



Ministerio del  
Medio  
Ambiente

Gobierno de Chile

# Resumen Ejecutivo 2016



## Tercera Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático



Tercera  
Comunicación  
Nacional  
sobre  
Cambio  
Climático



[www.theGEF.org](http://www.theGEF.org)





# Tercera Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático

Resumen Ejecutivo 2016





---

### **Resumen Ejecutivo**

Tercera Comunicación Nacional de Chile  
Ante La Convención Marco de  
Las Naciones Unidas sobre Cambio Climático

#### **Implementación del Proyecto:**

Ministerio del Medio Ambiente (2011-2016)

#### **Coordinadores generales del proyecto:**

Fernando Farías (2013-2016)

Andrea Rudnick (2011-2013)

#### **Coordinador técnico:**

Maritza Jadrijevic

#### **Coordinadores Ejecutivos:**

Johanna Arriagada (2015 - 2016)

Angela Reinoso (2013 - 2015)

#### **Coordinadores de Capítulos:**

Peter Muck, Sergio González, Paulo Cornejo,  
Jenny Mager, Maritza Jadrijevic, Johanna Arriagada,  
Gladys Santis y Felipe Osses

#### **Corrección de pruebas:**

Pilar de Aguirre, Andrea Palet

#### **Diseño y diagramación:**

Duplika Ltda.

#### **Registro de propiedad intelectual:**

ISBN: 978-956-7204-56-4

(2016)

#### **Impresión:**

Maval Spa

**“En cuanto a mapas las imágenes deben tomarse como referenciales”**

---

---

# Índice

---

1	CIRCUNSTANCIAS NACIONALES	5
	1.1. Perfil geográfico y desarrollo social	5
	1.2. Perfil económico	6
	1.3. Institucionalidad nacional relativa al cambio climático	9
2	INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE CHILE, SERIE 1990-2013	12
	2.1. Introducción	12
	2.2. Arreglos institucionales y elaboración del INGEI de Chile	12
	2.3. Tendencias de las emisiones de GEI de Chile	13
3	VULNERABILIDAD DEL PAÍS Y SU ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO	15
	3.1. Antecedentes generales y políticas nacionales	15
	3.2. Tendencias observadas y proyecciones nacionales de cambio climático	15
	3.3. Sectores vulnerables al cambio climático	18
	3.4. Adaptación al cambio climático	28
4	MITIGACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO	30
	4.1. Chile frente a la mitigación	30
	4.2. Acciones sectoriales de mitigación	32
	4.3. Otras acciones de mitigación	36
	4.4. Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMA) chilenas	36
	4.5. Medición, reporte y verificación de las acciones de mitigación	38
	4.6. Acciones transversales de apoyo hacia una economía baja en carbono	39
5	OTRA INFORMACIÓN RELEVANTE PARA EL LOGRO DEL OBJETIVO DE LA CONVENCION	39
	5.1. Transferencia tecnológica en cambio climático	39
	5.2. Observación sistemática de la variabilidad climática y el cambio climático	41
	5.3. Programas de investigación sobre cambio climático	43
	5.4. Educación, formación y sensibilización pública en cambio climático	45
	5.5. Fomento de capacidades nacionales y locales en cambio climático	47
	5.6. Inclusión del cambio climático en otros instrumentos de gestión	48
6	NECESIDADES Y APOYO RECIBIDO EN MATERIA DE CAMBIO CLIMÁTICO	48
	6.1. Necesidades, brechas y barreras de financiamiento, creación de capacidad y asistencia técnica	48
	6.2. Apoyo internacional para la acción climática	50
	6.3. Apoyo nacional para la acción climática	52
	BIBLIOGRAFÍA	53

---



---

## Prólogo

---

El periodo entre los años 2011 y 2016 que abarca esta Tercera Comunicación Nacional en Cambio Climático en la que el Gobierno de Chile presenta a Naciones Unidas y al mundo su quehacer en esta materia, ha sido especialmente fértil en términos de avances en nuestro país.

Ya contamos con planes de adaptación al cambio climático en distintos sectores de nuestra economía los que están en implementación, así como un plan nacional de adaptación al cambio climático que refleja los lineamientos generales del país a seguir en términos de adaptación. Que Chile disponga de este conjunto de planes



ha permitido que las distintas carteras ministeriales puedan organizarse para trabajar sistemática y mancomunadamente en mejorar la adaptación climática del país. Chile también ahora cuenta con una Política Forestal 2015-2035 y una nueva Política Energética (Energía 2050) ambas publicadas este año y en las cuales el cambio climático es parte de su diseño: con ambas políticas también contaremos con elementos potentes para avanzar en este par de sectores con una incidencia mayor en nuestro actual inventario de emisiones y capturas de gases de efecto invernadero, procurando el diseño e implementación de opciones efectivas de mitigación, y fomentando una transición paulatina hacia una economía significativamente más baja en carbono hacia el 2050. El detalle de todos estos elementos y sus implicancias se encuentran plasmados en el presente documento y demuestran la importancia que le otorga nuestro país a enfrentar mancomunadamente los desafíos que nos impone el cambio climático. Nuestro desafío es que Chile cuente con políticas públicas sectoriales “cambioclimatizadas”, integrando en forma permanente la agenda climática dentro de las acciones ministeriales permanentes.

En este periodo también, y al alero del reciente Acuerdo Climático de Paris, nuestro país pudo coordinar la preparación y aprobación al más alto nivel ministerial de su Contribución Nacional Tentativa la que explicita objetivos y tareas para el país en términos de mitigación, adaptación, creación de capacidades climáticas, tecnología y financiamiento climático. Concordar la preparación de este documento, significó poder discutir un nuevo marco de relación de las acciones de cambio climático al interior de nuestro país, tanto como la participación de Chile en un trabajo conjunto con los otros países signatarios de este acuerdo de carácter mundial.

Así como hemos avanzado en el país en acción climática, también las veleidades del clima se han notado con mayor fuerza en este periodo, haciendo evidente para Chile, su gobierno y su gente, que el cambio

---

---

climático llegó para quedarse en nuestras fronteras y que es urgente ocuparse de sus efectos en nuestra geografía y economía. Consideramos entonces que una efectiva acción climática deberá ser permanente así como también lo deberán ser los mensajes que le hagamos llegar a la ciudadanía. El cambio climático es un problema común, pero también puede ser una oportunidad común para nuestros países.

Contando con el apoyo financiero otorgado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF), y la colaboración permanente del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), nuestro Departamento de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente pudo coordinar la preparación de este documento de compilación. Sus contenidos explicitan y valoran el trabajo importante que se ha realizado por profesionales de diversos ministerios, organizaciones científicas, técnicas y sociales del país en pos de un objetivo común de transparentar nuestra información climática. A todos ellos, un sincero agradecimiento por sus valiosas contribuciones.

Queda mucho camino por recorrer en la senda de nuestro país hacia la sustentabilidad. El año 2016 nos encuentra en esa ruta. Tenemos claro que así como el desafío es grande, la oportunidad es aún mayor para contar con un mejor Chile que dejemos a nuestras próximas generaciones.

**Pablo Badenier Martínez**  
Ministro del Medio Ambiente de Chile  
Santiago de Chile, noviembre de 2016

---

# Resumen ejecutivo

---

La Tercera Comunicación de Chile se elaboró siguiendo los requerimientos de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). Aquí se reportan los avances de Chile en la implementación de los objetivos y principios de la Convención, principalmente en el periodo 2010 a 2016, habida cuenta de que el país presentó su Primera Comunicación en 2000 y la Segunda Comunicación en 2011. De acuerdo con las guías recomendadas por la propia Convención para la preparación de este tipo de documentos, se presentan las circunstancias nacionales (capítulo 1), los resultados del inventario nacional de emisiones y absorción de gases de efecto invernadero (capítulo 2), los principales avances en los ámbitos de la vulnerabilidad del país y su adaptación al cambio climático (capítulo 3), la mitigación de gases de efecto invernadero (capítulo 4), otra información relevante para el logro del objetivo de la Convención (capítulo 5) y, por último, se detallan algunos obstáculos, brechas y necesidades financieras, técnicas y de capacidades identificados para el país durante el proceso de preparación de esta comunicación (capítulo 6).

Para realizar esta comunicación se contó con el apoyo financiero principal del Fondo Mundial para el Medio Ambiente, el que fue implementado a través de la oficina del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y el Gobierno de Chile.



PN Torres del Paine, CONAF

---

# 1 Circunstancias nacionales

---

## 1.1. Perfil geográfico y desarrollo social

Chile es un país tricontinental, cuyo territorio se asienta en la parte occidental y meridional de América. Alcanza la Isla de Pascua en Oceanía y se prolonga por el sur en la Antártica. También forman parte del territorio nacional el archipiélago de Juan Fernández, las islas San Félix, San Ambrosio, Salas y Gómez, la zona económica exclusiva (ZEE) de 200 millas y la plataforma continental correspondiente. Chile limita al norte con Perú, al este con Bolivia y Argentina, al sur con el polo sur y al oeste con el océano Pacífico, el cual baña sus costas en una extensión superior a los 8.000 km.

Chile tiene una superficie total de 2.006.096 km<sup>2</sup>, sin considerar el territorio marítimo (mar territorial, ZEE y plataforma continental), la cual se distribuye en 755.915 km<sup>2</sup> que corresponden a América del Sur, 1.250.000 km<sup>2</sup> a la Antártica y 181 km<sup>2</sup> a Oceanía.

Chile posee una multiplicidad de climas que se producen fundamentalmente por su latitud y altura, que dan origen a cuatro macrobioclimas: tropical, mediterráneo, templado y antiboreal (Figura 1), dentro de los cuales se distribuyen 127 ecosistemas (pisos de vegetación) terrestres y 96 ecosistemas marinos a lo largo de la costa chilena.

Chile es una República unitaria, cuyo marco político-administrativo se estructura en tres niveles territoriales de gobierno: regiones administrativas (15), provincias (54) y comunas (346), con una población total (censo de 2002) de 15.668.271 personas y una población proyectada para 2020 de 18.896.684 personas. La población no se distribuye uniformemente en el territorio nacional, sino que está fuertemente concentrada en la zona central, en la Región Metropolitana de Santiago.

En Chile se reconocen nueve etnias indígenas, de mayoría (84 %) mapuche, que representan aproximadamente el 8,7 % de la población total.

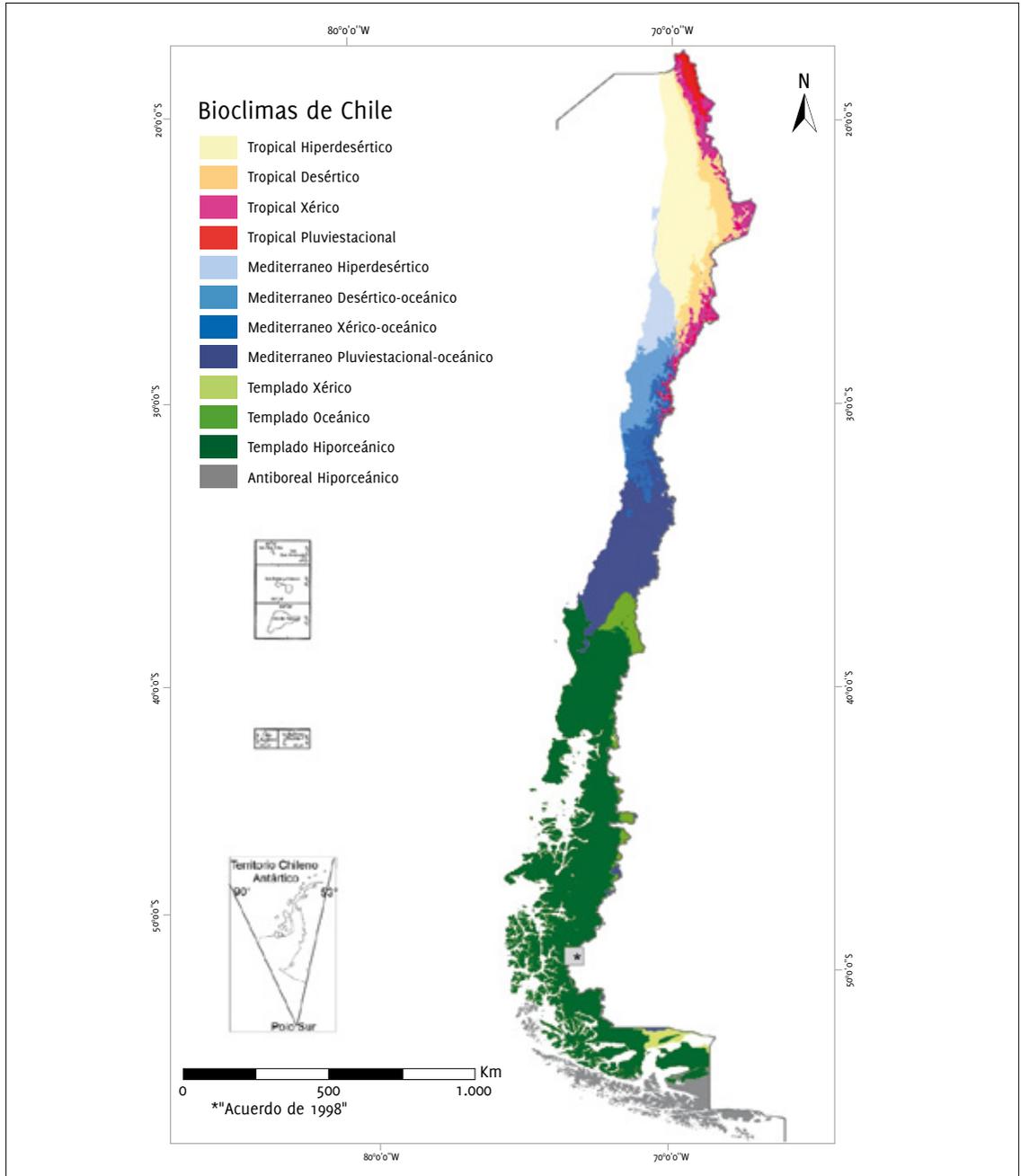
## 1.2. Perfil económico

El modelo económico chileno es abierto y estable, lo que favorece el comercio y la inversión. En gran medida, el crecimiento económico del país está regido por la actividad minera, cuyas exportaciones al año 2014, correspondieron al 54,2 % del total exportado por el país (DIRECON, 2015).

En los últimos veinte años Chile ha experimentado un rápido crecimiento económico, liderado por las exportaciones de materias primas. El PIB se ha triplicado entre 1990 y 2015, y su tasa de inflación anual es menor al 5 % (Figura 2). Si bien la economía de Chile está basada en la extracción de recursos naturales y bienes primarios, la suma del aporte de los servicios financieros y personales representa la mayor proporción del PIB (37,7 %), seguidos por la industria manufacturera y la minería (en suma, el 33,1 %).

En la Tabla 1 se resumen los principales indicadores geográficos y socioeconómicos de Chile.

Figura 1. Macrobioclimas de Chile.



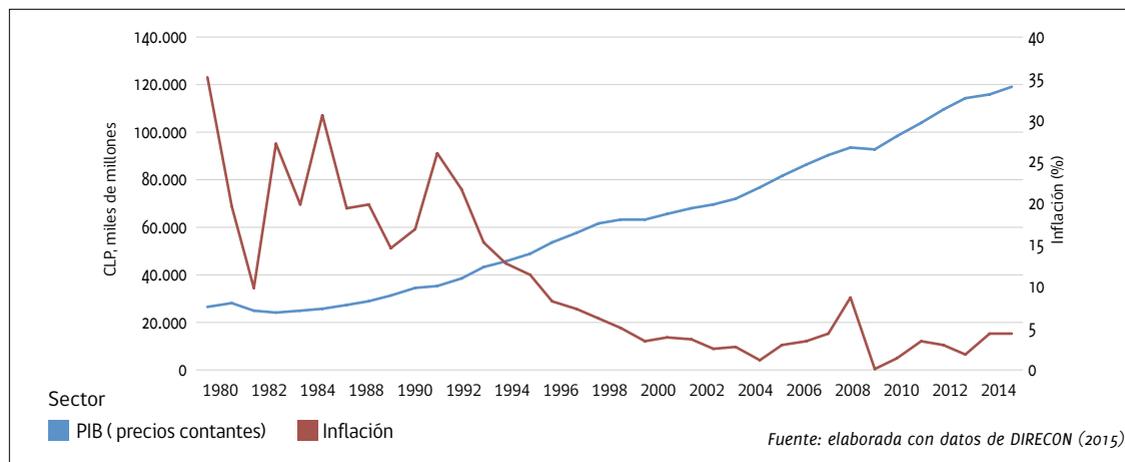
Fuente: Luebert y Plischoff, 2006 (límites marítimos según DIFROL).

**Tabla 1: Resumen de los principales indicadores geográficos y socio-económicos de Chile**

Información		Fuente
<b>Geografía y población</b>		
<b>Superficie:</b>		
Superficie total	2.006.096 km <sup>2</sup>	Instituto Geográfico Militar (IGM)
Superficie sudamericana	755.915 km <sup>2</sup>	
Superficie oceánica (Isla de Pascua)	181 km <sup>2</sup>	
<b>Usos de la tierra:</b>		
Áreas de uso agrícola	4,4 %	Corporación Nacional Forestal (CONAF) <sup>1</sup>
Bosques nativos	18,9 %	
Plantaciones forestales y bosques mixtos	4,2 %	
Praderas y Matorrales	27,1 %	
Áreas urbanas e industriales	0,5 %	
Áreas desprovistas de vegetación	32,5 %	
Áreas marinas protegidas	45.111,4 mil ha	Ministerio del Medio Ambiente (MMA)
Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas (SNASPE)	14.630,5 mil ha	
<b>Población:</b>		
Población año 2010	17.066.142 personas	Instituto Nacional de Estadísticas (INE)
Hombres año 2010	8.447.879 personas	
Mujeres año 2010	8.618.263 personas	
Población año 2016 (estimada)	18.191.884 personas	
Hombres año 2016 (estimada)	9.003.254 personas	
Mujeres año 2016 (estimada)	9.188.630 personas	
Población año 2020 (estimada)	18.896.684 personas	
Población año 2050 (estimada)	20.204.779 personas	
Población rural año 2015	12,7 %	Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO)
Población indígena año 2013	1.565.915 personas	
Población mapuche año 2013	1.321.717 personas	
Población aimara año 2013	120.621 personas	
Población migrante año 2013	354.581 personas	
<b>Desarrollo social:</b>		
Esperanza de vida año 2015	79,1 años	Instituto Nacional de Estadísticas (INE)
Mortalidad infantil año 2013 (por cada mil nacidos vivos)	7,0	
Tasa de alfabetización año 2012	98,9 %	UNICEF
Población urbana conectada a alcantarillado año 2014	96,7 %	Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)
Población urbana con suministro de agua potable año 2014	99,9 %	
Aguas servidas tratadas en plantas de tratamiento año 2014	99,9 %	
Índice de Desarrollo Humano año 2014	0,832	Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)
Población en pobreza extrema año 2015	3,5 %	Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO)
Población en pobreza año 2015	11,7 %	
Delta entre 10% más rico y 10% más pobre año 2015	27,2	
Coefficiente de Gini año 2015	0,482 / 0,495	
<b>Actividad económica</b>		
PIB año 2015	240.215,7 millones USD	Banco Mundial
PIB per cápita, año 2015	22.316 USD	
Crecimiento del PIB al 2016 estimado	1,9 % anual	
Crecimiento del PIB al 2018 estimado	2,3 % anual	
Exportación de materias primas año 2015	43,7 % de exportación total	
Exportación de bienes y servicios año 2015	30,1% PIB	

1 Respecto de la superficie sudamericana y oceánica

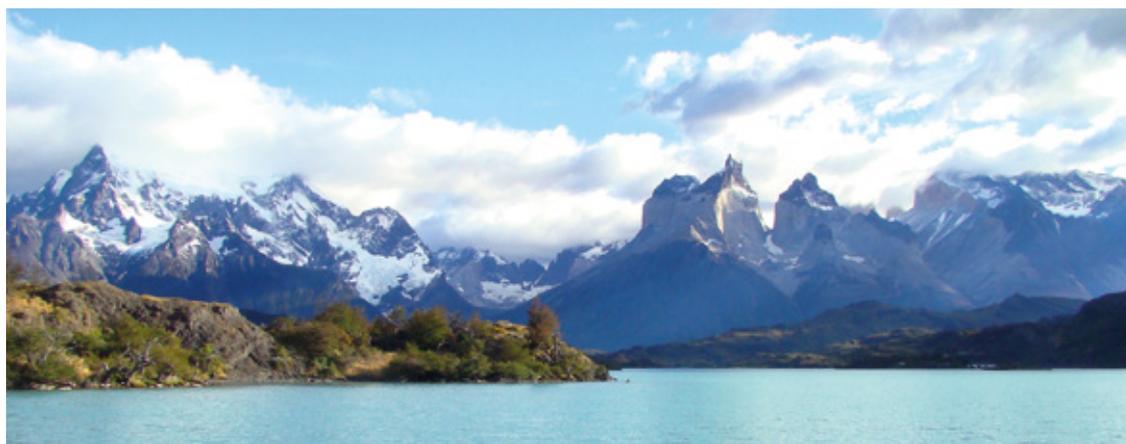
Información		Fuente
Balanza comercial año 2014	USD 3.515 millones	Dirección General de Relaciones Económicas Internacionales (DIRECON)
Exportaciones mineras año 2014	54,2 % de exportación total	
Exportaciones silvoagropecuarias año 2014	7,6 % de exportación total	
Exportaciones industriales año 2014	38,2 % de exportación total	
<b>Energía:</b>		
Fuentes no renovables en matriz eléctrica año 2015	55,9 %	Comisión Nacional de Energía (CNE)
Capacidad de producción de electricidad año 2015	20.375 MW	Ministerio de Energía (MINENERGIA)
Hidroelectricidad en la matriz eléctrica año 2015	34 %	
ERNC año 2015	11,48 %	
ERNC proyectada año 2050	60 %	
Cobertura eléctrica nacional año 2015	99,0 %	
Cobertura eléctrica rural	96,1 %	
<b>Agricultura y Silvicultura:</b>		
Exportaciones silvoagropecuarias año 2013	USD 15.505 millones	Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA)
Exportaciones silvoagropecuarias año 2014	USD 16.042 millones	
Exportaciones silvoagropecuarias año 2015	USD 14.691 millones	
Superficie cultivable año 2015	3,3 millones ha	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Superficie bajo riego año 2015	1,1 millones ha	
Superficie forestal año 2016	17,5 millones ha	
Superficie bosque nativo año 2016	14,3 millones ha	
Superficie plantaciones forestales año 2016	3 millones ha	
Superficie plantada año 2014	4.500 ha	
Superficie replantada	94.000 ha	Instituto Nacional de Estadísticas (INE)
Número de trabajadores año 2010	685,5 mil prs	
Número de trabajadores año 2014	703,6 mil prs	
<b>Acuicultura y Pesca:</b>		
Cosecha de centros de acuicultura año 2014	1.214,44 mil t	Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA)
Desembarque artesanal año 2014	1.507,21 mil t	
Desembarque industrial año 2014	1.029,69 mil	
Producción de pescados año 2014	74,5 %	
Producción de moluscos año 2014	12,3 %	
Producción de algas año 2014	11,5 %	
Número de trabajadores año 2010	61,6 mil prs	Instituto Nacional de Estadísticas (INE)
Número de trabajadores año 2014	43,9 mil prs	
<b>Minería:</b>		
Extracción de hierro año 2015	9.427,6 mil t métricas finas	Instituto Nacional de Estadísticas (INE)
Extracción de cobre año 2015	5.478,0 mil t métricas finas	
Producción de Cloruro de Sodio año 2015	10.553,4 t	
Producción de Carbonato de Calcio	6.849,5 t	
Producción de compuestos de Azufre	4.629,7 t	
<b>Transporte:</b>		
Parque del transporte particular año 2015	4.063.153 unidades	Instituto Nacional de Estadísticas (INE)
Parque del transporte colectivo año 2015	188.552 unidades	
Parque del transporte de carga año 2015	216.745 unidades	
<b>Residuos:</b>		
Residuos sólidos dispuestos en sitios de disposición final año 2010	5.935,7 mil t	Ministerio del Medio Ambiente (MMA)
Residuos sólidos dispuestos en sitios de disposición final año 2014	6.866,2 mil t	Ministerio del Medio Ambiente (MMA)
Aguas servidas tratadas con lodos activados año 2014	59,0 %	Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)
Aguas servidas tratadas con lagunas aireadas año 2014	19,8 %	
Aguas servidas dispuestas por emisarios subterráneos año 2014	11,7 %	

**Figura 2. PIB nacional a precios constantes e inflación, como índice de precios al consumidor (IPC).**

### 1.3. Institucionalidad nacional relativa al cambio climático

Desde que el tema del cambio climático entró en la agenda pública internacional, Chile ha mantenido una actitud proactiva hacia el tema del cambio climático, que se ha mantenido a través del tiempo y a través de las diferentes administraciones en el Gobierno.

La institucionalidad nacional que se hace cargo del cambio climático en Chile, convoca prácticamente a todo el aparato del Estado de forma tal que el tema no tiene una sede única en un ministerio o entidad pública, aunque es evidente que algunas instancias tienen un peso relativo mayor en la definición de políticas, estrategias y acciones, y también en su ejecución. El país cuenta con una institucionalidad pública dual, en el sentido que concurren entidades con responsabilidades específicas en el tema junto con instancias transversales para la toma de decisiones y la coordinación de acciones entre distintos ministerios.



PN Torres del Paine, Charif Tala.

Las principales instancias del estado que conforman la institucionalidad nacional en cambio climático, son:

- el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad (CMS), que es la máxima instancia rectora,
- El Ministerio del Medio Ambiente (MMA) que es responsable de proponer políticas, programas y planes de acción en materia de cambio climático, y de colaborar con los diferentes órganos del Estado a nivel nacional, regional y local para establecer las medidas necesarias de adaptación y de mitigación. Además ejerce el rol de punto focal técnico ante la CMNUCC<sup>2</sup>. Esto, a través del su Departamento de Cambio Climático.
- el Ministerio de Relaciones Exteriores (Minrel), que tiene el rol de punto focal ante la CMNUCC y ante toda otra instancia internacional -multi o bilateral- vinculada con el tema del cambio climático; su acción en esta área es ejercida a través de la Dirección del Medio Ambiente y Asuntos Oceánicos (DIMA),
- una instancia de coordinación interministerial, correspondiente al Equipo Técnico Interministerial en Cambio Climático (ETICC), y
- la serie de unidades pertenecientes a los diversos ministerios, que han asumido acciones directas dentro de este tema.

Hoy día, los principales instrumentos vigentes son los siguientes:

- **Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (PANCC) 2017-2022.** Su objetivo es establecer un instrumento de política pública que integre y oriente todas las acciones referidas al cambio climático. (Anteproyecto en consulta pública, año 2016)
- **Ley 20.698.** Esta ley, firmada en 2013, establece que para el año 2025 el 20% de la energía producida en Chile provendrá de fuentes renovables.
- **Acciones tempranas de mitigación.** Chile asumió un conjunto de acciones de mitigación, que fueron más allá de los compromisos establecidos en la Convención para los países no Anexo I, entre las principales acciones tempranas de mitigación están el Programa de Eficiencia Energética y la Ley 20.257 de fomento de las ERNC.
- **Adaptación al Cambio Climático.** En la actualidad, Chile cuenta el “Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático”, que ampara a todos los planes sectoriales y que fue aprobado el 1 de diciembre de 2014 por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y los siguientes planes sectoriales:

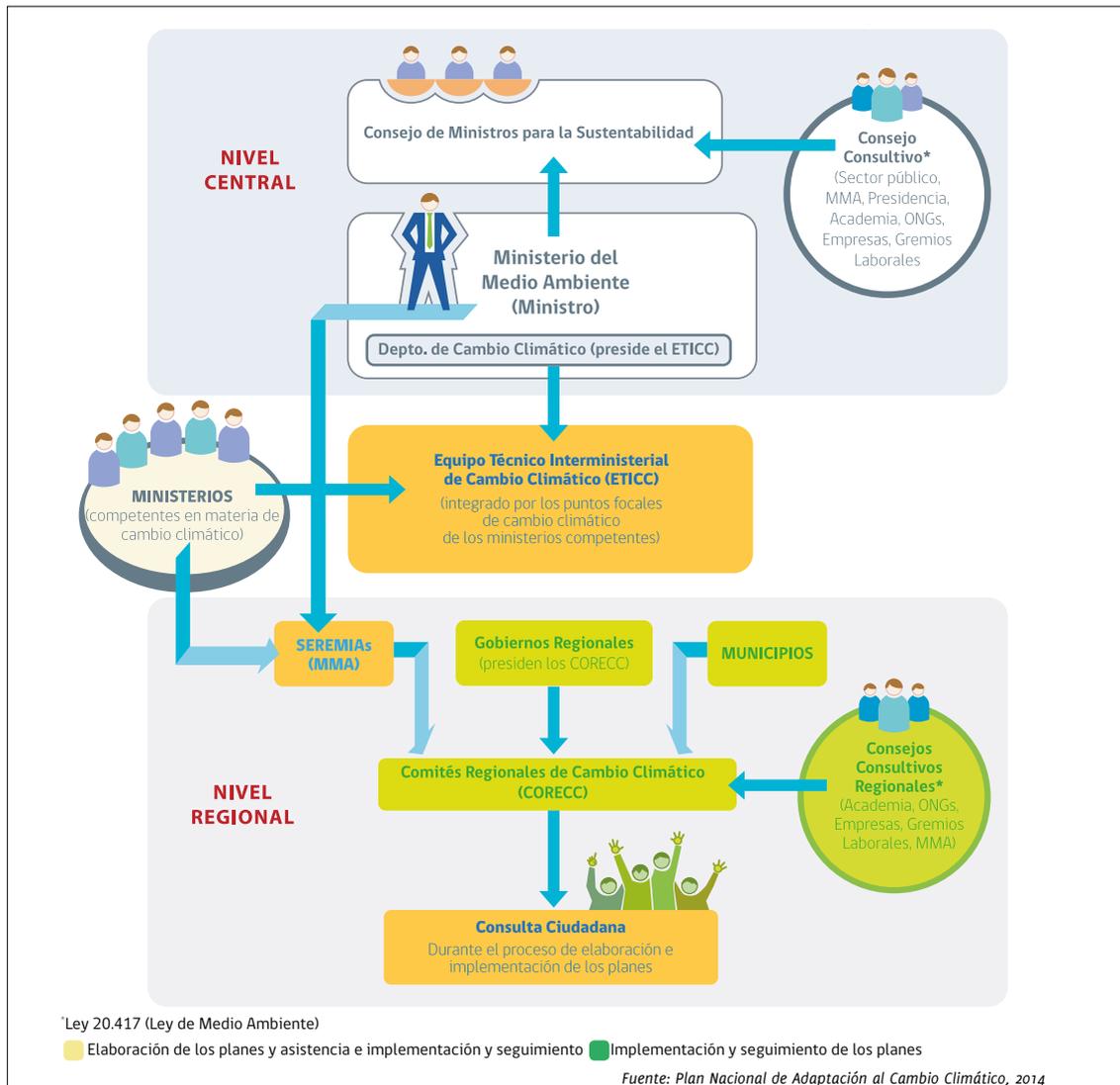


- el Plan de Adaptación del Sector Silvoagropecuario, aprobado en 2013 por el CMS, actualmente en ejecución,
- el Plan de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad, aprobado en 2014 por el CMS, en ejecución, y
- el Plan de Adaptación al Cambio Climático para Pesca y Acuicultura, aprobado en 2015 por el CMS, también actualmente en ejecución.

<sup>2</sup> La Ley 20.417 establece que “le corresponderá al Ministerio velar por el cumplimiento de las convenciones internacionales en que Chile sea parte en materia ambiental, y ejercer la calidad de contraparte administrativa, científica o técnica de tales convenciones, sin perjuicio de las facultades del Ministerio de Relaciones Exteriores”.

El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático y el PANCC 2017-2022 presentan una estructura operativa de gobernanza para el sector público. El manejo transversal e interministerial en materia de cambio climático lo canaliza el Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático (ETICC), creado en 2015 y coordinado por el DCC, cuyos integrantes son los puntos focales ministeriales de cambio climático nominados por sus respectivas carteras. En las regiones, el tema se instala a través de los Comités Regionales de Cambio Climático (CORECC), presididos por el Gobierno Regional, con participación de las Secretarías Regionales Ministeriales (Seremis), los municipios y los representantes de los Consejos Consultivos Regionales (Figura 3).

**Figura 3. Estructura operativa para la implementación de la política nacional en cambio climático.**





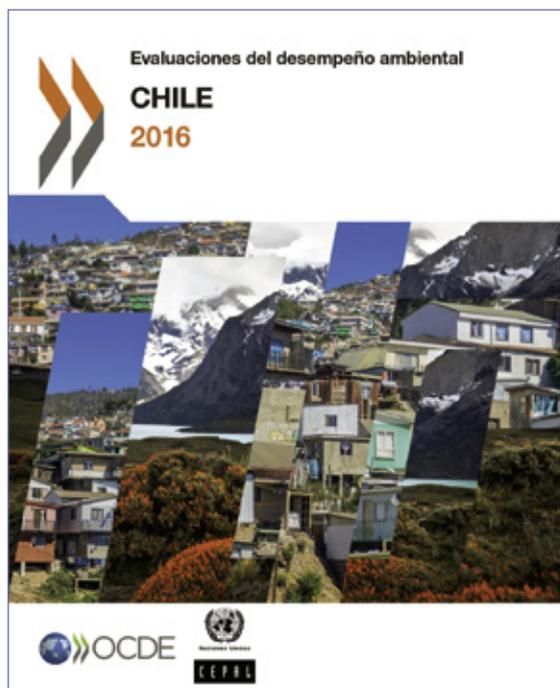
Archivo MMA.

### 1.3.1. Evaluación de Desempeño Ambiental de Chile OCDE 2016

En julio de 2016 Chile recibió los resultados de su Segunda Evaluación de Desempeño Ambiental por parte de la OCDE. Tras una primera evaluación realizada en 2005, en esta oportunidad se recibieron 54 recomendaciones.

En cuanto al cambio climático, la OCDE reconoce la existencia y efectividad de las instancias de coordinación interministeriales, pero, dado que la implementación de medidas y acciones depende en gran medida de la participación voluntaria de los ministerios y de que estos cuenten con las capacidades requeridas, recomienda a Chile “fortalecer y formalizar la base institucional de la política sobre cambio climático, con el fin de establecer responsabilidades bien definidas de implementación, de conformidad con la situación y los compromisos internacionales de Chile”.

La OCDE también identificó la necesidad de adoptar e implementar políticas nacionales sobre cambio climático, de manera de superar las falencias detectadas en cuanto a la existencia de iniciativas con impacto positivo en el cambio climático, como el incremento de la eficiencia energética o la expansión de la generación de energía basada en energías renovables, que no se encuentran bajo un marco articulador común y que no siempre explicitan su relación con el cambio climático. En consecuencia, la OCDE recomienda “adoptar e implementar un conjunto de políticas nacionales sobre cambio climático, a fin de concretar la contribución prevista determinada a nivel nacional para el año 2030; aplicar las medidas de mitigación apropiadas para cada país o medidas alternativas para asegurar el cumplimiento de la meta establecida para 2020”.



# 2 Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Chile, 1990-2013

## 2.1. Introducción

El presente es el Cuarto Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) presentado por Chile ante la CMNUCC para dar cumplimiento al artículo 4, párrafo 1(a), al artículo 12, párrafo 1(a), de dicha Convención, y a la decisión 1 de la Conferencia de las Partes número 16 de Cancún.

El INGEI de Chile, que fue elaborado siguiendo las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, abarca todo el territorio nacional e incluye las emisiones y absorciones de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), y las emisiones de metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre ( $\text{SF}_6$ ) en una serie de tiempo que va desde 1990 a 2013.

Las estimaciones de las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero (GEI) hacen referencia a 2013, último año del INGEI de Chile.

### Puntos clave del INGEI de Chile serie 1990-2013

- En el 2013, las emisiones de gases de efecto invernadero totales del país (excluyendo FOLU) fueron de 109.908,8 Gg  $\text{CO}_2$  eq, incrementándose en un 113,4 % desde 1990 y en un 19,3 % desde el 2010. El principal GEI emitido fue el  $\text{CO}_2$  (78,4 %), seguido del  $\text{CH}_4$  (10,7%),  $\text{N}_2\text{O}$  (10,0 %), y los Gases fluorados (0,9 %).
- El sector Energía es el principal emisor de GEI (77,4%), mayoritariamente por el consumo de carbón mineral y diésel para la generación eléctrica y el consumo de diésel en el transporte terrestre.
- El sector Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU) es el único que absorbe GEI en el país, y se mantiene como sumidero durante toda la serie temporal. Las absorciones netas del sector fueron de -26.119,2 Gg  $\text{CO}_2$  eq debido principalmente al incremento de la biomasa en plantaciones forestales y en renovales de bosque nativo.
- El balance entre emisiones y absorciones de GEI de Chile (incluyendo FOLU) alcanzó los 70.054,4 Gg  $\text{CO}_2$  eq.

## 2.2. Arreglos institucionales y elaboración del INGEI de Chile

Desde 2012, el Área de Inventarios de GEI del Departamento de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente (DCC del MMA) diseñó, implementó y ha mantenido el Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero de Chile (SNICHILE), que contiene las medidas institucionales, jurídicas y de procedimiento establecidas para la actualización bienal del INGEI de Chile, garantizando de esta forma la sostenibilidad de la preparación de los inventarios de GEI en el país, la coherencia de los flujos de GEI notificados y la calidad de los resultados. El trabajo permanente del SNICHILE está dividido en cinco líneas de acción:

- Operación del SNICHILE
- Actualización del INGEI de Chile
- Sistema de garantía y control de calidad
- Creación y mantención de capacidades
- Archivo y difusión

El SNICHILE mantiene un plan de trabajo consistente en un ciclo bienal de actividades. Durante el primer año del ciclo se actualizan los inventarios sectoriales de GEI (ISGEI) por los Equipos Técnicos Sectoriales, mientras que en el segundo año se compilan los ISGEI y se desarrollan los temas transversales del INGEI de Chile por el Equipo Técnico Coordinador.

La elaboración del INGEI actual comenzó durante el primer semestre de 2015, y concluyó a mediados de 2016. El ISGEI de Energía fue actualizado por la División del Prospectiva y Política Energética del Ministerio de Energía; el ISGEI de IPPU fue actualizado por el DCC del MMA; el ISGEI de AFOLU fue actualizado por el Ministerio de Agricultura mediante la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, la Corporación Nacional Forestal, el Instituto Forestal y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias; y el ISGEI de Residuos fue actualizado en conjunto por la Oficina de Residuos y Riesgo Ambiental y el DCC, ambos del MMA. Una vez concluido el proceso de actualización, los ISGEI fueron compilados por el DCC del MMA para la elaboración del INGEI de Chile y su respectivo *Informe del Inventario Nacional de GEI*, el cual pasa por un proceso de revisión a nivel nacional e internacional.

En conclusión, el INGEI de Chile es el resultado del esfuerzo colectivo y permanente de los Ministerios de Agricultura, Energía y Medio Ambiente, que han trabajado coordinadamente en el marco del SNICHILE, labor que ha robustecido la elaboración del INGEI de Chile al sumar el saber experto de los diferentes Ministerios sectoriales participantes.



Archivo MMA.

### 2.3. Tendencias de las emisiones de GEI de Chile

En 2013, el balance de emisiones y absorciones de GEI<sup>4</sup> de Chile contabilizó 70.054,4 Gg CO<sub>2</sub> eq, mientras que las emisiones de GEI totales<sup>5</sup> del país contabilizaron 109.908,8 Gg CO<sub>2</sub> eq, incrementándose en un 113,4 % desde 1990 y en un 19,3 % desde 2010 (Tabla 2). Los principales causantes de esta tendencia son los sectores *Energía* y *AFOLU*. Los valores que se observa que escapan de la tendencia en el balance (Figura 4) son consecuencias, principalmente, de los incendios forestales; contabilizados en el sector *AFOLU*.

Las emisiones de GEI totales estuvieron dominadas por el CO<sub>2</sub>, representando un 78,4 %, seguido del CH<sub>4</sub> con un 10,7 % y del N<sub>2</sub>O con un 10,0 %. Los Gases fluorados contabilizan colectivamente un 0,9 % de las emisiones de GEI totales del país.

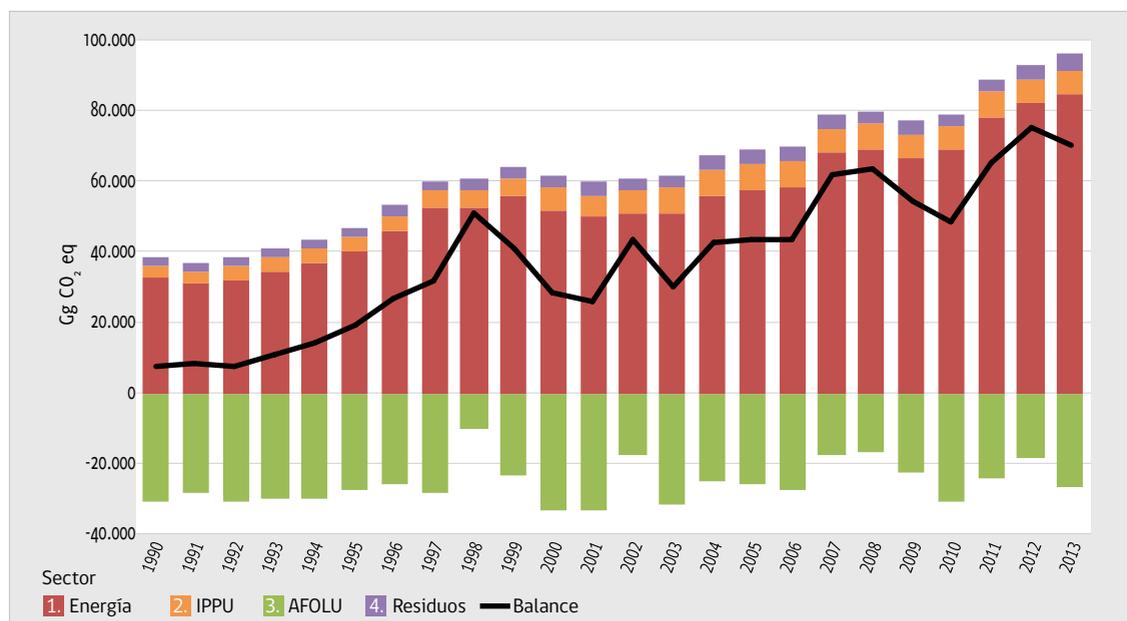
<sup>3</sup> En el presente informe, el término «balance de emisiones y absorciones de GEI» o «balance de GEI» refiere a la sumatoria de las emisiones y absorciones de GEI, expresadas en dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub> eq). Este término incluye al sector AFOLU en su totalidad.

<sup>4</sup> En el presente informe, el término «emisiones de GEI totales» refiere solo a la sumatoria de las emisiones de GEI nacionales, expresadas en dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub> eq). Este término excluye las fuentes de emisiones y sumideros de absorción de la Silvicultura y otros usos de la tierra (FOLU) del sector AFOLU, pero incluye las emisiones de GEI correspondientes a la agricultura.

**Tabla 2. INGEI de Chile: emisiones y absorciones de GEI (Gg CO<sub>2</sub> eq) por sector, serie 1990-2013**

Sector	1990	2000	2010	2011	2012	2013
1. Energía	33.219,5	52.122,9	69.423,7	78.527,0	82.076,6	85.075,4
2. IPPU	3.127,5	6.449,6	6.008,1	6.868,3	7.214,9	6.619,4
3. AFOLU	-30.866,3	-32.819,2	-30.514,4	-24.339,9	-18.410,7	-26.119,2
Agricultura	12.633,5	13.580,7	12.879,8	12.741,7	13.285,0	13.735,2
FOLU	-43.499,8	-46.399,9	-43.394,2	-37.081,6	-31.695,8	-39.854,4
4. Residuos	2.526,1	3.348,3	3.802,6	3.939,8	4.019,2	4.478,8
Balance (incluye FOLU)	8.006,8	29.101,5	48.719,9	64.995,1	74.899,9	70.054,4
Total (excluye FOLU)	51.506,6	75.501,4	92.114,2	102.076,7	106.595,6	109.908,8

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA.

**Figura 4. INGEI de Chile: emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) por sector, serie 1990-2013**

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

El sector *Energía* es el principal emisor nacional de GEI, representando el 77,4 % de las emisiones de GEI totales en 2013. En el mismo año, las emisiones de GEI del sector contabilizaron 85.075,4 Gg CO<sub>2</sub> eq, incrementándose en un 156,1 % desde 1990 y a un 22,5 % desde el 2010. En general, la principal causa es el aumento del consumo energético del país, incluyendo el consumo de carbón mineral y de gas natural para la generación eléctrica, así como el consumo de combustibles líquidos para transporte terrestre, mayormente diésel y gasolina. Respecto a las subcategorías, *Industrias de la energía* (principalmente *Generación de electricidad como actividad principal*) es la de mayor importancia dentro del sector con un 45,3 % de participación en 2013, seguida de un 28,9 % de *Transporte* (principalmente el *Transporte terrestre*), 16,8 % de *Industrias manufactureras y de la construcción* y 8,0 % de *Otros sectores* (principalmente *Residencial*). La subcategoría *Petróleo y gas natural* contabilizó un 0,9 %, y *Combustibles sólidos* un 0,1 %.



Central termoeléctrica, Archivo MMA.

El sector *IPPU* representó el 6,0 % de las emisiones de GEI totales en 2013. En el mismo año, las emisiones de GEI del sector contabilizaron 6.619,4 Gg CO<sub>2</sub> eq, incrementándose en un 111,7 % desde 1990 y en un 10,2 % desde 2010. En general, las principales causantes son el aumento sostenido de las producciones de hierro y acero, cal, ácido nítrico y cemento. Respecto a las categorías, el 37,7 % de las emisiones de GEI del sector corresponden a la *Industria de los minerales*, seguido de un 23,9 % de *Industria de los metales*, 21,2 % de *Industria química*, 10,4 % de *Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono*, un 4,7 % de *Manufactura y utilización de otros productos* y, finalmente, un 2,1 % de *Productos no energéticos de combustible y uso de solventes*.

El sector *AFOLU* es el único sector que consistentemente absorbe CO<sub>2</sub> en el país, lo que lo convierte en el más relevante por su potencial de mitigación. En 2013, el balance de GEI del sector contabilizó -26.119,2 Gg CO<sub>2</sub> eq, disminuyendo su condición de sumidero en un 15,4 % desde 1990 y en un 14,4 % desde 2010. En general, esto se debe a que la categoría *Tierras* disminuyó sus absorciones, mientras que las emisiones de GEI de las categorías asociadas a la actividad agropecuaria (*Ganadería y Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO<sub>2</sub> de la tierra*) se han mantenido estables durante la serie 1990-2013. Respecto a las emisiones y absorciones de GEI en términos absolutos por categoría, el 73,8 % corresponde a *Tierras*, seguido de un 15,5 % de *Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO<sub>2</sub> de la tierra* y, finalmente, un 10,6 % correspondiente a *Ganadería*.

El sector *Residuos* representó el 4,1 % de las emisiones de GEI totales en 2013. En el mismo año, las emisiones de GEI del sector contabilizaron 4.478,8 Gg CO<sub>2</sub> eq, incrementándose en un 77,3 % desde 1990 y en un 17,8 % desde 2010. En general, la principal causante es el aumento sostenido de la generación de residuos sólidos y su disposición final en rellenos sanitarios. Respecto a las categorías, el 72,0 % de las emisiones de GEI del sector corresponden a la *Disposición de residuos sólidos*, seguido de un 26,7 % de *Tratamiento y descarga de aguas residuales*, 1,3 % de *Tratamiento biológico de residuos sólidos* y, finalmente, un 0,01 % de *Incineración y quema abierta de residuos*.

En conformidad con los requerimientos de la CMNUCC y de las *Directrices del IPCC de 2006*, las emisiones de GEI generadas por el consumo de combustible fósil en el transporte internacional aéreo y marítimo y las emisiones de CO<sub>2</sub> de la biomasa que se quema con fines energéticos fueron cuantificadas y reportadas como partidas informativas, pero se excluyeron del balance de emisiones y absorciones de GEI del país.

# 3 Vulnerabilidad del país y su adaptación al cambio climático

## 3.1. Antecedentes generales y políticas nacionales

Chile es un país vulnerable al cambio climático, ya que cumple con siete de las nueve características de vulnerabilidad definidas en la CMNUCC.

En el capítulo 3 se presentan las condiciones de vulnerabilidad del país a los efectos adversos del cambio climático y las medidas de adaptación que se están adoptando con el objeto de atender a las necesidades y preocupaciones de Chile en esta materia. La estrategia de adaptación se ejecuta a través de nueve planes sectoriales de adaptación y se coordina según la estructura operativa descrita en el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático de 2014 y en el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022.



San Javier, Macarena Mella.

## 3.2. Tendencias observadas y proyecciones nacionales de cambio climático

### 3.2.1. Condiciones atmosféricas observadas

Las tendencias observadas en las temperaturas medias en Chile hasta 2010 exhiben un patrón de enfriamiento en las costas y calentamiento en el interior (valle central) y en los Andes como principal tendencia. El enfriamiento en la costa coincide con el patrón de enfriamiento de las temperaturas superficiales del mar del Pacífico debido a la oscilación decenal del Pacífico (PDO) (Vuille y otros, 2015).

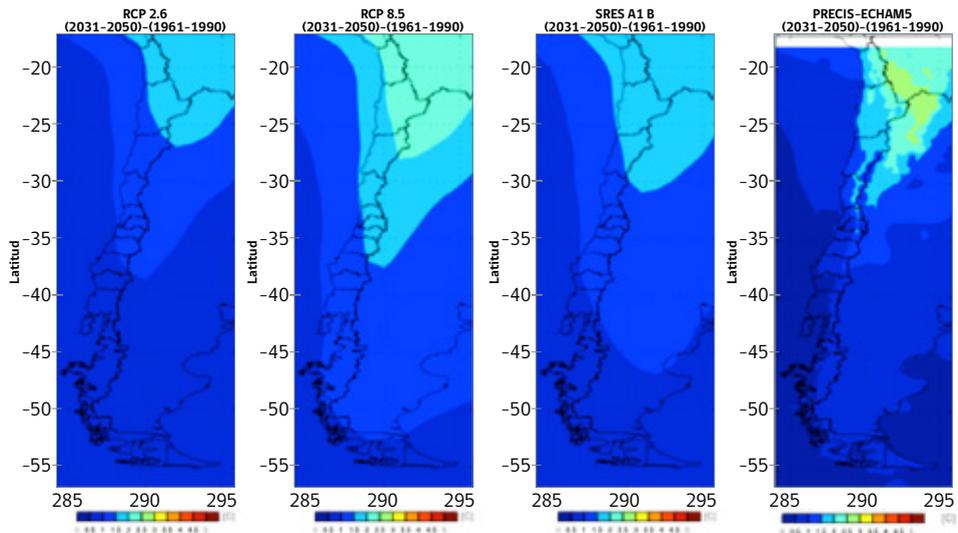
En los siglos XX y XXI las tendencias de las precipitaciones varían dependiendo de la región y el periodo considerados. En la zona norte (18°-30° sur) durante el siglo XX las precipitaciones muestran una importante variabilidad interdecadal asociada a la PDO. En el caso de la zona central (30-35° sur), las precipitaciones presentan variaciones decadales asociadas con la PDO, mientras que en la zona sur (37°-43° sur) se ha manifestado una tendencia a la disminución en el periodo analizado (1979-2014). En el periodo 2010-2015 la zona centro-sur del país (desde Coquimbo hasta la Araucanía) registró un déficit de precipitaciones cercano al 30 % (Boisier y otros, 2016),

### 3.2.2. Proyecciones de temperatura y precipitación

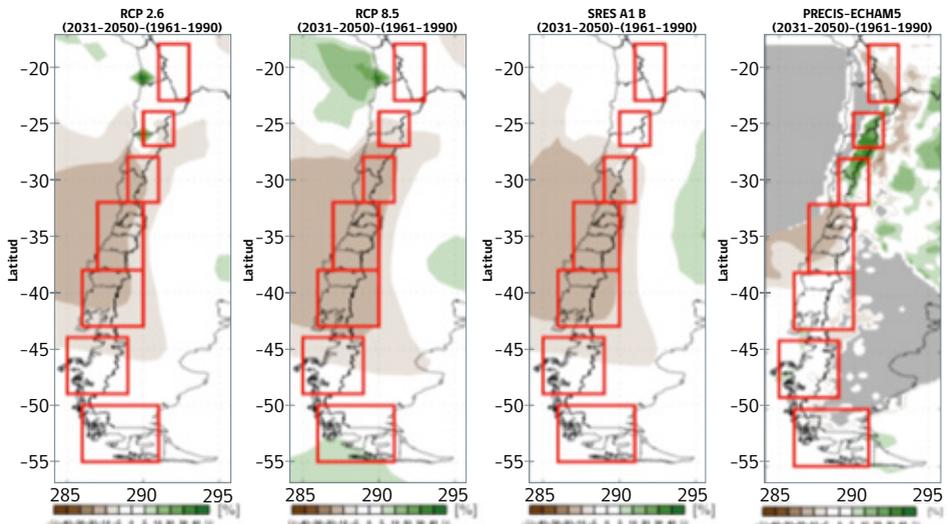
Para la elaboración del Quinto Informe del IPCC, AR5, se desarrollaron nuevos escenarios de emisiones y concentraciones de GEI, denominados “Representative Concentration Pathways” (RCP). Con la ayuda de estos se generaron las simulaciones de la quinta fase del proyecto de intercomparación de las simulaciones de proyecciones de cambio climático (Coupled Modeling InterComparison Project 5, CMIP5).

En la Figura 5 se muestran las proyecciones de temperaturas para el periodo 2031-2050, para los dos escenarios extremos RCP2.6, RCP8.5, CMIP3-SRES A1B y de la simulación regional PRECIS-ECHAM5 para el escenario de emisiones A1B. El patrón de calentamiento es similar en todos los casos: mayor calentamiento en la zona altiplánica y menor en la región austral. El modelo regional, debido a su mayor resolución espacial proyecta un mayor calentamiento en la zona andina.

**Figura 5. Mapas de cambio de temperatura para escenarios RCP y SRES A1B (GCM y RCM) para el periodo 2031-2050 en comparación con el periodo 1961-1990.**



**Figura 6. Mapas de cambio de precipitación para escenarios RCP y SRES A1B (GCM y RCM) para el periodo 2031-2050 en comparación con el periodo 1961-1990.**



Fuente: Rojas, 2012.

En el caso de las precipitaciones, las tendencias en la Figura 6 indican que el periodo 2031-2050 sería más seco en comparación con la media histórica, y se prevé una disminución de entre 5 % y 15 % para la zona comprendida entre las cuencas de los ríos Copiapó y Aysén. Estas proyecciones se acentuarían hacia la zona sur del país, específicamente entre la cuenca del río Biobío y el límite sur de la Región de Los Lagos.

### 3.2.3. Variabilidad climática y eventos extremos

El clima de Chile está fuertemente influenciado por tres forzantes climáticas: la oscilación del sur El Niño (ENSO), la PDO y la oscilación antártica (AAO). ENSO se ha descrito como uno de los factores que explica la variabilidad climática observada en Chile central. En esa zona, la ocurrencia de ENSO se asocia a alteraciones en la ubicación e intensidad de los centros de altas presiones y a la frecuencia con que los sistemas frontales ingresan al territorio, estableciéndose en términos generales que en la fase cálida o fase Niño la probabilidad de observar precipitaciones es mayor de lo normal (Caviedes y Waylen, 1998). Por el contrario, se observa una tendencia a la reducción de los montos de precipitación cada vez que se registra una disminución significativa de la temperatura superficial del mar (fase La Niña) (Larkin y Harrison, 2002). Los forzantes climáticos tienen un impacto importante en la frecuencia e intensidad de fenómenos hidrometeorológicos extremos como, por ejemplo, la “megasequía” (Garreaud y otros, 2015) que se extendió desde 2010 hasta 2015.



Juan Fernández, Archivo MMA.

### 3.2.4. Condiciones en la criósfera y en el mar

#### **Criósfera**

Estudios recientes indican que los factores de variabilidad climática (ENSO, PDO) afectan considerablemente los regímenes de acumulación de nieve y caudales en la cordillera. Cambios históricos en las temperaturas han alterado el caudal de ríos de menor elevación, lo que sugiere el posible desarrollo de un futuro efecto umbral que podría desencadenarse al proseguir el aumento de temperaturas observado en las últimas décadas (Cortés y otros, 2011; Masiokas y otros, 2008; McPhee y otros, 2014).

Otro gran componente de la criósfera son los glaciares. Evidencia reciente indica una tendencia al retroceso en la mayoría de los glaciares de Chile. La dificultad para proyectar estas tendencias hacia un modelo de predicción radica en que no está establecida la influencia relativa de variaciones en la temperatura y en la precipitación sobre su evolución (Bown y otros, 2008; Casassa y otros, 1998; Masiokas y otros, 2009, 2016; Mernild y otros, 2015; Pellicciotti y otros, 2014; Rivera y otros, 2002, 2006).

#### **Mar**

En Chile la variación relativa del nivel del mar (NMM) respecto del suelo marino está condicionada por la actividad sísmica en la zona de subducción entre la placa de Nazca y la placa Sudamericana. Un análisis a partir de los

registros de hasta sesenta años de extensión en mareógrafos de la red nacional del SHOA (Contreras-López y otros, 2012) indica que las tasas de cambio del NMM difieren significativamente a lo largo del país. El lugar con la mayor tasa de aumento del NMM es Isla de Pascua, con 3,2 mm/año. Predicciones de uno de los escenarios conservadores de cambio climático para el año 2100 indican aumentos del NMM entre 0,2 y 0,3 m para distintas latitudes de Chile, valores que son coincidentes con las tasas de incremento estimadas por la Cepal (2011) y el informe del IPCC (Magrin y otros, 2014). Utilizando modelos numéricos, Albrecht y Shaffer (2016) proyectan aumentos del NMM en la costa de Chile de 34 a 52 cm para el escenario RCP4.5, y de 46 a 74 cm para el escenario RCP8.5 a fines del siglo XXI.



Los Ríos, Archivo MMA.

El aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub> atmosférico está induciendo cambios en la química del agua de mar, disminuyendo su pH, bajando la disponibilidad de iones de carbonato y reduciendo el estado de saturación de carbonato de calcio. Este fenómeno, conocido como acidificación del océano, está ocurriendo a un ritmo más rápido en las regiones polares y subpolares, como la Antártica. El pH promedio de agua de la superficie se ha reducido en aproximadamente 0,1 unidades desde la revolución industrial y se esperan reducciones futuras de hasta 0,3 unidades para el año 2100 (IPCC, 2013).

### 3.3. Sectores vulnerables al cambio climático

Desde una perspectiva de vulnerabilidad, se espera que el país sea impactado de manera significativa por los fenómenos asociados al cambio climático. Los sectores más relevantes para Chile que son vulnerables al cambio climático son Recursos hídricos, Biodiversidad, Silvoagropecuaria, Pesca y Acuicultura, Energía, Ciudades, Salud, Infraestructura, Turismo y Zonas Costeras.

#### 3.3.1. Recursos hídricos

El sector Recursos hídricos es central porque influye en forma directa o indirecta en las características o productividad de los otros sectores. Los cambios esperados para el sector hídrico pueden afectar las distintas facetas de seguridad hídrica ya sea porque disminuye la cantidad de agua disponible para distintos usos productivos, para el sostén de medios de vida o ecosistemas valiosos o porque aumentan los efectos negativos en términos de calidad de agua u ocurrencia de eventos extremos como desastres de origen hidrometeorológico. Por sus efectos en la seguridad hídrica, los recursos hídricos están conectados de manera directa con una serie de sectores y sistemas. Desde la 2CN se han logrado en Chile importantes avances en el estudio de estas conexiones y análisis de impactos indirectos mediados por los cambios en las condiciones hidrológicas. En la actualidad se cuenta con 37 cuencas o subcuencas analizadas desde una perspectiva hidrológica, aplicando modelos de simulación de escenarios climáticos tipo SRES o RCP.

Una de las cuencas más importantes para Chile es la del río Maipo, ubicado en Chile central, que posee una población de casi siete millones de personas, concentradas en la ciudad de Santiago. De acuerdo con los

distintos escenarios evaluados por el proyecto MAPA, estos efectos podrían reducir drásticamente los volúmenes de agua almacenados en el embalse El Yeso, principal fuente de regulación de agua para la provisión de agua potable de la ciudad de Santiago. También se prevé un empeoramiento en las condiciones de suministro de agua para riego producto de un aumento en la demanda de agua y una disminución en la oferta de la misma durante la temporada de riego.

Pese a todos los avances relacionados con la información de los efectos que tienen los cambios ya observados y proyectados en el clima, se debe destacar la necesidad de generar modelos más precisos que permitan realizar modelaciones futuras, por ejemplo, identificando los efectos del aumento de la temperatura sobre la sublimación de nieves en la zona norte del país, o para entender la influencia de los glaciares rocosos en el régimen de escorrentía de los ríos.

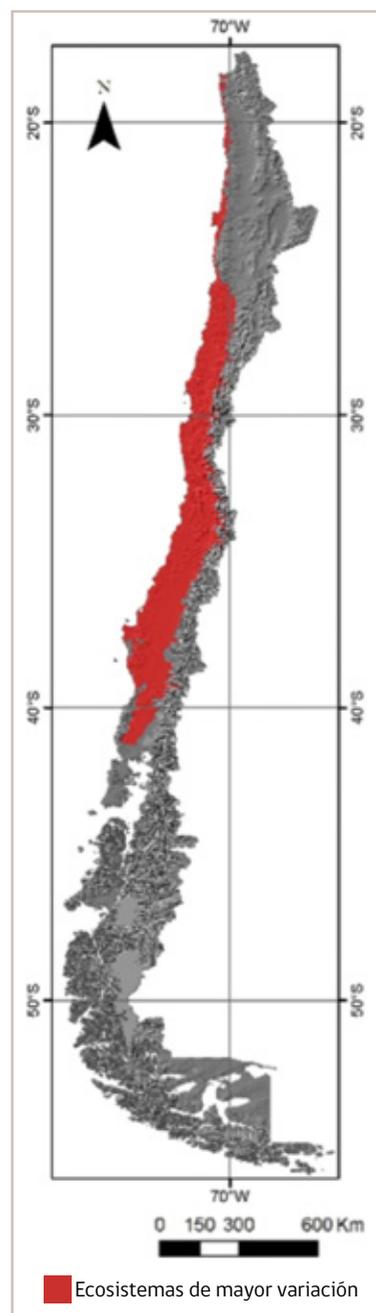
### 3.3.2. Biodiversidad

Desde la 2CN los estudios de vulnerabilidad para Biodiversidad se han actualizado tanto para especies como para ecosistemas. Los principales resultados indican una variación longitudinal de las formaciones desérticas hacia la vegetación andina y un avance latitudinal hacia el sur de las formaciones de matorral desértico y de bosque esclerófilo mediterráneo.

La actualización del análisis en los ecosistemas presentado por Marquet y otros (2010) mantiene el patrón de cambio latitudinal de los ecosistemas, concentrando la mayor variabilidad espacial en la zona mediterránea de Chile central y en la zona norte interior de la zona templada (Regiones de la Araucanía, de Los Ríos y Los Lagos), que corresponde a zonas dominadas por matorral y bosque esclerófilo, bosque espinoso y bosque caducifolio (Figura 7).

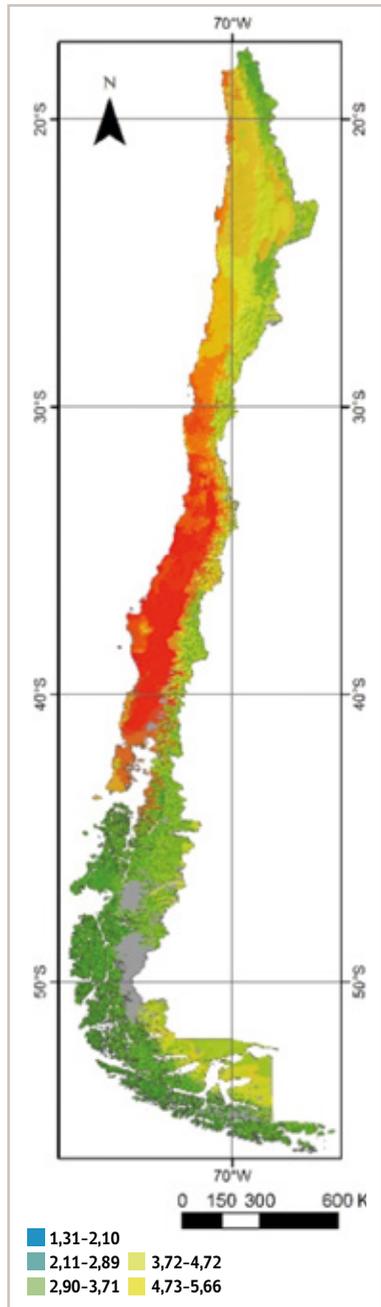
Aplicando el concepto de “estrés bioclimático” a los 127 ecosistemas terrestres (pisos de vegetación) e incluyendo diferentes tipos de presiones antropogénicas se calculó un índice de vulnerabilidad (Santibáñez y otros, 2013). El índice arrojó una tendencia al aumento de la vulnerabilidad hacia la zona central tanto por la mayor presencia antrópica como por los resultados del estrés bioclimático esperados. Los pisos con mayores valores en este índice se encuentran dentro de las formaciones de bosque caducifolio, espinoso y esclerófilo (Figura 8). El estudio concluye además que, ante los nuevos escenarios climáticos, los pisos vegetacionales tienden a reducirse y a fragmentarse en torno a su área actual más que a desplazarse.

**Figura 7. Ecosistemas con mayor variabilidad espacial producto del cambio climático.**



Fuente: Pliscoff, datos no publicados

**Figura 8. Índice de vulnerabilidad de ecosistemas (pisos de vegetación) para el escenario 2050.**



Fuente: Santibáñez y otros, 2013.

Para analizar el impacto en las especies, la aproximación más utilizada corresponde a los modelos de distribución de especies o modelos de nicho (Guisan y Zimmermann, 2000). En el estudio de Marquet y otros (2010) se utiliza esta metodología, que permite caracterizar la distribución actual de una especie y proyectarla en escenarios futuros mediante variables climáticas y presencias conocidas. Como resultado de la modelación del nicho ecológico, la respuesta al cambio climático de las especies analizadas muestra para el periodo 2070-2100 que, en general, y aun cuando predominan reducciones en el área de distribución de especies para el caso de dispersión limitada, el número de especies que se extingue es reducido. Se observó que la respuesta es altamente dependiente de la capacidad de dispersión de la especie.

En el periodo modelado (finales de siglo), más de la mitad de las especies estudiadas podría expandir su rango de distribución, mientras que al considerar que las especies no pueden dispersarse la gran mayoría presenta disminuciones en el área de distribución proyectada. Estos resultados son consistentes con los cambios esperados para especies arbóreas nativas de la región mediterránea de Chile reportados en Bambach y otros (2013).

### 3.3.3. Silvoagropecuario

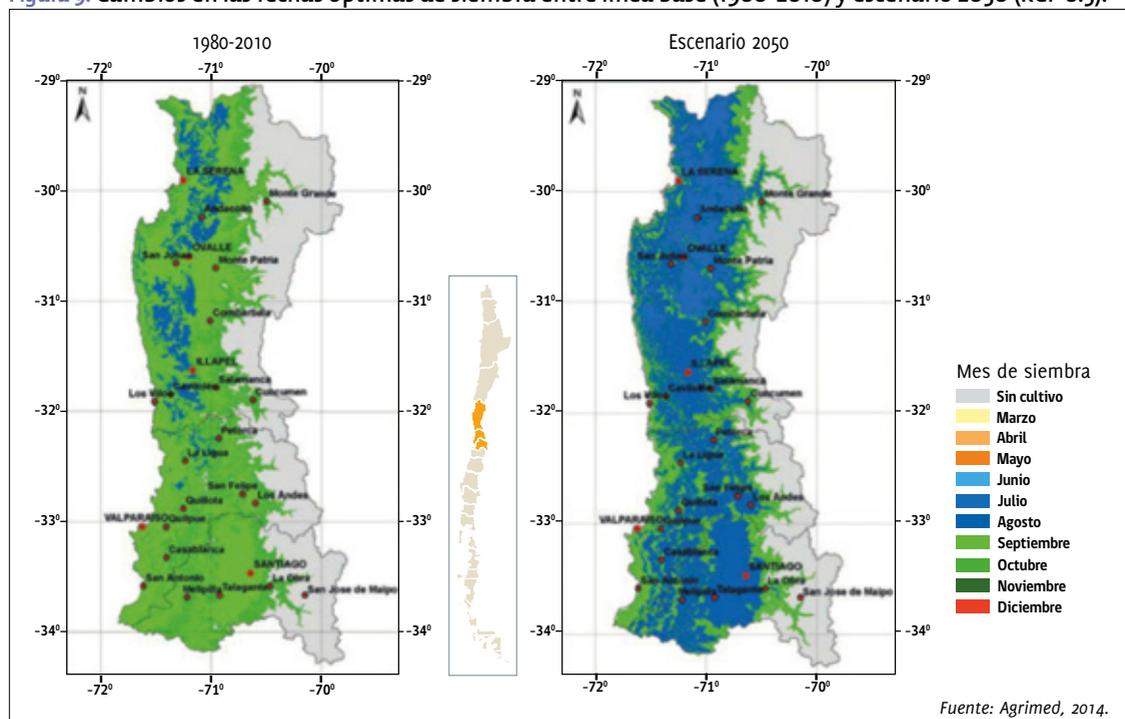
Se estima que este sector es uno de los más vulnerables frente a los fenómenos de cambio climático. La industria agropecuaria y forestal es una importante fuente de empleo, con una participación relevante en el producto geográfico bruto (PGB) del país. La 2CN presentó un análisis detallado de los potenciales impactos del cambio climático sobre el sector Agricultura. La mayor parte de las regiones agrícolas del país (Atacama a Los Lagos) sufrirían la aridización como consecuencia de la declinación pluviométrica que continuará durante el siglo XXI (Agrimed, 2008). Una de las principales conclusiones de dicho estudio indica un desplazamiento de las actuales zonas agroclimáticas hacia el sur, especialmente en lo que se refiere a la fruticultura y la silvicultura (Agrimed, 2008).

Las proyecciones de impactos en la productividad agrícola se actualizaron para algunos cultivos, considerando los nuevos escenarios climáticos RCP. Por ejemplo, según estimaciones basadas en el escenario RCP 8.5 para el maíz, hacia 2050 el potencial de producción se expandiría considerablemente hacia latitudes más al sur en relación con la extensión actual, desplazamiento explicado principalmente por los aumentos de temperatura en esas latitudes. Sin embargo, en la parte norte de la actual zona de producción se prevén

disminuciones en el potencial productivo de entre 10 % y 20 %. Los requerimientos de riego disminuirían entre 10 % y 30 % como consecuencia de las siembras más tempranas, que permitirían un mayor aprovechamiento de las precipitaciones invernales. En relación con la estacionalidad de la siembra, en la zona centro-norte del país la fecha óptima de siembra se adelantaría a los meses de invierno por los aumentos de temperatura. En la zona de valle de la Región Metropolitana los adelantamientos serían hacia el mes de agosto, mientras que en las zonas más frías de precordillera las siembras continuarían siendo primaverales (Figura 9).

En general, las conclusiones derivadas de los estudios presentados en la Segunda Comunicación Nacional siguen vigentes. Estos resultados son consistentes con las evidencias, que no encontraron diferencias considerables en las principales variables climáticas entre las modelaciones derivadas de los escenarios SRES y RCP para la zona de Chile.

**Figura 9.** Cambios en las fechas óptimas de siembra entre línea base (1980-2010) y escenario 2050 (RCP 8.5).



### 3.3.4. Pesca y acuicultura

Las pesquerías de la zona centro-sur de Chile son las más importantes del país, ya que concentran cerca del 45 % de la producción nacional. La productividad de esta zona está determinada por el sistema de la corriente de Humboldt (SCH), uno de los más productivos del mundo tanto por su producción primaria (Daneri y otros, 2000; Fossing y otros, 1995) como por la producción pesquera (Bakun y Broad, 2003). El SCH se extiende desde Chile centro-sur (~ 42° S) hasta el norte de Perú (~ 4°-5° S). Los forzantes más relevantes en el contexto de cambio climático para el SCH serán los siguientes:

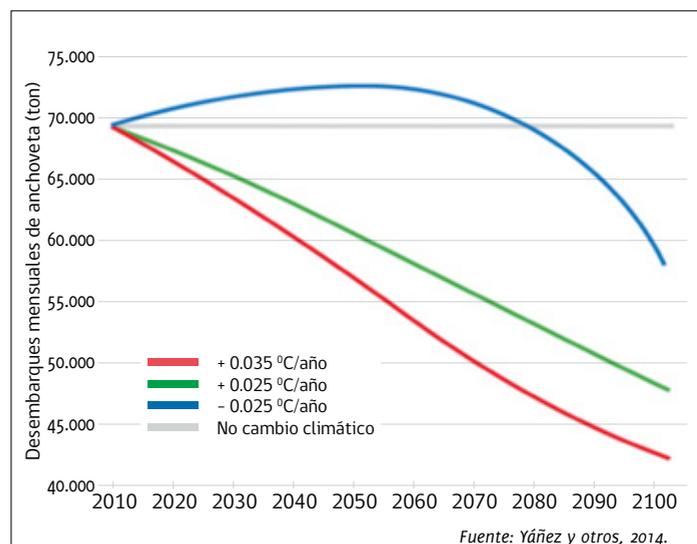
- cambios en la concentración de oxígeno ambiental en la columna de agua y en los sedimentos
- variaciones en la intensidad y dinámica espaciotemporal de las surgencias costeras
- cambios en la temperatura del mar
- cambios en la frecuencia e intensidad del ENSO
- cambios en la circulación (corrientes marinas)
- modificación de la dinámica espaciotemporal de estructuras físicas de mesoescala (por ejemplo, filamentos, meandros, remolinos, jets)
- aumento del nivel del mar
- cambio en el aporte de agua dulce al ecosistema costero

Los potenciales impactos del cambio climático en las pesquerías y en la acuicultura chilena se enfocan principalmente en los efectos de la variabilidad interanual asociada a los eventos ENSO y PDO. La importancia de dicha variabilidad se relaciona en diferentes escalas espaciotemporales con efectos en la abundancia, sobrevivencia de los primeros estadios de vida, reclutamiento y cambios en la distribución de las especies.

En Chile al menos 11 recursos de peces y mariscos presentan diferentes niveles de vulnerabilidad al cambio climático: la anchoveta (*Engraulis ringens*), la sardina común (*Strangomera bentincki*), el jurel (*Trachurus murphyi*), la merluza (*Merluccius gayi*), especies de anguila congrio, cangrejos, la langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*), la macha (*Mesodesma donacium*), el ostión (*Argopecten purpuratus*), el loco (*Concholepas concholepas*) y el erizo de mar (*Loxechinus albus*).

Estudios sobre el impacto de futuros cambios en la temperatura superficial media (TSM) del mar proyectan un aumento en las capturas de anchoveta del norte de Chile en caso de que la TSM disminuya en 0,02 °C al año y disminuciones notables si la TSM aumenta en 0,034 °C al año o en 0,025 °C al año (Figura 10) (Yáñez y otros, 2014).

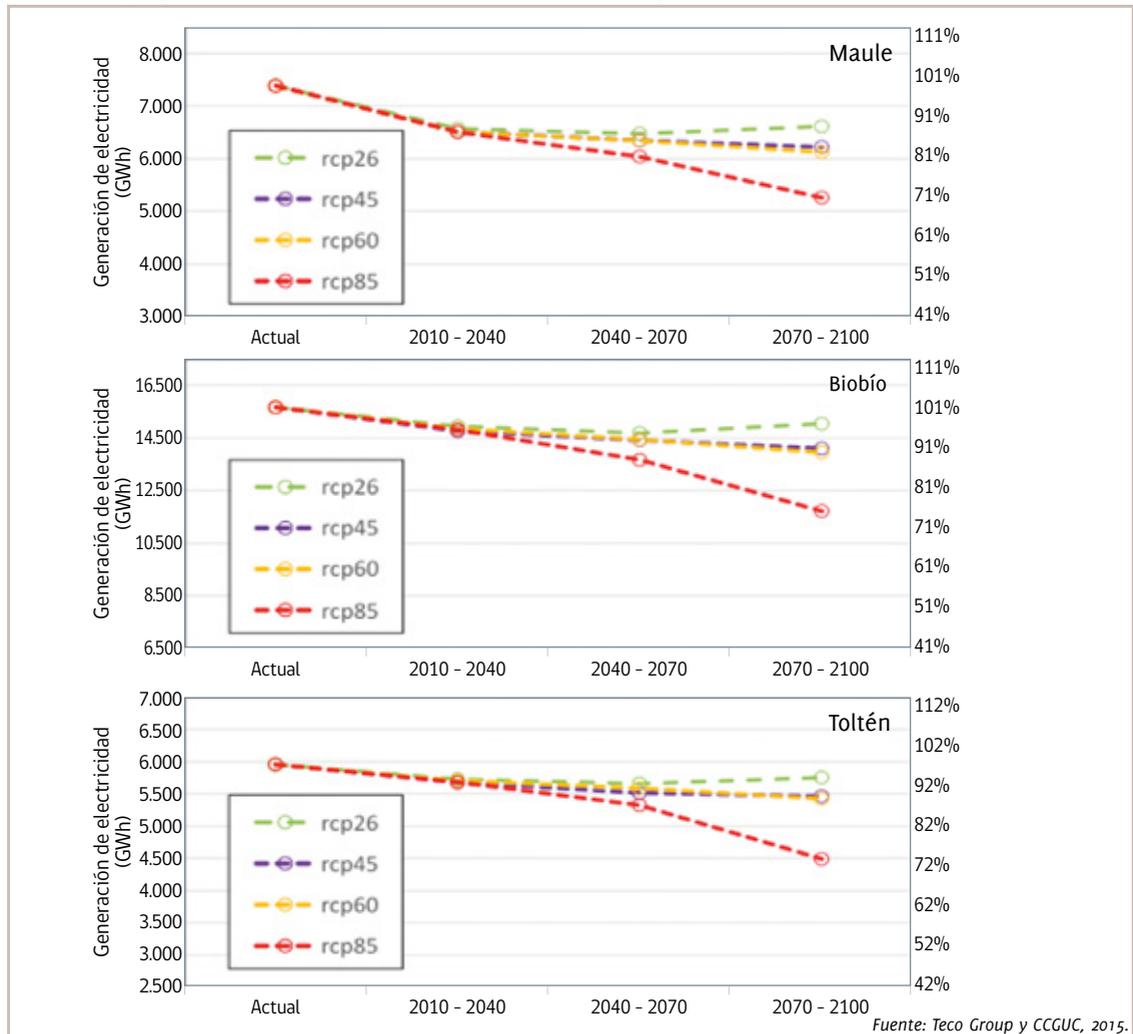
**Figura 10. Proyección mensual de los desembarques de anchoveta en la zona norte de Chile, considerando cuatro escenarios de cambio climático.**



### 3.3.5. Energía

En términos de la oferta energética, se puede encontrar una serie de conexiones con las condiciones climáticas, en especial en el caso de aquellas fuentes de generación de tipo renovable. El caso más evidente es la generación hidroeléctrica, que depende de manera directa de la disponibilidad de recursos hídricos. En Chile, poco menos del 50% del suministro de electricidad en el SIC (de Taltal al sur) proviene de la generación hidroeléctrica, y en general, los planes de crecimiento de dicha oferta consideran esta fuente como un eje estratégico importante. Esto último se condice con estudios recientes (TECO Group y CCGUC, 2015) que muestran que todavía existe un importante potencial de generación para las cuencas del sur de Chile (cuencas al sur del río Maipo). En la Figura 11 se presentan los posibles impactos del cambio climático sobre la generación de energía eléctrica en tres de las cuencas más importantes del país.

**Figura 11. Estimación del impacto del cambio climático en la capacidad de generación de electricidad asociada a proyectos futuros en las cuencas de Maule, Biobío y Toltén.**



### 3.3.6. Infraestructura

Los servicios y obras de infraestructura son el soporte de una amplia gama de sectores sociales y productivos, y por ende son facilitadores del desarrollo económico y el bienestar social, de la salud y de la calidad de vida de la población. En Chile se ha comenzado a caracterizar la vulnerabilidad de la infraestructura al cambio climático mediante estudios que caracterizan los potenciales impactos sobre los recursos hídricos (como recurso y como amenaza) y las implicancias de dichos impactos. Más aun, recientemente, el Ministerio de Desarrollo Social ha comenzado a desarrollar una Metodología para la Identificación y Evaluación de Riesgos de Desastres en Proyectos de Inversión Pública. Este esfuerzo requiere de una mejor descripción de los procesos físicos y de las condiciones de vulnerabilidad y exposición que detonan un desastre. En este proceso se ha detectado la necesidad de incorporar también el cambio climático. Cabe destacar que estos avances también han conducido al planteamiento de metodologías para evaluar el impacto del cambio climático sobre la infraestructura, de modo de contar con nuevas prácticas de diseño y de adaptación. Destaca el documento “Enfoque metodológico para evaluar la adaptación al cambio climático en la infraestructura pública del MOP” (CCG-UC, 2012), que define una metodología para incorporar el cambio climático a los procesos de planificación, diseño y operación de obras.

Según los estudios realizados, los impactos asociados al cambio climático afectarían a infraestructura de drenaje, obras fluviales, puentes, puertos y la infraestructura costera.

### 3.3.7. Ciudades

El estudio “Adaptación urbana al cambio climático” (MMA, 2014) consideró la vulnerabilidad urbana frente a la variabilidad y el cambio climático de las capitales regionales de Chile y analizó cómo dichas amenazas climáticas eran consideradas por los instrumentos de planificación territorial. Las cinco principales amenazas, de un total de catorce identificadas por este estudio, son, en orden de ocurrencia: inundaciones, aludes y aluviones, deslizamientos, sequías y aumento de la temperatura.

Una de las conclusiones de este estudio es que la institucionalidad nacional presenta limitaciones para desplegar las agendas de cambio climático en sus territorios nacionales. Se evidencia una falta de involucramiento de los gobiernos locales, lo que acentúa las condiciones de vulnerabilidad de algunas urbes a lo largo del territorio nacional.

En un estudio del MINVU (2016) realizado en el marco del proyecto PNUD “Implementación de la Política Nacional de Desarrollo Urbano”, se estima el riesgo de impacto de los eventos climáticos según capital regional y se ilustra mediante un índice de amenazas de origen climático y de un índice de vulnerabilidad social a partir de la pobreza, establecida según la encuesta CASEN. El índice de amenazas se compone de eventos acontecidos y de su probabilidad de ocurrencia según el emplazamiento geográfico, incluyendo la posibilidad de la subida del nivel del mar para las nueve capitales regionales costeras.

El estudio “Elaboración de una base digital del clima comunal de Chile: línea base (años 1980-2010) y proyección al año 2050” (MMA, 2016b) proporciona información sobre el cambio climático al 2050 según el escenario RCP8.5 para 336 comunas chilenas.

En la Tabla 3 se presenta una síntesis de dos estudios (MMA, 2016, 2016b) para las quince capitales regionales chilenas. Cambios absolutos de precipitación de menos de 5 mm/año se han considerado como “0”.

**Tabla 3. Síntesis de riesgos de impactos de los eventos climáticos y cambios en temperatura y precipitación al 2050 según escenario RCP 8.5 para las quince capitales regionales de Chile**

Ciudad	Riesgo de impacto	Amenaza potencial por subida del nivel del mar	Cambios en temperatura al 2050				Cambios en precipitación al 2050	
			estival	estival	invernal	invernal	(mm)	(%)
			(°C)	(%)	(°C)	(%)		
Arica	0,72	si	2,2	11	2,5	17	0	0
Iquique	0,62	si	2,1	10	2,4	16	0	0
Antofagasta	0,63	si	2,1	10	2,2	16	0	0
Copiapó	0,57	no aplica	2,2	11	2,2	21	0	0
La Serena	0,76	si	1,9	11	1,8	17	-10	-13
Valparaíso	0,89	si	1,9	11	1,6	15	-68	-17
Santiago	0,64	no aplica	2,7	14	1,7	19	-51	-15
Rancagua	0,63	no aplica	2,2	11	1,7	19	-82	-15
Talca	0,66	no aplica	2,1	11	1,5	18	-132	-16
Concepción	0,85	si	1,7	10	1,3	14	-150	-15
Temuco	0,69	no aplica	1,9	12	1,2	16	-192	-15
Valdivia	0,48	si	1,6	10	1,1	14	-231	-13
Puerto Montt	0,75	si	1,7	12	1,2	18	-229	-12
Coyhaique	0,41	no aplica	1,6	15	1,5	79	-85	-7
Punta Arenas	0,61	si	0,9	11	1,5	94	92	4

Fuente: Area Adaptación, Departamento de Cambio Climático, MMA

### 3.3.8. Salud

En los últimos cinco años el sector Salud ha generado información relevante respecto de la vulnerabilidad del sector a los impactos del cambio climático, así como sobre los posibles efectos que dichos cambios pueden tener sobre la población, lo que ha dado pie a la definición de estrategias y medidas específicas que permitan a la población y a la institucionalidad del país adaptarse a estas nuevas condiciones.

En general, la relación entre los impactos del cambio climático y sus efectos sobre la salud humana es compleja y multidimensional, por lo que es difícil aislar causas particulares, de modo que es necesario conocer sus interacciones para saber dónde concentrar los esfuerzos (GreenLab, 2012). El estudio “Identificación de impactos, evaluación de vulnerabilidad del sector salud frente al cambio climático y propuestas para la adaptación” (GreenLab UC, 2012) proyecta los impactos en salud para el país de acuerdo con la modelación de escenarios climáticos SRES desarrollados por la CEPAL (2009), y con la literatura y experiencia internacional en el tema. Los resultados de este estudio fueron uno de los insumos principales para la redacción de la primera propuesta para el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático para Salud de Chile.

De acuerdo con ese estudio, los impactos en salud, ya sea nacionales o locales, se pueden clasificar de acuerdo con su escala de alcance. Los impactos de alcance nacional son aquellos que se esperan como consecuencia de la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos, entre los cuales es posible incluir aquellos asociados al fenómeno ENSO. Estos eventos pueden causar un aumento de las enfermedades infecciosas y diarreicas, de enfermedades asociadas al consumo de agua y alimentos contaminados, variar la morbilidad por cambios de temperatura, y producir lesiones y defunciones por efecto directo de estos fenómenos, todo lo cual tendría un impacto significativo sobre grupos vulnerables de la población, así como sobre personas que realizan actividades al aire libre periódicamente en zonas de radiación solar intensa (GreenLab UC, 2012).

Se espera que haya impactos locales en la zona norte (entre la Región de Arica y Paríacota y el sector cordillerano de Antofagasta), en la zona centro (entre la Región de Atacama y la Región de Los Lagos), en la zona sur (entre el canal de Chacao y la Región de Aysén) y en la zona austral (la totalidad de la Región de Magallanes) (MINSAL, 2015).

**Figura 12. Síntesis de impactos a la salud relevantes para Chile producto del cambio climático, según zona geográfica.**



### 3.3.9. Turismo

El clima es un recurso esencial para el turismo, especialmente para los segmentos turísticos como la playa, la naturaleza y los deportes invernales. Cambios en el clima y en los patrones del tiempo en destinos turísticos pueden afectar significativamente la comodidad del turista y sus decisiones de viaje, y tener efectos directos en el comercio turístico, en los patrones de demanda, en los flujos de visitantes y, consecuentemente, en las comunidades oferentes de servicios y actividades.

Según la Organización Mundial del Turismo, en 2014 Chile fue el séptimo destino para turistas extranjeros dentro de América y el tercer país de mayor recepción de turistas internacionales en América del Sur, superado solo por Brasil y Argentina. Actualmente, la industria turística nacional ha dejado de ser una actividad de menor relevancia; de hecho, contribuyó al 3,23% del PIB en 2010 (SERNATUR, 2014) y en 2015 Chile recibió cerca de cuatro millones de visitantes.

Entre las principales atracciones turísticas de Chile destacan su amplia costa y sus playas costeras, fluviales y lacustres; la cordillera de los Andes, con sus estaciones de esquí, sus montes y sus volcanes; las islas e islotes, entre las que destacan Isla de Pascua y Chiloé; y otros paisajes naturales integrados por reservas naturales, santuarios de la naturaleza, parques nacionales, monumentos naturales, sitios RAMSAR y reservas de la biósfera.

Pese a todas estas posibles conexiones entre el cambio climático y el sector turismo, no existen a la fecha estudios a escala nacional que estudien explícitamente los potenciales impactos ni la vulnerabilidad del turismo frente al fenómeno de cambio climático.

## 3.4. Adaptación al cambio climático

La estrategia chilena en materia de adaptación al cambio climático está definida en el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático del 2014 y en el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022, de 2016. Ambos planes, aprobados por el CMS, abordan la temática de la adaptación al cambio climático a través de planes sectoriales y una serie de medidas transversales e intersectoriales.

Según los compromisos que asumió el país en sus INDC de 2015, Chile contará en 2018 con Planes de Adaptación al Cambio Climático para los sectores Silvoagropecuario, Biodiversidad, Pesca y acuicultura, Salud, Infraestructura, Ciudades, Recursos hídricos, Energía y Turismo, los que serán actualizados cada cinco años.

Según el Reporte Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2016 (MMA, 2016c), el 70 % de sus actividades se encuentra en su fase de implementación y el 4% está terminado.

Los cuatro planes sectoriales disponibles (Silvoagropecuario, Biodiversidad, y Pesca y acuicultura, y Salud) se encuentran en una fase de gradual implementación facilitada por el apoyo financiero del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) y el Fondo de Adaptación al Cambio Climático de las Naciones Unidas. Estos planes abordan su respectiva adaptación sectorial a través de una serie de medidas, descritas como “fichas de acción”, ordenadas según líneas estratégicas, objetivos específicos o ejes de acción.

### **Plan Silvoagropecuario (MMA, 2013)**

Consta de 21 fichas de acción ordenadas según 5 líneas estratégicas: i) mejorar la competitividad de la agricultura; ii) fomentar la investigación y la innovación; iii) promover la sustentabilidad económica, social y ambiental; iv) transparencia y acceso a mercados, y v) modernizar el Ministerio de Agricultura (Minagri) y sus servicios.

Todas se encuentran en ejecución, con un promedio de 70,7 % de avance. El Minagri se encuentra trabajando en la actualización de 2018, con lo que se dará inicio al segundo ciclo de planes sectoriales, tal como fue comprometido en el INDC chileno.

En el contexto de la implementación de este plan destacan dos proyectos: i) “Enhancing resilience to climate change of the small agriculture in the Chilean region of O’Higgins”, financiado por el Fondo de Adaptación al Cambio Climático de las Naciones Unidas por un monto total de USD 9.960.000, y ii) el proyecto “Cooperación técnica en la medición de huella de carbono y manejo de plagas y enfermedades en productos de exportación no tradicionales adaptados a condiciones de escasez hídrica”, financiado por el Fondo Chile México por un monto total de USD 261.087.

### **Plan Biodiversidad (MMA, 2014a)**

Consta de 50 fichas de acción ordenadas según 4 objetivos específicos: i) investigación en biodiversidad y creación de capacidades en gestión, información y conciencia ambiental en el nivel nacional, regional y local; ii) promoción de prácticas productivas sustentables para la adaptación al cambio climático en biodiversidad y la mantención de los servicios ecosistémicos; iii) consideración de objetivos de biodiversidad en los instrumentos de planificación territorial urbana, en los planes regionales de ordenamiento territorial (PROT) u otros, como mecanismo de adaptación al cambio climático; iv) fortalecimiento del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado e implementación de medidas de adaptación al cambio climático en los ecosistemas y especies, en ambientes tanto terrestres como marinos, costeros, de aguas continentales e islas oceánicas, tanto en espacios rurales como urbanos y periurbanos.

De este plan, 37 medidas se encuentran en estado de implementación, con un estado de avance promedio del 37,2 %. Destaca el proyecto “Diseño de una red de monitoreo de la biodiversidad y cambio climático”, financiado por el Climate Technology Centre and Network (CTCN) por un monto de USD 250.000.

### **Plan Pesca y acuicultura (MMA, 2015a)**

Consta de 29 fichas de acción ordenadas según 5 objetivos específicos: i) promover la implementación del enfoque precautorio y ecosistémico en la pesca y acuicultura como una forma de mejorar la resiliencia de los ecosistemas marinos y de las comunidades costeras que hacen uso de los recursos hidrobiológicos y del sector en general; ii) desarrollar la investigación necesaria para mejorar el conocimiento sobre el impacto y escenarios de cambio climático sobre las condiciones y servicios ecosistémicos en los cuales se sustentan la actividad de la pesca y de



Archivo MMA.

la acuicultura; iii) difundir e informar los impactos del cambio climático con el propósito de educar y capacitar en estas materias a usuarios y actores relevantes del sector; iv) mejorar el marco normativo, político y administrativo para abordar eficaz y eficientemente los desafíos y oportunidades del cambio climático, y v) desarrollar medidas de adaptación directas tendientes a reducir la vulnerabilidad y el impacto del cambio climático en las actividades de pesca y acuicultura.

En el marco de la implementación de este plan destaca el proyecto “Fortaleciendo la capacidad de adaptación al cambio climático en el sector pesquero y acuícola de Chile”, financiado por el Special Climate Fund del GEF por un monto de USD 2.500.000.

#### ***Plan Salud (MMA, 2016)***

Consta de 16 fichas de acción ordenadas según 8 ejes de acción: i) fortalecimiento de la institucionalidad, ii) fortalecimiento del capital humano, iii) estudios, iv) vigilancia, v) promoción de la salud a la ciudadanía, vi) respuesta ante situaciones de emergencia, vii) disminución de la vulnerabilidad, y viii) atención de salud. Este plan se encuentra en etapas de aprobación del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad.



Archivo CONAF.

# 4 Mitigación de gases de efecto invernadero

En Chile, las acciones que aportan a la reducción de emisiones de GEI se han desarrollado en un contexto sectorial. El MMA, en su rol de coordinador de las temáticas asociadas a cambio climático en el país, ha levantado información sobre las políticas e iniciativas con beneficios en mitigación de GEI, relevando esta variable como un indicador de los esfuerzos del país por cumplir los objetivos de la CMNUCC.

## 4.1. Chile frente a la mitigación

En la COP15 (2009, Copenhague) la ministra presidenta de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) planteó el compromiso voluntario que plantea que “Chile realizará acciones nacionalmente apropiadas de mitigación de modo de lograr una desviación de 20% por debajo de su trayectoria creciente de emisiones business as usual en el 2020, proyectadas desde el año 2007”. La declaración también explicitó: “Para lograr este objetivo, Chile requerirá de un nivel relevante de apoyo internacional”. Este compromiso voluntario ha dado pie al desarrollo de diversas actividades de mitigación en el país enfocadas en la reducción de emisiones de GEI.



El Acuerdo de París, adoptado en diciembre de 2015, por primera vez involucra a todas las Partes en una causa común para combatir el cambio climático y adaptarse a sus efectos, y hace un llamado a los países a poner sus mejores esfuerzos en sus Contribuciones Nacionales Tentativas. Chile preparó su INDC en el marco de dicho acuerdo.

### 4.1.1. Contribución Nacional Tentativa de Chile (INDC)

Chile presentó su INDC a la secretaria de la CMNUCC en septiembre de 2015. Los compromisos chilenos se dividen en 5 pilares: i) mitigación, ii) adaptación, iii) construcción y fortalecimiento de capacidades, iv) desarrollo y transferencia de tecnologías, y v) financiamiento.

Para el pilar de mitigación Chile optó por presentar su contribución usando el formato de intensidad de emisiones (toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente por unidad de PIB en millones de CLP de 2011). Metodológicamente, se separó al sector UTCUTS del compromiso nacional de mitigación debido a la alta variabilidad anual de sus capturas y emisiones, y por ser menos dependiente de la trayectoria del crecimiento económico (Cuadro 1).

### Cuadro 1. Contribución nacional de Chile a la mitigación

#### Meta en intensidad de emisiones:

- a) Chile se compromete al 2030 a reducir sus emisiones de CO<sub>2</sub> por unidad de PIB en 30 % con respecto al nivel alcanzado en 2007, considerando un crecimiento económico futuro que le permita implementar las medidas adecuadas para alcanzar este compromiso.
- b) Adicionalmente, y condicionado a la obtención de aportes monetarios internacionales (Grant), el país se compromete al 2030 a aumentar su reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> por unidad de PIB hasta alcanzar una disminución entre 35 % a 45 % con respecto al nivel alcanzado en 2007, considerando, a la vez, un crecimiento económico futuro que le permita implementar las medidas adecuadas para alcanzar este compromiso.

#### Contribución específica del sector forestal:

- a) Chile se compromete al manejo sustentable y recuperación de 100.000 hectáreas de bosque, principalmente nativo, que representará capturas y reducción de GEI en alrededor de 600.000 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente anuales, a partir del 2030. Este compromiso está condicionado a la aprobación de modificaciones de la Ley sobre Recuperación de Bosque Nativo y Fomento Forestal.
- b) Chile se compromete a forestar 100.000 hectáreas, en su mayoría con especies nativas, que representarán capturas de entre 900.000 y 1.200.000 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente anuales, a partir de 2030. Este compromiso está condicionado a la prórroga del Decreto Ley 701 y a la aprobación de una nueva Ley de Fomento Forestal.

En este contexto, todos los sectores cuantificados en el INGEI 1990-2010 están priorizados para realizar acciones de mitigación en Chile.

#### 4.1.2. Evaluación de la mitigación en Chile

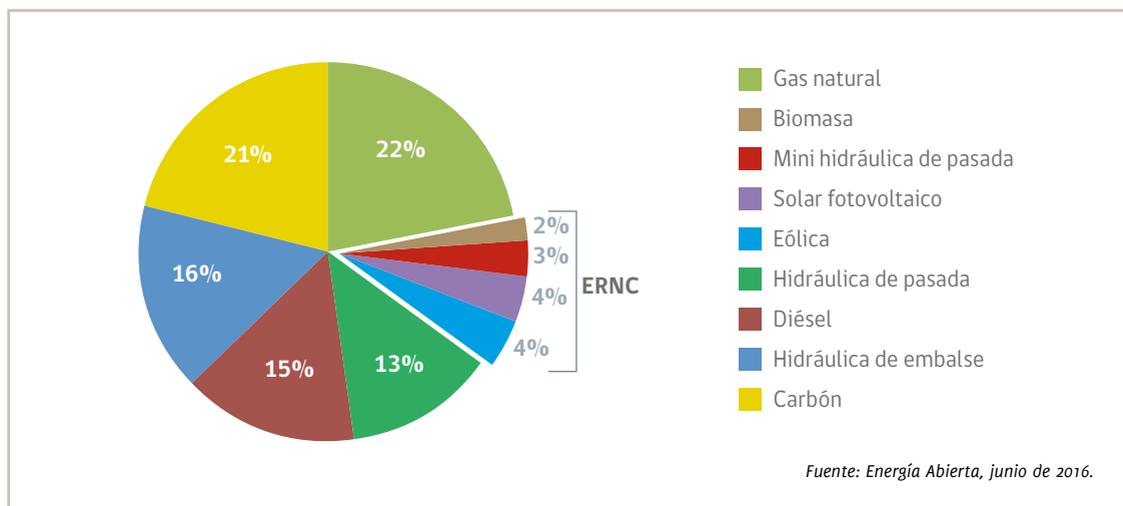
La información del inventario proporciona el contexto y la base para entender la relevancia de las acciones de mitigación sectoriales, dado que la gradualidad de la implementación de estas acciones eventualmente se verá reflejada en la tendencia de las emisiones de GEI del país.

Por otra parte, con el propósito de evaluar posibles escenarios de mitigación en los distintos sectores emisores, entre 2012 y 2013 se desarrolló el proyecto MAPS-CHILE, que además de crear capacidades e



Archivo MMA.

Figura 13. Capacidad total instalada en Chile por tipo de fuente, 2016.



involucrar a la sociedad en el análisis de las opciones de mitigación de Chile dio los insumos base para elaborar el documento del INDC de Chile como un compromiso del país a largo plazo.

#### 4.2. Acciones sectoriales de mitigación

En Chile se han implementado una serie de acciones que, si bien se diseñaron con propósitos sectoriales, por sus características han tenido impacto en las emisiones de GEI del país.

##### 4.2.1. Sector Energía

En este sector, el rol normativo y regulatorio lo ejerce el Estado a través del Ministerio de Energía y sus instituciones dependientes o relacionadas, siendo el sector privado el responsable de realizar las inversiones.

En junio de 2016, la capacidad instalada total en la matriz energética nacional es de 20.627 MW. A partir de 2010, el sistema eléctrico chileno debe cumplir con una cuota de inyección de energías renovables no convencionales (ERNC). En 2005 la capacidad instalada de estas era de 286 MW, mientras que en 2016 ya era de 2.720 MW, lo que representa el 13,15 % de la capacidad total de los sistemas eléctricos de Chile (Figura 13) (CNE, 2016).

El Ministerio de Energía, creado en 2010, es la institución pública responsable de elaborar y coordinar planes, políticas y normas para el desarrollo del sector energético del país, y así asegurar que los chilenos puedan acceder a la energía de forma segura y a precios razonables.

Durante los últimos seis años impulsó una serie de leyes y programas que contribuyen en forma directa o indirecta a las reducciones de las emisiones de GEI provenientes del sector:

- En 2011 el Ministerio del Interior y Seguridad Pública y el Ministerio de Energía oficializaron un instructivo sobre la aplicación de medidas de ahorro energético en la administración pública, cuya meta es lograr un mínimo de 5 % de reducción del consumo eléctrico en los edificios públicos.
- En 2012 se lanzó la Estrategia Nacional de Energía 2012-2030, que define como meta la disminución en un 12 % de la demanda proyectada de energía del país al año 2020, y cuyo principal pilar es la eficiencia energética.
- En 2013 se lanzó el Plan de Acción de Eficiencia Energética (PAEE 2020), que establece una serie de medidas concretas bajo el alero de la Estrategia Nacional de Energía, con el propósito de alcanzar la meta de reducir un 12 % la demanda de energía final proyectada al 2020.
- En 2013 se emitió la Ley 20.698 (Ley 20/25), que establece que la participación de las ERNC en la matriz de generación eléctrica en Chile debe llegar al 20 % en 2025.
- En 2014 se presentó la Agenda de Energía y se constituyó un comité consultivo multiactor para elaborar la Política Energética del país.
- En 2015 el comité consultivo multiactor publicó “Hoja de Ruta 2050: Hacia una energía sustentable e inclusiva para Chile”, que incorpora una serie de objetivos y metas, como el levantamiento de las barreras existentes para las ERNC (el compromiso es que en 2025 el 45 % de la capacidad de generación eléctrica provenga de este tipo de fuentes) y el fomento del uso eficiente de la energía como un recurso energético (la meta de ahorro es de 20 % en 2025).

Otras actividades dirigidas a la reducción de los GEI del sector Energía se relacionan con la NAMA desarrollada por el Ministerio de Energía y la Agencia de Desarrollo Económico del Gobierno de Chile (CORFO) (ver 4.3. Otras acciones de mitigación), en un proyecto que fomenta la incorporación de sistemas de energías renovables para el autoabastecimiento.



Archivo MMA.

#### 4.2.2. Sector Transporte

De acuerdo con cifras del INGEI para el año 2013, en Chile las emisiones de CO<sub>2</sub> eq del sector las origina principalmente el transporte terrestre (88,9 %), seguidas por la aviación nacional (4,1 %), la navegación nacional (3,6 %), otro tipo de transporte (2,8 %) y ferrocarriles (0,6 %).

El Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTT), a través de su Subsecretaría de Transportes, es la institución pública encargada de generar políticas, normas y condiciones para el desarrollo de sistemas de transportes.

Con la finalidad de fortalecer su rol planificador y de desarrollo se creó en 2012 la Coordinación de Planificación y Desarrollo, que gestiona los objetivos y tareas desarrollados por el Programa de Vialidad y Transporte Urbano (SECTRA), la Unidad Operativa de Control de Tránsito (UOCT), la Unidad de Ciudades Inteligentes (UCI), la Unidad de Gestión de Corto Plazo (UGCP) y la Unidad de Gestión de Proyectos de Infraestructura (UGPI).

Para establecer un marco institucional que guíe el trabajo sectorial en el largo plazo, en 2013 se formuló la Política Nacional de Transportes (PNT), que fija los objetivos, principios e instrumentos que permiten planificar e implementar los sistemas de transporte que se necesitarán en el futuro, de modo de contribuir al desarrollo social y económico del país.

A continuación se mencionan ejemplos de los avances en mitigación del sector Transporte:

- En 2012 se actualizaron las normas de emisión, para reducir los contaminantes de los vehículos motorizados en todo el territorio nacional.
- En 2012 se promovió la incorporación de tecnologías vehiculares bajas en carbono a través de la Etiqueta de Consumo Energético en los vehículos nuevos, que durante 2012 fue voluntaria y a partir de 2013 comenzó a aplicarse obligatoriamente.
- En 2014 se desarrolló el proyecto Mejoramiento Tecnológico en Buses del Sistema de Transporte Público de Santiago (Transantiago) para entregar recomendaciones que facilitaran el proceso de renovación de flota proyectado para el periodo 2015-2022. Los objetivos eran mitigar las emisiones de contaminantes e incrementar la eficiencia energética del transporte público en Chile.
- Se reestructuró el ordenamiento del sistema de transporte público urbano con el objetivo de disminuir la contaminación atmosférica y las emisiones de GEI, y se renovó la flota y los planes para mejorar la gestión energética de los buses.
- El programa de recambio tecnológico de flotas contribuye a la descontaminación del aire. Desde su puesta en marcha, en enero de 2015, se han renovado más de 2.850 buses en el territorio nacional.
- La promoción de alternativas modales fomenta el uso de medios no motorizados en las ciudades a través de la creación y el mantenimiento de ciclovías. En 2013 se aprobó el Plan Maestro de Ciclovías de Santiago, iniciativa que contempla el diseño y construcción de una red de aproximadamente 932 km de ciclovías para la capital. En 2014 se anunció el Plan de Ciclovías, iniciativa nacional que contempla la construcción de 190 km de ciclovías de alto estándar que se extenderán por las quince regiones del país.

#### 4.2.3. Sector Uso de la tierra, cambio en el uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS)

El sector UTCUTS está compuesto por las emisiones y capturas provenientes de suelos forestales, praderas y matorrales, suelos agrícolas, suelos urbanos, humedales y suelos desnudos. La contribución neta del UTCUTS a las emisiones de GEI del país es negativa porque su capacidad de capturar CO<sub>2</sub> supera sus emisiones. Las fuentes de captura son principalmente renovales de bosque nativo, regeneración del bosque nativo manejado y plantaciones forestales, mayoritariamente exóticas.

El Ministerio de Agricultura es la institución del Estado encargada de fomentar, orientar y coordinar la actividad de este sector en el país a través de la Corporación Nacional Forestal (CONAF), el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), el Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN), el Instituto Forestal (INFOR), entre otros. Contribuye al desarrollo del sector mediante regulaciones y programas destinados a la transferencia de tecnología, la innovación y el apoyo financiero a pequeños productores, con el fin de potenciar la productividad y competitividad de las actividades agrícolas, pecuarias y forestales.

En virtud de la capacidad de aporte a la mitigación del sector, en el INDC Chile presenta una contribución específica para este sector, asociada al manejo sustentable y la recuperación de bosque.

Uno de los instrumentos clave para cumplir esta meta forestal es la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetales (ENCCRV), que la CONAF está formulando e implementando para poner a disposición una plataforma legal, técnica, operativa y financiera que norme y promueva la conservación, recuperación y uso racional de los recursos vegetacionales, desde una lógica que contribuya a la mitigación y adaptación al cambio climático, y a los consecuentes procesos de desertificación, sequía y degradación del suelo, con énfasis en aquellos territorios con mayor vulnerabilidad social, económica y ambiental del país.

Las principales directrices de la ENCCRV son el enfoque Reducción de Emisiones por Deforestación, Degradación Forestal y Aumento de Existencia de Carbono (REDD+) y el concepto de Degradación Neutral de la Tierra (LDN). Por otra parte, la estrategia será una herramienta para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible aprobados en 2015 por la Asamblea General de las Naciones Unidas.

#### 4.2.4. Sector Residuos

Las emisiones del sector Residuos provienen de la disposición final de residuos sólidos municipales, del tratamiento de aguas servidas y residuos industriales líquidos y de los respectivos lodos generados, de la incineración de residuos hospitalarios y del óxido nitroso emitido por las excretas humanas.

La mayor parte de los GEI de Chile en el sector provienen de residuos sólidos municipales, cuya gestión, que está regulada por el Código Sanitario, se delega a las municipalidades a través de la Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades.



Archivo MMA.



Antártica, Archivo MMA.

Actualmente, la política de gestión integral de residuos sólidos –a cargo del MMA– se está actualizando. Un hito en este contexto es la Ley 20.920, promulgada en 2016, que establece el marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y el fomento al reciclaje, y obliga a fabricantes e importadores de seis productos prioritarios a recuperar un porcentaje de sus productos una vez que terminan su vida útil.

#### 4.2.5. Sector Minería

Chile es el primer productor de cobre del mundo. Sin embargo, la disminución de la demanda internacional producto de la desaceleración de la economía china –su principal comprador– en los últimos años generó una baja sustancial en los precios de venta, que impactó directamente en su aporte al PIB nacional. Independientemente de esta contracción de la industria, los consumos energéticos del sector han seguido en ascenso, al igual que las emisiones de GEI asociadas. Las emisiones directas del sector minero por uso de combustibles fósiles con fines energéticos durante 2013 (según el INGEI de Chile) alcanzaron los 5,3 millones de ton CO<sub>2</sub> eq. Según análisis de COCHILCO, el 76 % de estas emisiones proviene del proceso de mina rajo, debido principalmente al significativo uso de diésel en las faenas.

El principal arreglo institucional dentro del sector es el Convenio de Cooperación firmado en julio de 2014 entre el Ministerio de Energía y el Consejo Minero, cuyo objetivo principal es impulsar el uso eficiente de los recursos energéticos a través del fomento de una gestión energética, del uso de equipos y sistemas eficientes, y de la creación de una cultura de eficiencia al interior de las empresas socias. Entre las actividades que las empresas han desarrollado como resultado del Convenio se encuentran la realización de auditorías energéticas de las operaciones, la identificación de medidas de eficiencia y la definición de un plan de implementación a corto, mediano y largo plazos, además de mantener los registros apropiados para la evaluación de las actividades. Por su parte, el Ministerio de Energía se compromete a apoyar y facilitar el desarrollo de dichas actividades (Convenio de Cooperación entre el Ministerio de Energía y el Consejo Minero, 2014).

En cuanto a mitigación del cambio climático, la gran mayoría de los avances del sector minero son iniciativas del sector privado.

### 4.3. Otras acciones de mitigación

Además de las acciones sectoriales, en Chile existen otras iniciativas para reducir los GEI, por ejemplo los Acuerdos de Producción Limpia (APL), la construcción y el urbanismo sustentables y, especialmente, las acciones que voluntariamente han desarrollado empresas del sector privado. Destacan las actividades de los sectores Minería, Cemento y Acero, que han invertido en el cálculo de sus emisiones tanto para responder a las necesidades de la empresa como para informar a las asociaciones sectoriales internacionales. Además, los sistemas de manejo y gestión de la energía han incrementado la eficiencia energética de las empresas y en los últimos años también han permitido disminuir las emisiones de GEI. Por otro lado, respondiendo a las características individuales de cada rubro y a la necesidad de reducir costos e incrementar la competitividad, se han incorporado mejoras en los procesos y han reemplazado materias primas, entre otras iniciativas de mitigación.

### 4.4. Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMA) chilenas

De acuerdo con la CMNUCC, el concepto de NAMA refiere a cualquier acción que reduzca emisiones en países en desarrollo relativa a las emisiones business as usual en 2020. Las NAMA están apoyadas y facilitadas por fondos internacionales, que se destinan a tecnología, financiamiento y creación de capacidades.

En octubre de 2010, la Oficina de Cambio Climático (ahora DCC) del MMA inició un proceso de levantamiento de ideas y propuestas de NAMA de los principales sectores emisores de Chile, para las cuales se busca apoyo internacional. Con la apertura del prototipo de registro de NAMA y luego del registro oficial de la Convención (NAMA Registry), Chile ha podido concretar el trabajo y convertirse en el primer país del mundo en registrar una NAMA ante la Convención, en octubre de 2012.

En Chile se identifican seis NAMA sectoriales, con distintos niveles de madurez y de información disponible (Tabla 4). De ellas, cinco están registradas en el NAMA Registry. Algunas han sufrido cambios importantes en su diseño, los que quedan plasmados en el Segundo Informe Bienal de Chile. Las NAMA son complementarias a las acciones sectoriales de mitigación.



Energía eólica. Archivo MMA.

Tabla 4. Acciones Nacionalmente Apropiadas de Chile (inscritas en el NAMA Registry)

Nombre	Descripción	Sector y Gases	Periodo	Reducción de GEI estimada	Progreso
Energías Renovables para Autoconsumo en Chile (SSRES)	Promover la incorporación de sistemas de energías renovables para el autoabastecimiento en Chile mediante la creación de condiciones financieras y técnicas adecuadas para las primeras etapas del desarrollo de esta industria emergente	Energía CO <sub>2</sub>	2015-2021	1,5 MtCO <sub>2</sub> e.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se adjudicaron €15MM a través de NAMA Facility</li> <li>- El NAMA Support Project (previo a la implementación) se encuentra en la etapa de planificación y preparación detallada</li> </ul>
Zona Verde para el Transporte en Santiago	Se compone de cuatro iniciativas específicas (escalables y replicables) para promover modos de transporte de bajo contenido de emisiones de carbono: 1) Promoción de vehículos de cero y bajas emisiones en las flotas en vehículos livianos; 2) Buses más eficientes para el transporte público; 3) Promoción de uso de vehículos no motorizados 4) Gestión y rediseño de tránsito	Transporte e infraestructura CO <sub>2</sub>	2014-2022	1,43 MtCO <sub>2</sub> e	<p><b>Componente 1:</b> 3 Taxis eléctrico operativos.</p> <p><b>Componente 2:</b> 1 bus eléctrico operativo</p> <p><b>Componente 3:</b> Sistema de bicicletas públicas implementado (18 estaciones); 2 nuevas ciclovías de alto estándar</p> <p><b>Componente 4:</b> 3 nuevos ejes de semipeatonalización implementados o en implementación; 100 cicleros de superficie instalados</p> <p>Progreso en reducción de emisiones se encuentra en estimación a julio 2016</p>
Apoyo al diseño e implementación de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV)	Apoyo técnico y económico para el desarrollo de estudios y actividades orientadas a identificar y reducir debilidades de información base de la ENCCRV además de aumentar las capacidades de los equipos técnicos nacionales y regionales vinculados a la ENCCRV	Forestal/ LULUCF		Apoyo al diseño e implementación de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV)	Apoyo técnico y económico para el desarrollo de estudios y actividades orientadas a identificar y reducir debilidades de información base de la ENCCRV además de aumentar las capacidades de los equipos técnicos nacionales y regionales vinculados a la ENCCRV
Acuerdos de Producción Limpia (APL) en Chile	Los APL tienen como propósito implementar la producción limpia a través de metas y acciones en un plazo determinado. Es un estándar que establece metas y acciones específicas para ser implementadas por un sector productivo, basado principalmente en las mejores técnicas disponibles en el mercado	Transversal	2012-2020	18,4 MtCO <sub>2</sub> e	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2015: se firman 17 acuerdos, acumulando 46 acuerdos desde 2012.</li> <li>- Reducción acumulada estimada: 2.224.083 tCO<sub>2</sub>eq</li> </ul>
Programa de valorización energética de residuos industriales (ex Programa Nacional para la Catalización Industrial y Comercial en la Gestión de Residuos Orgánicos en Chile)	Esta NAMA se encuentra en proceso de rediseño, cambiando su objetivo para conseguir un programa de valorización energética de residuos industriales	Energía, Residuos  CO <sub>2</sub> ; CH <sub>4</sub>	Por definir	Potencial de reducción en estimación	El diseño original de esta NAMA presentaba dificultades para su implementación, por lo que a través de apoyo internacional se encuentra en desarrollo un estudio para modificar el diseño de los objetivos de la NAMA, enfocándose en los beneficios energéticos del tratamiento de residuos industriales. Se espera contar durante 2016 con este nuevo diseño y con la estimación de reducciones potenciales

#### 4.5. Medición, reporte y verificación de las acciones de mitigación

Medición, reporte y verificación (MRV) es un término usado para describir todas las medidas que tomen los países para recolectar datos de emisiones, acciones de mitigación y apoyo, compilar esta información en reportes e inventarios y someterlos a alguna forma de revisión o análisis (International Partnership on Mitigation and MRV, 2014).

El objetivo de hacer MRV en Chile es promover la transparencia de las actividades de mitigación de GEI a través de mecanismos que permitan hacer seguimiento al cumplimiento de sus objetivos. Si bien Chile reporta la implementación de sus acciones de mitigación a la comunidad internacional a través de los IBA y de sus comunicaciones nacionales, tal y como lo solicita la CMNUCC, poseer sistemas de MRV de acciones individuales es clave para evaluar su efectividad.

Desde 2011, Chile viene trabajando en sistemas de MRV independientes que han servido como herramientas de gestión para NAMA, además de crear capacidades en este ámbito a través del apoyo internacional de diversos proyectos, por ejemplo, la elaboración en 2014 del documento “Directrices para un marco genérico de MRV para NAMASs” (MMA, 2015), que explica cómo medir, reportar y verificar los impactos en las emisiones de GEI y otros co-impactos de las acciones de mitigación. Si bien se desarrolló para NAMA, puede usarse para cualquier tipo de acción que mitigue emisiones de GEI.

En Chile existen sistemas MRV para NAMA (por ejemplo, NAMA del sector forestal o NAMA de autoabastecimiento), para programas (por ejemplo, acuerdos de producción voluntarios o programas monitoreados por la ACHEE), para metas (por ejemplo, meta de eficiencia energética monitoreada por el Ministerio de Energía), etc. Estos sistemas están (o serán) desarrollados en distintas plataformas computacionales (Centro de Energía, 2016).

#### 4.6. Acciones transversales de apoyo hacia una economía baja en carbono

El proyecto Low Emission Capacity Building (LECB-Chile), que se inició en 2012, es una iniciativa liderada por el PNUD en veinticinco países. El proyecto HuellaChile se originó en 2013 en el DCC del MMA y es la iniciativa oficial del Gobierno de Chile para la cuantificación, reporte y gestión de las emisiones de GEI corporativas para organizaciones que se encuentren en el territorio nacional. Es también una de las primeras instancias oficiales que promueve la participación activa del sector privado en la mitigación del cambio climático.

En 2014 el Gobierno promulgó la Ley de Reforma Tributaria, que incluye, por primera vez en Chile, tres impuestos verdes. El primero se aplica a vehículos livianos de acuerdo con su rendimiento urbano y emisiones de NOx. El segundo se aplica a fuentes fijas y grava las emisiones a la atmósfera de SO<sub>2</sub>, NOx y MP. Se espera que estos impuestos tengan co-beneficios importantes pero indirectos en la reducción de GEI. El tercer impuesto verde es un impuesto directo a la emisión de CO<sub>2</sub> de USD 5 la tonelada.

## 5 Otra información relevante para el logro del objetivo de la convención

El Capítulo 5 de la 3CN aborda los esfuerzos del país en tecnología, investigación, educación y desarrollo de capacidades nacionales, que dan cuenta de que el cambio climático es parte de la agenda nacional y está siendo enfrentado con acciones concretas por la sociedad chilena. Se mencionan las medidas y actividades implementadas entre el periodo 2010-2015, y se enlazan con los esfuerzos informados en la Segunda Comunicación Nacional. Los temas analizados, muy relevantes para el país, son la transferencia tecnológica en cambio climático; la observación sistemática del cambio climático; información relativa a programas de investigación sobre cambio climático; educación, formación y sensibilización pública acerca del cambio climático, y fomento de capacidades nacionales y locales en cambio climático.



Pinguinos. Archivo MMA.

### 5.1. Transferencia tecnológica en cambio climático

Los principales organismos involucrados en la coordinación de los mecanismos de transferencia tecnológica en Chile son el Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad (CNIC), la División de Innovación del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, y el Instituto Nacional de Propiedad Industrial (INAPI). Por otra parte, algunas instituciones que impulsan la implementación de acciones en transferencia tecnológica entregando financiamiento a instituciones ejecutoras son la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT), la CORFO y la Fundación para la Innovación Agraria (FIA).

Como resultado de un trabajo constante en esta materia, liderado por el CNIC, en 2010 se publicó la Agenda de Innovación y Competitividad 2010-2020, que destacó el cambio climático como tema de interés nacional y como línea de investigación científica que se debía financiar en temas de agricultura y fruticultura (CNIC, 2010). En diciembre de 2015 se presentó el Programa Nacional de Innovación 2014-2018, que incluye un diagnóstico del estado de la innovación, investigación y desarrollo, y define la hoja de ruta para 2014-2018.

Las iniciativas públicas chilenas más relevantes en este ámbito entre 2010 y 2015 fueron elaboradas por las instituciones que se mencionan a continuación.

#### **Corporación de Fomento de la Producción (CORFO)**

La CORFO, creada en 1939, es el organismo del Estado chileno encargado de impulsar la actividad productiva nacional. Se vincula a la promoción de tecnologías ambientales, incluyendo la mitigación y adaptación al cambio climático.

Entre 2012 y 2015 puso a disposición una serie de instrumentos de apoyo (cofinanciamiento) para proyectos vinculados a la mitigación y adaptación al cambio climático, que se dividen en instrumentos de desarrollo competitivo, innovación, inversión y financiamiento, emprendimiento y desarrollo de capacidades tecnológicas.

Desde 2013 la Corfo ha promovido la instalación en Chile de centros de excelencia internacionales dedicados a la investigación relacionada con el desarrollo sustentable del país, con la mitigación y adaptación al cambio climático, con la generación y acceso a la energía, y con la eficiencia energética. Destaca la instalación de los siguientes centros: Laborelec Chile, Center for Systems Biotechnology y Center for Solar Energy Technologies, ambos de Fraunhofer Chile Research, Marine Energy Research and Innovation Center (MERIC) y UC Davis Chile.

Además, a través del Centro para la Innovación y Fomento de las Energías Sustentables (CIFES), se implementó el Programa de Subsidios a Estudios de Preinversión en proyectos de ERNC, bajo el cual se han adjudicado 121 estudios con una potencia total proyectada de 2.232 MW. Asimismo, la CORFO ha entregado créditos por USD 137 millones en el periodo 2009-2012 para la ejecución de 15 proyectos de ERNC. También cuenta con el programa Consorcios Tecnológicos para la Innovación, a través del cual genera líneas de investigación científico-tecnológica de mediano y largo plazos que abordan temas de sustentabilidad frutícola, vitivinícola y acuícola, así como el fortalecimiento de programas de mejoramiento genético.

### **Ministerio de Energía**

El Ministerio de Energía y sus instituciones asociadas, como la Comisión Nacional de Energía (CNE) y la Agencia Chilena de Eficiencia Energética (ACHEE), han sido actores clave en la transferencia tecnológica, ya que la incorporación de tecnología en este sector puede ser un gran aporte en la reducción de GEI. Entre 2007 y 2011, con el objeto de eliminar las barreras de información sobre la disponibilidad y calidad de los recursos energéticos renovables de nuestro país, el Minenergia elaboró y puso en marcha plataformas de información pública que permitieron caracterizar en etapas tempranas sitios aptos para el desarrollo de proyectos ERNC, específicamente de energía eólica, energía solar para autoconsumo, derechos de aprovechamiento de aguas no consuntivos, energía marina y bioenergía forestal.

Por ejemplo, en 2012 el Clean Technology Fund (CTF) asignó al Ministerio USD 200 millones para la implementación de cuatro grandes proyectos, con fondos ejecutados por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la International Finance Corporation (IFC) del Banco Mundial. Los siguientes son los proyectos que conforman esta cartera:

- Proyecto de Planta Solar de Concentración
- Programa Fotovoltaicos de Gran Escala
- Programa de Eficiencia Energética y Energías Renovables para Autoabastecimiento
- Programa de Mitigación de Riesgos de Geoterminia



Archivo MMA.

### **Ministerio de Obras Públicas**

La Dirección de Arquitectura (DA) del MOP ha publicado los siguientes documentos sobre eficiencia energética en edificación pública: Manual de diseño pasivo y eficiencia energética en edificios públicos, Manual de gestión de la energía en Edificios Públicos y Términos de referencia estandarizados de eficiencia energética y confort ambiental, para licitaciones de diseño y obra de la Dirección de Arquitectura, según zonas geográficas del país y según tipología de edificios.

## **5.2. Observación sistemática de la variabilidad climática y el cambio climático**

En el país se realiza la observación sistemática del clima y su variabilidad a través del monitoreo de parámetros meteorológicos, atmosféricos, oceanográficos y terrestres relevantes. Los programas de observación ejecutados entre 2010-2016 se llevan a cabo en un contexto nacional e internacional, a saber:

### **5.2.1. Programas nacionales de observación del clima**

Los programas nacionales de observación del clima involucran aspectos meteorológicos y oceanográficos vinculados a distintas zonas climáticas, y están especialmente dirigidos a la agricultura, la navegación marítima y aérea, y la meteorología en general, es decir, no están orientados al estudio sistemático del cambio climático.

Los respectivos programas involucran el monitoreo del tiempo atmosférico, a cargo de la Dirección Meteorológica de Chile (DMC), del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA) y de la Dirección General de Agua (DGA), y la cooperación interinstitucional para el establecimiento de redes agrometeorológicas.

#### ***Dirección Meteorológica de Chile***

La DMC, dependiente de la Dirección General de Aeronáutica Civil, es la institución del Gobierno que observa el tiempo atmosférico. Cuenta con un sistema de estaciones que monitorea cada hora variables relevantes de temperatura y presión atmosférica, precipitaciones, dirección e intensidad del viento, tipo y altura de la nubosidad, visibilidad y humedad relativa del aire. La DMC opera 96 estaciones con estándares internacionales desde Arica a la Base Frei, en el territorio antártico chileno, de las cuales 60 transmiten en tiempo real y en línea, a través de la página web. Además, tiene 23 estaciones que realizan tres observaciones diarias, y 71 estaciones que solo miden el parámetro de precipitación y temperaturas extremas. También opera una red de cinco radiosondas que permite monitorear el perfil vertical de la atmósfera, con variables que incluyen temperatura, presión, humedad y viento. Treinta estaciones de la DMC forman parte del programa de vigilancia mundial de la atmósfera de la Organización Meteorológica Mundial. La DMC también posee 22 estaciones de monitoreo de radiación UV a lo largo del país.

#### ***Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada***

El SHOA es otra institución pública que monitorea variables relevantes para la observación del clima. Su misión principal es proporcionar información y asistencia técnica que permita la navegación segura en el mar territorial, en las vías lacustres, fluviales, en mares interiores y en alta mar contigua al litoral chileno. Monitorea



permanentemente el nivel del mar, la temperatura superficial del agua y del aire, y la presión atmosférica en una serie de estaciones costeras ubicadas a lo largo de Chile continental, insular y el territorio antártico chileno. Además monitorea el fenómeno ENSO.

### ***Dirección General de Aguas***

Debido a la importancia de los glaciares como indicadores del cambio climático, en 2008 se creó en la DGA la Unidad de Glaciología para contar con un programa glaciológico nacional que inventariaría, estudie y monitoree los glaciares a lo largo del país. En 2009 la DGA publicó la Estrategia Nacional de Glaciares, cuya implementación gradual de largo plazo permitirá conocer la respuesta presente y futura de los glaciares al calentamiento global.

### ***Red Agroclimática Nacional (RAN)***

En 2013 se conformó esta red, integrada por el INIA, el Centro Cooperativo para el Desarrollo Vitivinícola, la Asociación de Vinos de Chile, la Asociación de Exportadores de Chile y la Fundación para el Desarrollo Frutícola. LA RAN, que se creó para asegurar el libre acceso, la calidad, oportunidad y continuidad de la disponibilidad de información meteorológica para la toma de decisiones del sector agropecuario, está integrada por 322 estaciones meteorológicas automáticas pertenecientes a las redes Agroclima, Agromet y Meteovid de los miembros del Consorcio Técnico, que se encargan de su óptimo funcionamiento. La RAN es la red de mayor cobertura nacional y con el mayor número de estaciones, ubicadas en sectores de interés para las decisiones del agro (Agroclimático, 2013).

## 5.2.2. Participación en observación del clima a escala internacional

Chile participa en diversos esfuerzos internacionales de observación del clima. El SHOA, la DMC, el Instituto de Fomento Pesquero y la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura integran la Comisión Permanente del Pacífico Sur, junto con instituciones de Colombia, Ecuador y Perú. En conjunto coordinan actividades de observación e investigación y mensualmente elaboran un Boletín de Alerta Climático en relación con el fenómeno ENSO, que reporta las temperaturas superficiales del mar y el nivel del mar. Los monitoreos de las estaciones específicas se reportan además a los centros de datos reconocidos por el Sistema Mundial de Observación del Nivel del Mar (GLOSS), programa coordinado por la Comisión Oceanográfica Intergubernamental.

Además, Chile a través de la DMC aporta con 17 estaciones de monitoreo a la red Global Climate Observing System (GCOS) de la Organización Meteorológica Mundial. Para la red World Weather Watch, también de la OMM, que se encarga de la observación del tiempo atmosférico, la DMC contribuye con 25 estaciones de superficie y cinco de radiosonda.

## 5.3. Programas de investigación sobre cambio climático

### 5.3.1. Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT)

CONICYT, que depende del Ministerio de Educación, se orienta hacia dos grandes objetivos: el fomento de la formación de capital humano y el fortalecimiento de la base científica y tecnológica del país. A través de diversos programas, entre 2008 y 2015 financió 640 proyectos que tienen alguna relación con el cambio climático. De ellos, el 24,1 % se relaciona con el sector Energía, que incluye nuevas formas de energía y ENRC; el 15,2 % son estudios de los ecosistemas, seres vivos y su adaptación a los cambios en el clima; el 8,6 % estudios relacionados con el déficit hídrico, cuencas hidrográficas y su respuesta ante los cambios posibles; el 7,7 %

sobre agricultura y su capacidad de adaptación; el 7,2 % sobre el desarrollo de nuevos biocombustibles desde diferentes orígenes, y el 5,5 % sobre glaciares y estudios realizados en la Antártica.

El 57 % de esos proyectos fueron financiados por FONDECYT, el 21 % por el PCI, el 11 % por FONDEF y el 11 % por, los programas: Regional PIA, FONDEQUIP, FONDAP y FONIS.

Por otra parte, tres programas de CONICYT financian algunos centros de investigación que apoyan el estudio del cambio climático en el país, el Fondo de Financiamiento de Centro de Investigación en áreas prioritaria (FONDAP), el Programa Regional de Investigación Científica y Tecnológica y el Programa de Investigación Asociativa (PIA).



Archivo MMA.

**Tabla 5. Centros de excelencia en materia de cambio climático**

Programa	Centro de Investigación	Institución patrocinadora	Año de creación
Fondap	Centro de Excelencia en Geotermia de los Andes (CEGA)	Universidad de Chile	2010
	Centro de Investigación en Energía Solar (SERC-CHILE)	Universidad de Chile	2012
	Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2)	Universidad de Chile	2012
	Centro Nacional de Investigación para la Gestión Integrada de Desastres Naturales (Cigiden)	Pontificia Universidad Católica de Chile	2012
	Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (Cedeus)	Pontificia Universidad Católica de Chile	2012
	Centro Interdisciplinario de Investigación en Acuicultura Sustentable (Incar)	Universidad de Concepción	2012
	Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y la Minería (CRHIAM)	Universidad de Concepción	2013
Programa Regional	Centro de Estudios del Cuaternario de Fuego-Patagonia y Antártica (CEQUA)	Universidad de Magallanes, Instituto Antártico Chileno, Instituto de Fomento Pesquero,	2002
	Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA)	Universidad de La Serena, Universidad Católica del Norte, Instituto de Investigaciones Agropecuarias	2003
	Centro de Investigaciones de Ecosistemas de la Patagonia (CIEP)	Universidad Austral de Chile, Universidad de Concepción, Universidad de Montana, Universidad de Siena, Universidad de Córdoba, Instituto de Investigaciones Agropecuarias,	2005
	Centro de Investigación y Desarrollo en Recursos Hídricos (CIDERH)	Universidad Arturo Prat, Minera Doña Inés de Collahuasi, Minera BHP-Billiton Cerro Colorado, Conadi	2009
PIA	Centro de Estudios Científicos (CECS)	Centro de Estudios Científicos (CECS)	1984
	Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur (COPAS) Oriental	Universidad de Concepción (principal) y Universidad Austral de Chile (asociada)	2002
	Corporación Instituto de Ecología y Biodiversidad	Corporación Instituto de Ecología y Biodiversidad	2008
	Centro Científico Tecnológico de Valparaíso	Universidad Técnica Federico Santa María	2009
	Centro de Ecología Aplicada y Sustentabilidad, CAPES	Pontificia Universidad Católica de Chile (principal), Universidad Adolfo Ibáñez (asociada)	2013

### 5.3.2. Fondo de Protección Ambiental (FPA)

El FPA, manejado por el Ministerio del Medio Ambiente, es el único fondo concursable que otorga el Estado de Chile en temas ambientales. Apoya iniciativas ciudadanas y financia total o parcialmente proyectos que tengan como objetivo la protección o reparación del medio ambiente, el desarrollo sustentable, la preservación de la naturaleza o la conservación del patrimonio ambiental. En la Tabla 6 se presentan algunos proyectos financiados por el FPA.

**Tabla 6. Proyectos relacionados con el cambio climático financiados por el FPA**

Proyecto	Organización	Año
Bosques de Santiago andino: opciones de valoración y recuperación	Facultad de Ciencias Forestales y Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile	2012
Desarrollo de una tecnología alternativa a la quema de rastrojos mediante inoculantes provenientes de biodigestores	Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile	2014
Atlas del cambio climático en la zona de régimen semiárido de Chile	Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile	2014
Determinación de índices de extremos climáticos para la visualización de cambio climático y su posible incidencia en los recursos hídricos de la región	Centro de Investigación y Desarrollo en Recursos Hídricos de la Universidad Arturo Prat	2014
Nunatak-Chile, Primer Laboratorio Natural sobre Contaminación Glaciar y Cambio Climático: levantamiento de línea de base	Universidad Técnica Federico Santa María	2014

### 5.3.3. Participación del país en actividades de investigación con instituciones internacionales bilaterales o multilaterales

Entre 2011 y 2015, investigadores chilenos participaron en forma permanente en diversas redes orientadas a la investigación sobre sustentabilidad ambiental y cambio climático a escala latinoamericana e internacional, como el Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO), el Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI), la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal), el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), Euroclima y la Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático (RIOCC).

### 5.3.4. Centros nacionales de investigación en áreas ligadas al cambio climático

Los principales son el Instituto Antártico Chileno (INACH), el Centro de la Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2), el Centro de Cambio Global de la Pontificia Universidad Católica (CCG-UC), la Universidad de Concepción, el Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS), el Centro de Investigación e Innovación para el Cambio Climático de la Universidad Santo Tomás, el Centro de Estudios Científicos (CECS) de Valdivia, el Centro de Investigación de Energía Solar (SERC-CHILE) y el Centro Nacional de Investigación para la Gestión Integrada de Desastres Naturales (CIGIDEN).

## 5.4. Educación, formación y sensibilización pública en cambio climático

### 5.4.1. Política Nacional de Educación

La Política Nacional de Educación para el Desarrollo Sustentable (2009) establece los principios, objetivos y líneas estratégicas para que la educación promueva una ciudadanía activa en la construcción del desarrollo sustentable del país. Su objetivo general apunta al fortalecimiento de procesos educativos que instalen y desarrollen valores, conceptos, habilidades, competencias y actitudes en la ciudadanía, en el nivel individual y colectivo, para construir y disfrutar de una sociedad sustentable.

Entre las principales acciones desarrolladas se encuentran la promoción de las actividades existentes sobre educación ambiental, la creación de material informativo y de apoyo docente, y la ejecución de proyectos específicos de educación para la sustentabilidad con un enfoque en actores y contextos locales.



En este ámbito destacan el Sistema Nacional de Certificación Ambiental para Establecimientos Educativos (SNCAE) y el Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM), cuyo objetivo es potenciar a los municipios como modelos de gestión ambiental integral, con la participación de los funcionarios y los vecinos. Un aspecto relevante del SCAM es que incorpora a la normativa municipal la dimensión ambiental y desarrolla acciones concretas para la protección del medio ambiente y la disminución de GEI. En 2016, el sistema operaba en todas las regiones del país que cuentan con municipios certificados en sus tres niveles (SCAM, 2016).

### 5.4.2. Ley General de Educación

En un trabajo conjunto, el Ministerio de Educación y el MMA lograron incluir en la Ley General de Educación de 2009 materias afines al cambio climático en el currículo nacional y los programas de estudio de primero a sexto básico y de séptimo básico a segundo medio. Asimismo, han elaborado algunos recursos de aprendizaje y material de difusión, entre ellos “Educación para el desarrollo sustentable: cambio climático” y “Cómo llegamos a ser una comunidad educativa sustentable”.

En Chile se imparten programas de educación superior y de posgrado para la educación de profesionales en la temática del cambio climático (Tabla 7).

**Tabla 7. Programas de educación superior y de posgrado**

Programa de estudios	Universidad
Magíster en Cambio Climático	Universidad de Concepción
Magíster en Recursos Naturales con especialidad en Cambio Climático	Pontificia Universidad Católica de Chile
Magíster en Mecanismo de Desarrollo Limpio y Eficiencia Energética	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Diplomado Planificación Ambiental de Proyectos	Pontificia Universidad Católica de Chile
Diplomado Tecnologías para Enfrentar el Cambio Climático Abrupto	Universidad de Santiago de Chile
Diplomado Internacional de Verano Comunicación para la Sostenibilidad y la Cultura del Cambio Climático	Universidad Academia de Humanismo Cristiano

### 5.4.3. Procesos de Participación ciudadana asociados al cambio climático

Entre el 2012 y 2016 el Ministerio del Medio Ambiente ha realizado siete procesos de consulta públicas de instrumentos estratégicos en temas relacionados al cambio climático.

**Tabla 8. Procesos de consulta pública del Ministerio del Medio Ambiente en temas de cambio climático**

Instrumento	Inicio	Cierre	Nº Observaciones recibidas
Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Silvo agropecuario	11/06/2012	30/09/2012	566
Plan de Adaptación al Cambio Climático Sector Biodiversidad	01/07/2012	30/08/2013	159
Plan Nacional de Adaptación Cambio Climático	11/11/2013	23/12/2013	322
Contribución Nacional Tentativa	17/12/2014	15/04/2015	> 250
Plan de Adaptación al Cambio Climático en Pesca y Acuicultura	20/04/2015	30/206/2015	100
Plan de Adaptación al Cambio Climático en Salud	05/10/2015	14/12/2015	s/i
Anteproyecto del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022 (PANCC-II)	18-04-2016	04-08-2016	s/i

### 5.4.4. Campañas de difusión y sensibilización pública

En 2009 se ejecutó la primera campaña nacional de sensibilización pública sobre cambio climático, denominada “Enfrenta el cambio climático”. Apuntó a posicionar el tema y relevar la urgencia de actuar en el país. Los medios de difusión fueron la radio, la televisión y a través de la página web del MMA.

Uno de los sistemas de comunicación y difusión para educadores ambientales fueron una revista y un boletín electrónico. La Revista de Educación Ambiental tiene dos números al año, con un tiraje de dos mil ejemplares, que se distribuyen en los establecimientos educativos del SNCAE. El Boletín Hora Sustentable se envía a más de dos mil personas, mayoritariamente docentes.

El MMA ha elaborado diversos materiales y recursos de apoyo. Uno de ellos es un video de cambio climático y huella de carbono que entrega en forma sintética contenidos de cambio climático y sobre cómo niños y niñas puedes combatir el cambio climático a través de la huella de carbono. Se creó también la serie animada La plaza imaginaria, enfocada en el cambio climático y el cuidado del medio ambiente, y la calculadora de huella de carbono ciudadana, que permite en pocos minutos cuantificar la huella de carbono de una persona sobre la base del impacto de sus actividades, consumo y hábitos, y luego se le entregan consejos para reducir su huella de carbono personal. Finalmente, durante 2014 y 2015 se utilizó el lema “Si yo no cambio cambia el clima”, con el cual se realizaron intervenciones en las redes sociales del MMA.

### 5.4.5. Percepción del cambio climático

A fines de 2015 se realizó la Segunda Encuesta Nacional de Medio Ambiente. Los resultados indican que el principal problema ambiental del país, según la percepción de las personas, es la contaminación del aire (33 % de los encuestados), seguido de la basura en las calles (19 %) y la contaminación en general (8 %). Por otro lado, el 72 % de los encuestados cree que cuidar el medio ambiente estimula el crecimiento económico del país. Con respecto al cambio climático, el 86 % está de acuerdo en que tendrá consecuencias concretas en la vida cotidiana y el 82 % cree que es el principal desafío ambiental de esta generación (MMA, 2015c).

## 5.5. Fomento de capacidades nacionales y locales en cambio climático

### 5.5.1. Prioridades nacionales para la creación y fomento de capacidades

La creación y el fomento de capacidades sobre cambio climático fue uno de los tres ejes prioritarios, junto a los de mitigación y adaptación, de la Estrategia Nacional de Cambio Climático de 2006.

El PANCC 2017-2022 elimina este eje e incorpora dos: i) medios de implementación y ii) gestión del cambio climático a nivel regional y comunal. De los nuevos ejes se desprenden tres objetivos que apuntan directamente al fomento de capacidades: apoyar la transferencia de tecnología para la implementación de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático, crear las capacidades nacionales para la gestión del cambio climático y entregar asistencia técnica, y desarrollar las capacidades en los gobiernos regionales y municipales (MMA, 2016).

Las capacidades pueden ser entendidas en el marco de las necesidades, opciones y prioridades que han promovido su creación y fomento. En general, se han enfocado en mejorar la difusión, educación e investigación sobre cambio climático, en mejorar la calidad de la información disponible y de las capacidades de observación del clima, junto con desarrollar capacidades institucionales para enfrentar los desafíos de mitigación y adaptación, desarrollar y transferir tecnologías, reforzando la cooperación internacional y estableciendo sinergias entre el cambio climático y otros problemas ambientales globales.

### 5.5.2. Creación de capacidades en el sector privado

Una de las iniciativas en las que el sector privado ha sido preponderante, por sus alianzas con la comunidad académica y el sector público para el estudio y análisis de las implicancias del cambio climático para el país, es el proyecto “Fortalecimiento de capacidades del cambio global para enfrentar los desafíos del cambio climático en Chile”, que en forma innovadora considera entre sus socios financiadores a instituciones de los sectores público (Innova-Corfo y el MMA) y privado (la empresa eléctrica Colbún). Se implementó entre 2009 y 2013, y la entidad ejecutora fue el CCG-UC, con el apoyo del Stockholm Environment Institute. Además, como resultado de la gestión conjunta de la Facultad de Economía y Negocios de la Universidad de Chile, la Cámara Chileno-Británica de Comercio y la Embajada Británica, en 2009 se creó el Centro de Líderes Empresariales para el Cambio Climático (CLG-Chile). También se creó la Plataforma Climática Latinoamericana, en la que participan 17 organizaciones de la sociedad civil y del sector empresarial provenientes de Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Paraguay, Perú y Uruguay.

### 5.5.3. Creación de capacidades en las organizaciones no gubernamentales

En 2016, en Chile un número significativo de ONG participaba en la temática nacional sobre cambio climático apoyando en algunos casos la creación y el fomento de capacidades nacionales. Los más relevantes en este contexto son el Programa Chile Sustentable, la ONG Fundación Terram, la Fundación Chile, la Fundación Casa de la Paz, Adapt-Chile y la ONG Acción por la Tierra.

## 5.6. Inclusión del cambio climático en otros instrumentos de gestión

El cambio climático se ha estado incorporando paulatinamente en otras políticas públicas y/o instrumentos de gestión que apuntan al desarrollo y planificación del país, tales como: Sistema de Evaluación ambiental de proyectos, la Política de Responsabilidad Social de empresas del Ministerio de Economía, la Política Nacional de Desarrollo Rural, la Estrategia Nacional de Biodiversidad, la Política de Ordenamiento territorial, la Política y Gestión de riegos de desastres de ONEMI.

# 6 Necesidades y apoyo recibido en materia de cambio climático

En el capítulo 6 de la 3CN se entrega información relevante sobre las necesidades específicas en materia de cambio climático en Chile, incluyendo las barreras y brechas detectadas, y el apoyo internacional recibido ya sea a través de recursos financieros, la creación de capacidad y asistencia técnica, o la transferencia de tecnología.

## 6.1. Necesidades, brechas y barreras de financiamiento, creación de capacidad y asistencia técnica

Las necesidades chilenas de financiamiento, capacidad y tecnología, que se manifiestan en los distintos ámbitos del cambio climático (mitigación, adaptación, reportes, inventario, negociación internacional) aumentan la vulnerabilidad del país, ya que constantemente se deben superar obstáculos y brechas en la elaboración e implementación de políticas de cambio climático, las que, en un país en desarrollo como Chile, compiten con otras prioridades nacionales, como la salud, la educación y el trabajo.



Quintay, Archivo MMA.

Las principales brechas que enfrenta el país son la falta de una institucionalidad adecuada y de una estrategia de financiamiento. Actualmente, ambos temas se abordan en virtud de las voluntades de los sectores mediante procesos que desgastan los recursos humanos disponibles. Se advierte la necesidad de contar con un marco legal permanente, que establezca las responsabilidades y competencias de los actores involucrados, para un desarrollo óptimo del país en temas de cambio climático, que permita cumplir con los compromisos asumidos en su INDC.

A continuación se presentan las principales necesidades, brechas y barreras en relación con los recursos financieros y la capacidad y asistencia técnica, para los dos temas centrales de los INDC de Chile: adaptación y mitigación del cambio climático.

### 6.1.1. Mitigación

Identificar las necesidades en el ámbito de la mitigación y definir las brechas y barreras que obstaculizan la puesta en marcha de acciones de mitigación es de particular importancia en estos momentos, ya que Chile desea cumplir su compromiso voluntario de reducción de emisiones de GEI al año 2020 e instaurar bases sólidas para la implementación de su INDC y sus futuras actualizaciones.

En el NAMA Registry están inscritas cinco NAMA, para cuya implementación se busca apoyo. Se han efectuado capacitaciones enfocadas en NAMA y MRV en el marco de proyectos internacionales y se cuenta con la Plataforma

RET del MMA y el Programa HuellaChile. Sin embargo, se requieren mayores esfuerzos financieros y de capacidad para fortalecer el desarrollo de acciones sectoriales de mitigación y los sistemas de medición, reporte y verificación (MRV). Es prioritario que todas las instituciones que desarrollan acciones que tienen un potencial de reducción de emisiones de GEI levanten información adecuada que permita hacerles un correcto seguimiento. Por otro lado, se requiere desarrollar capacidades locales en temas de mitigación, fortalecer la gestión de los gobiernos regionales y los municipios, y aumentar su capacidad para implementar NAMA y otras medidas de mitigación.

### 6.1.2. Adaptación

Gracias a la constante línea de trabajo del MMA en temas de adaptación, fue posible la elaboración y aprobación del Plan Nacional de Adaptación, en 2014, y de los planes sectoriales específicos del sector Silvoagropecuario (2013), Biodiversidad (2014) y Pesca y Acuicultura (2015). Otros seis planes sectoriales de adaptación se encuentran en distintas etapas de desarrollo y se enfocarán en los sectores de Salud (2016), Infraestructura (2017), Ciudades (2017), Recursos hídricos (2018), Energía (2018) y Turismo (2018). La elaboración de estas políticas ha sido posible gracias a la participación activa de los ministerios sectoriales, que han liderado sus procesos de adaptación, y al trabajo conjunto de identificación de vulnerabilidades y desarrollo de líneas de acción para enfrentar los impactos del cambio climático, todo coordinado por el MMA.



Rapel, Jorge Herreros.

Se ha buscado financiamiento para proyectos pilotos basados en los planes sectoriales aprobados. Se encuentra en desarrollo el proyecto “Enhancing resilience to climate change of the small agriculture in the Chilean Region of O’Higgins”, aprobado por el Fondo de Adaptación, que permitirá ejecutar una serie de medidas extraídas del Plan Silvoagropecuario en las zonas de agricultura de secano del centro del país. Otros dos proyectos, financiados con aportes internacionales, permitirán implementar acciones en los sectores de Biodiversidad, y Pesca y Acuicultura, la “Red nacional de monitoreo de la biodiversidad (CTCN)” y “Strengthening the adaptive capacity to climate change in the fisheries and aquaculture sector of Chile (GEF)”, respectivamente. Se requiere asegurar el financiamiento para las acciones de adaptación de los planes aprobados y de los planes futuros, y aumentar las capacidades, especialmente en los gobiernos regionales y municipios, para la implementación de acciones de adaptación en el territorio. Asimismo, se necesita mejorar la coordinación de las instituciones en los niveles nacional, regional y local.

## 6.2. Apoyo internacional para la acción climática

En esta sección se resumen las iniciativas de cambio climático para las que Chile, como país en desarrollo, ha recibido apoyo internacional. La información se clasifica según el tipo de apoyo recibido en recursos financieros, creación de capacidad y asistencia técnica, y transferencia de tecnologías.

La mayoría de los recursos financieros recibidos en el periodo 2011-2016 corresponden a recursos clasificados como Asistencia al Desarrollo (ODA). Esta fuente de cooperación internacional ha tenido un importante rol en

la agenda climática de Chile. Sin embargo, dado el nivel actual de Producto Interno Bruto per cápita del país, se espera que Chile deje de ser país beneficiario de recursos ODA a partir de 2017.

### 6.2.1. Recursos financieros

#### **Recursos financieros gestionados a través del sector público**

Durante el período de reporte (1 de enero 2011 al 30 de julio de 2016), los países e instituciones donantes han aprobado a Chile USD 29.731.460 para la realización de actividades de la agenda climática nacional (Tabla 9).

**Tabla 9. Recursos financieros gestionados a través del sector público**

Tipo de donante	Recursos financieros (USD)	Ámbito					Sectores
		R	M	I	A	N	
Bilateral/países	4.811.582						
Reino Unido	2.317.802						Transversales   Energía   Transporte
Confederación Suiza	1.800.000						Forestal
Mancomunidad de Australia	166.000						Energía
Canadá	323.000						Transversal
México	204.780						Biodiversidad Recursos hídricos
Fondos e Instituciones Multilaterales	17.421.772						
Global Environmental Facility (GEF)	7.261.772						Transversales   Energía   Forestal   Pesca y acuicultura
CMNUCC	250.000						Biodiversidad
Adaptation Fund	1.900.000						Silvoagropecuario
UN REDD	560.000						Forestal
Banco Mundial	7.450.000						Energía   Instrumentos financieros
Instituciones Financieras Internacionales	2.750.663						
Banco Interamericano de Desarrollo	2.179.663						Transporte   Forestal
KFW	571.000						Energía
Otros aportes multilaterales	4.747.443						
NAMA Facility	19.800						Energía
República Federal de Alemania   Mancomunidad de Australia   Comisión Europea	1.584.000						Transversales
The Children's Invest Fund Foundation   Alianza Clima y Desarrollo   Confederación Suiza   Reino de Dinamarca	1.853.265						Transversales
Confederación Suiza   The Children's Invest Fund Foundation	1.290.378						Transversales
<b>Total</b>	<b>\$ 29.731.460</b>						

R: Reporte; M: Mitigación; I: INGEI; A: Adaptación; N: Negociación internacional / Fuente: Departamento de Cambio Climático del MMA

Entre los proyectos realizados con apoyo financiero internacional para el fortalecimiento de la acción y política climática destacan Opciones de Mitigación para Enfrentar el Cambio Climático (MAPS Chile) 2011-2015, Low Emission Capacity Building-Chile (LECB-Chile) 2012-2016 y Partnership for Market Readiness (PMR) 2011-2017.

#### **Recursos financieros canalizados a proyectos del sector privado**

Esta categoría considera el apoyo financiero de instituciones de la banca de desarrollo y de instituciones y fondos enfocados en financiar acciones para la mitigación del cambio climático y la transición hacia una economía de bajas emisiones de carbono. Los proyectos incluidos en esta sección no necesariamente cuentan con el patrocinio del Gobierno de Chile, ya que es un requisito que depende de las normas de cada fuente de financiamiento.

En la Tabla 10 se presenta un resumen de los flujos financieros para los proyectos considerados que asciendan a un valor total de USD 832.201.250.

**Tabla 10. Recursos financieros – canalizados al sector privado – incluye concesional/ no concesional**

Tipo de donante/ oferente	Recursos financieros (USD)	Ámbito					Sector
		R	M	I	A	N	
Fondos e instituciones multilaterales							
Green Climate Fund	49.000.000						Energía
Clean Technology Fund	117.000.000						Energía
Instituciones financieras internacionales							
Banco Interamericano de Desarrollo (BID)	324.400.000						Energía
International Finance Corporation (Banco Mundial)	341.801.250						Energía
<b>Total</b>	<b>\$ 832.201.250</b>						

R: Reporte; M: Mitigación; I: INGEI; A: Adaptación; N: Negociación internacional / Fuente: Departamento de Cambio Climático del MMA.

### 6.2.2. Creación de capacidades y asistencia técnica

Las principales iniciativas internacionales con el foco en la generación de capacidades y con participación permanente de Chile entre 2011 y 2016 son Information Matters, Euroclima, la Plataforma Regional para Latinoamérica y el Caribe (LEDS LAC), la Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático (LARIOCC), Global Research Alliance (GRA), International Partnership on Mitigation and MRV, Mitigation Action Implementation Network (MAIN), The Mitigation Momentum Project y el Diálogo de Cartagena para la Acción Progresiva.

### 6.2.3. Transferencia de tecnología

Las principales actividades realizadas gracias a los apoyos recibidos por el país en el área de transferencia de tecnologías entre 2011-2016 son el Programa de Fomento a la Cogeneración, el uso de energía solar para la generación de electricidad y calor, el fomento de la energía solar (enfoque en CSP), adquisición de equipamiento para la medición de GEI, la caracterización fenotípica de alta precisión en trigo (mejoramiento genético para lograr especies cultivadas tolerantes a la sequía) y el desafío de lograr variedades de papa y trigo tolerantes al cambio climático.

## 6.3. Apoyo nacional para la acción climática

Es importante destacar que, si bien el país ha sido receptor de importantes aportes financieros y diversos tipos de apoyos, en los últimos años se han dedicado fondos propios al financiamiento de acciones para enfrentar localmente el cambio climático y, cumpliendo con su compromiso en el INDC de Chile, el Gobierno trabaja para desarrollar una estrategia de financiamiento climático.

El MMA, en colaboración con el Ministerio de Hacienda y con apoyo del Proyecto LECB-Chile, en el periodo 2015-2016 ha implementado el proyecto “Gasto climático”. Para evaluar el gasto público se está aplicando un piloto con una metodología denominada Climate Public Expenditure and Institutional Review (CPEIR). La ejecución del piloto 2015 ha permitido identificar las condiciones actuales de acceso, disposición y consistencia de la información requerida, además de las fortalezas y limitaciones de la metodología CPEIR para obtener una cifra robusta de gasto en cambio climático.

La información objetiva y disponible en este momento corresponde a los recursos destinados a proyectos e iniciativas climáticas desarrollados en Chile a través de la Agencia de Cooperación Internacional Chilena (AGCI). El monto total para el periodo 2011-2016 alcanza los USD 20.370.000

# Bibliografía

- AGRIMED, 2008. Análisis de la vulnerabilidad del sector agropecuario, recursos hídricos y edáficos de Chile, frente a escenarios de cambio climático. Universidad de Chile, CONAMA, Santiago. 126 pp.
- AGRIMED, 2014: Atlas del Cambio Climático en las Zonas de Régimen Árido y Semiárido.
- Albrecht, F., & Shaffer, G. (2016). Regional Sea-Level Change along the Chilean Coast in the 21st Century. *Journal of Coastal Research*. Agroclimático (2013). "Inauguración de la Red Agroclimática Nacional RAN". Recuperado de <http://agroclimatico.minagri.gob.cl/2013/08/27/puesta-en-marcha-de-la-red-agroclimatica-nacional>.
- Albrecht, F., y Shaffer, G. (2016). "Regional Sea-Level Change along the Chilean Coast in the 21st Century". *Journal of Coastal Research*. Doi: <http://dx.doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-15-00192.1>.
- Aldunce, P., Bello, F., Bórquez, R., Farah, M. L., Echeverría, I., Indvik, K., y otros (2015). "Evaluación de término del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático, PANCC 2008-2016". Ministerio del Medio Ambiente, Licitación N° 608897-101-LE14.
- Bakun, Andrew, and Kenneth Broad. "Environmental 'loopholes' and fish population dynamics: comparative pattern recognition with focus on El Niño effects in the Pacific." *Fisheries Oceanography* 12.4-5 (2003): 458-473.
- Bambach, N., Meza, F. J., Gilabert, H., y Miranda, M. (2013). "Impacts of climate change on the distribution of species and communities in the Chilean Mediterranean ecosystem". *Regional Environmental Change*, 13(6), pp. 1245-1257.
- Boisier, J. P., Rondanelli, R., Garreaud, R. D., y Muñoz, F. (2016). "Anthropogenic and natural contributions to the Southeast Pacific precipitation decline and recent megadrought in central Chile". *Geophysical Research Letters*, 43(1), pp. 413-421. Doi: [10.1002/2015GL067265](https://doi.org/10.1002/2015GL067265).
- Bown, F., Rivera, A., y Acuña, C. (2008). "Recent glacier variations at the Aconcagua basin, central Chilean Andes". *Annals of Glaciology*, 48(1), pp. 43-48. Doi: [10.3189/172756408784700572](https://doi.org/10.3189/172756408784700572).
- Casassa, G., Espizua, L. E., Francou, B., Ribstein, P., Ames, A., y Alean, J. (1998). "Glaciers in South America". En W. Haerberli, M. Hoelzle y S. Suter (eds.). *Into the second century of worldwide glacier monitoring: PROSPECTS and strategies*. París: United Nations Publications, pp. 125-146.
- Caviedes, C., y Waylen, P. R. (1998). "Respuestas del clima de América del Sur a las fases de ENSO". *Bulletin de l'Institut français d'études andines*, 27(3).
- Centro de Agricultura y Medio Ambiente (Agrimed) (2014). Atlas del cambio climático en las zonas de régimen árido y semiárido. --- (2008). "Análisis de la vulnerabilidad del sector agropecuario, recursos hídricos y edáficos de Chile, frente a escenarios de cambio climático". Santiago: Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, Conama. Recuperado de [www.sinia.cl/1292/articles-46115\\_capituloV\\_informefinal.pdf](http://www.sinia.cl/1292/articles-46115_capituloV_informefinal.pdf).
- Centro de Cambio Global UC (CCG-UC) (2012). "Enfoque metodológico para evaluar la adaptación al cambio climático en la infraestructura pública del MOP". Informe final para el Ministerio de Obras Públicas de Chile. Recuperado de [http://cambioglobal.uc.cl/en/component/docman/cat\\_view/6-proyectos.html](http://cambioglobal.uc.cl/en/component/docman/cat_view/6-proyectos.html).
- Centro de Energía . (2016). Consultoría para diseño de una estructura de contabilidad nacional de reducciones/absorciones de gases de efecto invernadero e integración con sistemas de medición, reporte y verificación de acciones de mitigación existentes. Santiago: FCFM, Universidad de Chile .
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal) e Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (2011). Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe: dinámicas, tendencias y variabilidad climática. Cepal.
- (2009). Cambio climático y desarrollo en América Latina y el Caribe. Reseña 2009. Recuperado de <http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/2975/lcl3140.pdf?sequence=1>.
- CNIC, Agenda de innovación y competitividad 2010-2020. Disponible en línea: <http://www.cnid.cl/wp-content/uploads/2015/04/Agenda-Innovacion-C3%B3n-2010-2020.pdf>, consultado 30 de Septiembre del 2016
- Contreras-López, M., Winckler, P., y Molina, M. (2012). "Implicancias de la variación del nivel medio del mar por cambio climático en obras de ingeniería costera de Chile". *Anales del Instituto de Ingenieros de Chile*, 124(2), pp. 53-66.
- Cortés, G., Vargas, X., y McPhee, J. (2011). "Climatic sensitivity of streamflow timing in the extratropical western Andes Cordillera". *Journal of Hydrology*, 405(1-2), pp. 93-109. Doi: [10.1016/j.jhydrol.2011.05.013](https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.05.013).
- Danerí, G., Dellarossa, V., Quiñones, R., Jacob, B., Montero, P., y Ulloa, O. (2000). "Primary production and community respiration in the Humboldt Current System of Chile and associated oceanic areas". *Marine Ecology Progress Series*, 197, pp. 41-49.
- Dirección General de Relaciones Económicas Internacionales (Direcon) (2015). "Informe anual. Comercio Exterior de Chile 2014/15". Recuperado de [www.direcon.gob.cl/wp-content/uploads/2015/07/Informe-anual-de-Comercio-Exterior-de-Chile-2014-2015.pdf](http://www.direcon.gob.cl/wp-content/uploads/2015/07/Informe-anual-de-Comercio-Exterior-de-Chile-2014-2015.pdf).
- Fossing, H., Gallardo, V.A., Jørgensen, B.B., Huettel, M., Nielsen, L. P., Schultz, H., y otros (1995). "Concentration and transport of nitrate by the mat-forming sulphur bacterium *Thioploca*". *Nature* 374, pp. 713-715.
- Garreaud, R., Aldunce, P., Araya, G., Blanco, G., Boisier, J. P., Bozkurt, D. y otros (2015). "La megasequia 2010-2015: Una lección para el futuro". Informe técnico del Centro del Clima y la Resiliencia (CR2). Recuperado de [www.cr2.cl/megasequia](http://www.cr2.cl/megasequia).
- Guisan, A., y Zimmermann, N. E. (2000). "Predictive habitat distribution models in ecology". *Ecological Modeling*, 135, pp. 147-186.
- GreenLab UC (2012). "Identificación de impactos, evaluación de vulnerabilidad del sector Salud frente al cambio climático y propuestas para la adaptación". Estudio solicitado por la Subsecretaría de Medio Ambiente. Recuperado de [www.greenlabuc.cl/wp-content/uploads/2013/11/2012-ILSCC-InformeFinal.pdf](http://www.greenlabuc.cl/wp-content/uploads/2013/11/2012-ILSCC-InformeFinal.pdf).
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) (2014). "Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability". Recuperado de [www.ipcc.ch/report/ars/wg2](http://www.ipcc.ch/report/ars/wg2).
- (2013). "Climate Change 2013: The Physical Science Basis". Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Recuperado de [www.ipcc.ch/report/ars/wg1](http://www.ipcc.ch/report/ars/wg1).
- International Partnership on Mitigation and MRV. (julio de 2014). International Partnership on Mitigation and MRV. Obtenido de <http://mitigationpartnership.net/>
- Larkin, N. K., y Harrison, D. E. (2002). "ENSO warm (El Niño) and cold (La Niña) event life cycles: Ocean surface anomaly patterns, their

- symmetries, asymmetries, and implications". *Journal of Climate*, 15(10), pp. 1118-1140.
- Luebert, F., y Pliscoff, P. (2006). *Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile*. Santiago: Universitaria.
- Magrin, G. O., Marengo, J. A., Boulanger, J. P., Buckeridge, M. S., Castellanos, E. G. Poveda y otros (2014). "Central and South America". *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC. Cambridge University Press, pp. 1499-1566.
- Marquet, P., Abades, S., Armesto, J., Arroyo, M. T. K., Barría, I., Cavieres, L., y otros (2010). "Estudio de vulnerabilidad de la biodiversidad terrestre en la eco-región mediterránea, a nivel de ecosistemas y especies, y medidas de adaptación frente a escenarios de cambio climático". Santiago: Ministerio de Medio Ambiente.
- Masiokas, M. H., Christie, D. A., Le Quesne, C., Pitte, P., Ruiz, L., Villalba, R., y otros (2016). "Reconstructing the annual mass balance of the Echaurren Norte glacier (Central Andes, 33.5° S) using local and regional hydroclimatic data". *The Cryosphere*, 10(2), pp. 927-940.
- Masiokas, M. H., Rivera, A., Espizua, L. E., Villalba, R., Delgado, S., y Aravena, J. C. (2009). "Glacier fluctuations in extratropical South America during the past 1000 years". *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 281(3), pp. 242-268.
- Masiokas, M. H., Villalba, R., Luckman, B. H., Lascano, M. E., Delgado, S., y Stepanek, P. (2008). "20th-century glacier recession and regional hydroclimatic changes in northwestern Patagonia". *Global and Planetary Change*, 60(1), pp. 85-100.
- McPhee, J., Cortés, G., Rojas, M., García, L., Descalzi, A., y Vargas, L. (2014). "Downscaling Climate Changes for Santiago: What Effects can be Expected?". En K. Krellenberg y B. Hansjürgens (eds.). *Climate Adaptation Santiago*. Berlín y Heidelberg: Springer, pp. 19-41.
- Mernild, S. H., Beckerman, A. P., Yde, J. C., Hanna, E., Malmros, J. K., Wilson, R., y Zemp, M. (2015). "Mass loss and imbalance of glaciers along the Andes Cordillera to the sub-Antarctic islands". *Global and Planetary Change*, 133, pp. 109-119.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Minvu) (2016). N. Romero: Identificación preliminar de eventos climáticos relevantes para el sector ciudades Proyecto (en el marco del Proyecto PNUD, N° 90.298 "Implementación de la Política Nacional de Desarrollo Urbano").
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA) (2016a). "Anteproyecto del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (2017-2022)". Recuperado de <http://portal.mma.gob.cl/plan-de-accion-nacional-de-cambio-climatico-2017-2022-pancc-ii>.
- (2016b). "Elaboración de una base digital del clima comunal de Chile: línea base (años 1980-2010) y proyección al año 2050". Recuperado de [www.cl.undp.org/content/chile/es/home/library/environment\\_energy/elaboracion-de-una-base-digital-del-clima-comunal-de-chile--line.html](http://www.cl.undp.org/content/chile/es/home/library/environment_energy/elaboracion-de-una-base-digital-del-clima-comunal-de-chile--line.html).
- (2016c). "Reporte: Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático". Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático (ETICC).
- (2015). "Directrices para un marco genérico de MVR de NAMAS en Chile". Recuperado de <http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/05/Directrices-MRV-Namas.pdf>.
- (2015a). "Plan de adaptación al cambio climático en pesca y acuicultura". Recuperado de <http://portal.mma.gob.cl/plan-de-adaptacion-al-cambio-climatico-en-pesca-y-acuicultura>.
- (2015b). "Ministro Pablo Badénier lanza Academia de Formación Ambiental 'Adriana Hoffmann'". Recuperado de <http://portal.mma.gob.cl/ministro-pablo-badenier-lanza-academia-de-formacion-ambiental-adriana-hoffmann>.
- (2015c). Segunda Encuesta Nacional de Medio Ambiente. Recuperado de <http://portal.mma.gob.cl/segunda-encuesta-nacional-de-medio-ambiente>.
- (2014). "Adaptación urbana al cambio climático. Propuesta para la adaptación urbana al cambio climático en capitales regionales de Chile". Adapt-Chile, Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS) y Centro de Cambio Global UC (CCG-UC).
- (2014a). "Plan de adaptación al cambio climático en biodiversidad". Recuperado de [www.mma.gob.cl/1304/articles-55879\\_Plan\\_Adaptacion\\_CC\\_Biodiversidad\\_Final.pdf](http://www.mma.gob.cl/1304/articles-55879_Plan_Adaptacion_CC_Biodiversidad_Final.pdf).
- (2014b). "Plan nacional de adaptación al cambio climático". Recuperado de <http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/02/Plan-Nacional-Adaptacion-Cambio-Climatico-version-final.pdf>.
- (2013). "Plan de adaptación al cambio climático para el sector silvoagropecuario". Recuperado de [www.mma.gob.cl/1304/articles-55879\\_InstrumentoFinalCC\\_Silvoagropecuario.pdf](http://www.mma.gob.cl/1304/articles-55879_InstrumentoFinalCC_Silvoagropecuario.pdf).
- Ministerio de Salud (Minsal). (2015). Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático para Salud. Borrador para consulta pública. Recuperado de <http://portal.mma.gob.cl/plan-nacional-de-adaptacion-al-cambio-climatico-para-salud>. Gobierno de Chile.
- OCDE y Cepal (2016). "Evaluaciones del desempeño ambiental: Chile 2016". Recuperado de [http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40308/S1600413\\_es.pdf](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40308/S1600413_es.pdf).
- Pellicciotti, F., Ragetti, S., Carenzo, M., y McPhee, J. (2014). "Changes of glaciers in the Andes of Chile and priorities for future work". *Science of The Total Environment*, 493, pp. 1197-1210. Doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.10.055.
- Rivera, A., Bown, F., Casassa, G., Acuña, C., y Clavero, J. (2006). "Glacier shrinkage and negative mass balance in the Chilean Lake District (40° S)". Recuperado de [http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/117757/Rivera\\_A.pdf?sequence=1](http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/117757/Rivera_A.pdf?sequence=1).
- Rivera, A., Acuña, C., Casassa, G., y Bown, F. (2002). "Use of remotely sensed and field data to estimate the contribution of Chilean glaciers to eustatic sea-level rise". *Annals of Glaciology*, 34, pp. 367-372.
- Rojas, M. (2012). "Estado del arte de modelos para la investigación del calentamiento global. Informe para Opciones de Mitigación para enfrentar el Cambio Climático, MAPS Chile".
- Rubio-Álvarez, E., y McPhee, J. (2010). "Patterns of spatial and temporal variability in streamflow records in south central Chile in the period 1952-2003". *Water Resources Research*, 46(5), W05514. Doi: 10.1029/2009WR007982.
- Santibáñez, F., Santibáñez, P., Caroca, C., González, P., Gajardo, N., Perry, P., y Pliscoff, P. (2013). "Plan de acción para la protección de la conservación de la biodiversidad, en un contexto de adaptación al cambio climático". Agrimed, Universidad de Chile.
- Servicio Nacional de Turismo (Sernatur) (2014). Estrategia Nacional de Turismo 2012-2020. Recuperado de [http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2014/10/1\\_Estrategia-Nacional-de-Turismo-2012-2020.pdf](http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2014/10/1_Estrategia-Nacional-de-Turismo-2012-2020.pdf).
- Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM) (2016). "¿Qué es SCAM?". Recuperado de <http://educacion.mma.gob.cl/sistema-de-certificacion-ambiental-municipal>.
- TECO Group y CCG-UC (2015). Tercer informe del estudio "Base para la planificación territorial en el desarrollo hidroeléctrico futuro. Ministerio de Energía". Licitación N° 584105-11-LP14. Recuperado de [http://dataset.cne.cl/Energia\\_Abierta/Estudios/Minerg/informe\\_final\\_primeira\\_etapa\\_estudio\\_cuenas.pdf](http://dataset.cne.cl/Energia_Abierta/Estudios/Minerg/informe_final_primeira_etapa_estudio_cuenas.pdf).
- Vuille, M., Franquist, E., Garreaud, R., Lavado Casimiro, W. S., y Cáceres, B. (2015). "Impact of the global warming hiatus on Andean temperature". *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, 120 (9), pp. 3745-3757. Doi: 10.1002/2015JD023126.
- Yáñez, E., Barbieri, M. A., Plaza, F., y Silva, C. (2014). "Climate change and fisheries in Chile". *Vulnerability of Agriculture, Water and Fisheries to Climate Change*. Dordrecht: Springer, pp. 259-270.





Ministerio del  
Medio  
Ambiente

Gobierno de Chile

# Resumen Ejecutivo 2016



## Tercera Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático



Tercera  
Comunicación  
Nacional  
sobre  
Cambio  
Climático



[www.theGEF.org](http://www.theGEF.org)

