En la actualidad se desempeña como director del Centro de Energía de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. Su interés en investigación se enfoca en planificación y operación de sistemas de energía, energía renovable, generación distribuida, micro-redes, sustentabilidad y regulación.

20. Ernesto López Morales

PhD en Planificación Urbana por el *University College London*, Inglaterra. Profesor asociado del Departamento de Urbanismo de la Universidad de Chile. Experto en temas de mercado de suelo, políticas urbanas y de vivienda, segregación y gentrificación. Actualmente investigador principal en proyectos Fondecyt N° 1151287 y Contested Cities, e investigador asociado del Centro de Estudios del Conflicto y la Cohesión Social (COES).

21. Pedro Maldonado

Ingeniero civil electricista, Universidad de Chile, y M-Sc. *Université du Québec à Montreal*. Actualmente es asesor del Programa de Estudios e Investigaciones en Energía (PRIEN), del Centro de Análisis de Políticas Públicas del Instituto de Asuntos Públicos, Universidad de Chile y del Centro de Energía de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. Miembro de la Comisión Ciudadana Técnico Parlamentaria y de la Comisión de Energía del Colegio de Ingenieros.

22. Patricia Matus

Doctora en Salud Pública de la Universidad de Chile y máster en Epidemiología de la Universidad de Chile. Fue directora de la División de Planes y Normas de la Comisión Nacional del Medio Ambiente y miembro del Consejo Consultivo Nacional del Ministerio del Medio Ambiente. Actualmente es directora del Departamento de Salud Pública de la Universidad de Los Andes y miembro de la Comisión Presidencial para la revisión del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

23. Mauricio Osses

Ingeniero civil mecánico de la Universidad de Chile. Doctor (PhD) en Emisiones Vehiculares y Tecnologías de Control de la *University of Leeds*, Reino Unido. Académico del Departamento de Ingeniería Civil Mecánica de la Universidad Técnica Federico Santa María, Santiago, Chile. Investigador del *International Sustainable Systems Research Center, ISSRC*, Estados Unidos.

24. James McPheel

Ingeniero civil de la Universidad de Chile y doctorado en Ingeniería de Recursos Hídricos en la UCLA (*University of California*, Los Angeles). Académico del Departamento de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. James se especializa en investigación sobre nieve y glaciares y su rol en el ciclo hidrológico. Desde su posición académica ha liderado varios proyectos de investigación fundamental y aplicada, y ha participado en instancias consultivas sobre política hídrica para el Estado de Chile.

25. Julio Monreal Urrutia

Ingeniero civil, U. de Chile, *Master of Science in Hygiene, University of Pittsburgh, PA, USA*. Fue jefe del Departamento de Salud Ambiental del Ministerio de Salud y luego se desempeñó como ingeniero asesor en Promoción de la Salud y Desarrollo Sostenible en la Organización Panamericana de la Salud, OPS/OMS. Actualmente es miembro del Departamento de Desarrollo Estratégico en el Gabinete Ministerial del Ministerio de Salud y presidente de la Comisión de Medio Ambiente del Colegio de Ingenieros de Chile, A.G.

26. Marcela Munizaga

Ingeniero civil y doctora en Ciencias de la Ingeniería. Profesora asociada del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Chile. Especialista en modelación de demanda de transporte, modelos predictivos y procesamiento masivo de datos. Dicta regularmente los cursos de Modelos de Demanda y Análisis de Sistemas de Transporte. Coordinadora del grupo Smartcities del Instituto Sistemas Complejos de Ingeniería, *Co-Chair del International Steering Committee for Transport Survey Conferences ISCTSC* y coeditora de la Revista Ingeniería de Transporte.

27. Pablo Andrés Palma V.

Profesional forestal de la Universidad Católica de Temuco; licenciado en Filosofía y Teología P. Universidad Católica, diplomado Economía Social Ecológica de Mercado. Actualmente se desempeña como secretario técnico regional Cocel BioBio para el Sistema Nacional de Certificación de Leña; consultor forestal en temas de biomasa, asesor DAS Obispado de Temuco. Es asesor de municipios en las regiones del BioBio y Araucanía en materia de biomasa. Ha desempeñado otros cargos en gerencias de administración en al menos 3 empresas forestales relacionados al tema forestal-energético en los últimos 10 años.

28. Patricio Pérez

Doctor en Física, *Purdue University, USA.* Es Profesor titular del Departamento de Física de la Universidad de Santiago, con más de 15 años de experiencia desarrollando modelos de pronóstico de calidad del aire.

29. Grecia Pérez de Arce Jaramillo

Ingeniera mecánica energética, MSc en Ciencias de la Ingeniería. Experta en eficiencia energética y en gestión de calidad. Actualmente es coordinadora del Área de Estudios del Ministerio de Minería y representante de la ministra de Minería en el Comité Consultivo Energía 2050. Fue secretaria ejecutiva de GEMEED APEC. Ha sido gestora y promotora de normas, estudios técnicos, grupos de trabajo y talleres relativos a optimización de procesos, eficiencia energética, desarrollo de capital humano y equidad de género en minería.

30. Carol Ramírez

Ingeniero agrónomo de la Pontificia Universidad Católica de Chile, magíster (c) en Recursos Naturales, de la misma casa de estudios. Últimos años dedicados a la agricultura orgánica en el Servicio Agrícola y Ganadero. Su interés está en el desarrollo de políticas públicas para el desarrollo sostenible, se ha especializado en ordenamiento territorial.

31. Mario Rivas Díaz

Experto en desarrollo rural con experiencias nacionales e internacionales, en iniciativas de promoción y desarrollo, principalmente con la Cooperación Alemana para el Desarrollo y la FAO. Ha trabajado en temáticas de pesca artesanal, medio ambiente y desarrollo territorial. Actualmente trabaja en temáticas emergentes desde el área social de la Iglesia de Temuco, promoviendo temas como las metodologías participativas en el trabajo local, el diálogo entre actores sociales y las relaciones entre empresas, comunidades e instituciones públicas.

32. Maisa Rojas

Climatóloga, experta en cambio climático. De formación física en la Universidad de Chile y doctorada en Física Atmosférica en la Universidad de Oxford. Académica del Departamento de Geofísica, Universidad de Chile, actualmente dirige un núcleo milenio en paleoclima y es investigadora del Centro del Clima y la Resiliencia, CR2. Fue autora principal del Quinto Informe del IPCC.

33. Rodrigo Sepúlveda Uribe

Es ingeniero civil en Electricidad de la Universidad de Santiago de Chile mención Control de Procesos Industriales y magíster en Economía Energética de la Universidad Técnica Federico Santa María. Cuenta con 8 años de experiencia en dirección, gestión y ejecución de proyectos para mejoramiento y optimización de procesos productivos. Actualmente se desempeña como asesor técnico de proyectos de la disciplina eléctrica gestionando el portafolio de suministros de plantas de alta producción y consumo de energéticos, desarrollando y analizando estudios para alternativas energéticas que permitan asegurar la continuidad operacional, reducción de costos y optimización involucrando análisis del mercado energético, regulaciones y análisis de costos competitivos para la industria.

34. Alejandro Tirachini

Académico del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Chile. Es ingeniero civil y magíster en Ingeniería de Transporte de la Universidad de Chile, PhD *Institute of Transport and Logistics Studies, The University of Sydney,* Australia. Ha trabajado en proyectos de investigación en transporte en Chile, Australia, Singapur y Alemania, y como consultor y analista de servicios de transporte público en Chile y Australia. Hace investigación principalmente en economía de transporte, ingeniería de tránsito y diseño de servicios de transporte público.

35. Cristina Victoriano

Ingeniera civil industrial con serie de concentración tecnológica en Transporte de la Universidad de Chile. Máster en Matemáticas para los Negocios, Universidad de Wuppertal, Alemania con especialización en Logística y Optimización. Fue jefa del área de transporte del Programa País de Eficiencia Energética del Ministerio de Energía durante el año 2008 y encargada del sector transporte de la División de Eficiencia Energética desde el año 2011 hasta ahora.

36. Erick Zagal

Ingeniero agrónomo de la Universidad de Concepción. Doctor (PhD) y MSc en Fertilidad de Suelos/Nutrición de Plantas de la Universidad Sueca de Ciencias Agrícolas (SLU), Suecia. Actualmente es profesor titular y director del Departamento de Suelos y RR NN, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción. Su disciplina principal son las Ciencias del Suelo y sus líneas de investigación son ciclos biogeoquímicos; materia orgánica del suelo; secuestro de Carbono; gases de efecto invernadero en agricultura y estrategias para su mitigación. Anteriormente se ha desempeñado como investigador en SLU, Suecia; y en FAO como *Technical Officer;* Mozambique, Africa.

PROFESIONALES DE APOYO

1. Bernardita Garreaud Toro

Participó como asistente secretarial de MAPS Chile desde los inicios del proyecto. Posee competencias técnicas y amplios conocimientos para apoyar en áreas de gestión, administración y contabilidad; relaciones públicas, marketing y ventas. Con vasta experiencia, realiza su trabajo principalmente en forma virtual e independiente.

2. Paola Oyarzo Barrientos

Traductora e intérprete inglés-español y secretaria ejecutiva con 18 años de experiencia en el sector público y privado. En septiembre de 2014 se incorpora al Departamento de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente para apoyar al jefe del área y a los profesionales del departamento. Adicionalmente apoya al equipo MAPS Chile en la gestión administrativa.

Diseño e ilustraciones: www.morivati.com
Impreso por AMF Impresores, www.amf.cl
Impreso sobre Couché Mate 150 gr/m².

www.mapschile.cl
www.mapsprogramme.org

MAPS
Mitigation Action Plans & Scenarios

The Children's Investment Fund Foundation

CDKN
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

PNUD