

Antecedentes para la actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) en 2024

Octubre 2024



UNIVERSIDAD
DE CHILE

PATROCINA



UNIVERSIDAD
DE CONCEPCION

INSTITUCIONES ASOCIADAS



UNIVERSIDAD
AUSTRAL DE CHILE



AGENCIA NACIONAL DE
INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

FINANCIA



fcfm

Geofísica
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

(CR)² | Center for Climate
and Resilience Research

Proceso de Actualización NDC Ministerio del Medio Ambiente

**Señora
Maisa Rojas
Ministra del Medio Ambiente
Presente**

Estimada Sra. Ministra,

Por medio de la presente, el Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia CR2 hace envío de Antecedentes para la revisión y actualización de la Contribución Nacionalmente Determinada (NDC, por su sigla en inglés) de Chile. Valoramos esta instancia de participación ciudadana y enviamos nuestras observaciones en el espíritu de contribuir con evidencia científica para la revisión de los compromisos del Estado en materia climática, velar por la consistencia entre los distintos instrumentos (Ley Marco de Cambio Climático y los planes que de ella se derivan y NDC) y apoyar la viabilidad en la implementación y resultados de estos compromisos.

Los Antecedentes se han asociado a los compromisos que se recomienda actualizar, proveyendo las observaciones y evidencia según corresponda. Como mensajes principales destacamos:

- Comprometer la reforestación sólo con especies nativas.
- Establecer alianzas con las comunidades indígenas y/o locales que habitan y usan los bosques nativos con el fin de promover la sustentabilidad en la gestión, manejo y conservación de estos ecosistemas en base a su identidad y potencialidades del territorio.
- Desarrollar protocolos de restauración activa para hacer frente a la masiva invasión post-fuego de Pinus radiata en bosques nativos quemados, especialmente en las regiones centro-sur de Chile.
- Establecer compromisos claros de protección, conservación y restauración de ecosistemas marinos y costeros en base a sus funciones y contribuciones
- Establecer compromisos de conservación y restauración de humedales y turberas.
- Establecer o adoptar métricas e indicadores de adaptación compatibles con los sistemas internacionales, en particular, indicadores de seguridad hídrica.
- Fortalecer la gobernanza y gestión de los datos climáticos físicos y socioeconómicos que resultan críticos para el monitoreo, sistematización e integración de la información (y registros) y verificación que impone la Ley Marco de Cambio Climático y los compromisos tomados por el país en su NDC.
- Disminuir la incertidumbre de estimaciones y proyecciones en stock y capturas de carbono de ecosistemas terrestres y marinos.

En espera de una favorable acogida y disponibles para entrega de antecedentes adicionales si fueran requeridos, le saluda,


Pilar Moraga
Directora

Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia CR2
Proyecto FONDAP 1523A0002

Antecedentes para la actualización de la NDC en 2024

El presente documento contiene los antecedentes que provee el Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia CR2 para la actualización de la NDC y se divide en tres partes. La primera es un resumen con los principales temas para los que se entregan antecedentes, la segunda es una tabla donde se asocian los antecedentes a la NDC de 2020 y su fortalecimiento publicado en 2022. La tercera parte presenta los anexos mencionados en la tabla y que proveen la evidencia para apoyar las observaciones realizadas.

Coordinadoras: Cecilia Ibarra y Paz Orellana. **Colaboradores:** María Estrella Alcaman-Arias, Camila Álvarez-Garretón, Marco Billi,, Estela Blanco, Rosario Carmona, María Fragkou, Antonio Lara, Axel Osses, Mauricio Galleguillos, Laura Gallardo Eugenia Gayo, Mauro González, Gabriela Guevara, Jorge Hoyos, Fabrice Lambert, Alejandro Miranda, Pilar Moraga Francisca Muñoz, Laura Ramajo, y Ana María Ugarte, Rocío Urrutia y Carlos Zamorano.

Índice:

Primera Parte

Resumen de los temas generales para los que se entregan antecedentes..... 7

Segunda Parte

Tabla de las metas de la NDC actual y antecedentes provistos..... 8

Fortalecimiento NDC 202216

Tercera Parte

Anexos citados en la tabla con los detalles de los antecedentes que se entregan..... 18

Primera Parte:

Resumen de los temas generales para los que se entregan antecedentes

Los principales temas que proponemos revisar refieren, en primer lugar, a ecosistemas asociados a las posibilidades de comprometer capturas en la NDC; en segundo lugar, a las métricas e indicadores, en especial a aquellos relacionados a la adaptación al cambio climático; y, por último, a la gobernanza de los datos climáticos.

En cuanto a los compromisos asociados a la captura de gases de efecto invernadero, la actualización debería reconocer la evidencia que se ha ido generando, así como los vacíos e incertidumbres en las estimaciones y proyecciones respecto del comportamiento de los ecosistemas terrestres y marinos en cuanto a capturas y emisiones con efecto en el clima. Reconocer esta evidencia implica comprometer la reforestación sólo con especies nativas y establecer compromisos de conservación y restauración de ecosistemas que no han tenido un rol acorde a su importancia en la actual NDC. La evidencia (ver secciones siguientes) muestra la importancia de incluir metas de restauración y protección de ecosistemas marinos, humedales y turberas en los compromisos nacionales. Estos compromisos deberían ser claros en establecer y fundamentar qué ecosistemas se priorizarán y qué actores serán responsables de estas medidas.

Los compromisos, tanto de mitigación como de adaptación, deben considerar los principios que establece la Ley Marco de Cambio Climático y orientarse hacia una acción climática justa, lo que se ha reforzado en el fortalecimiento de la NDC que formaliza el concepto de transición socioecológica justa. Esto implica introducir indicadores que permitan verificar el cumplimiento de los principios guía.

La acción climática debe ser justa al menos en términos distributivos y procedimentales, es decir, las cargas y beneficios deben distribuirse equitativamente entre

los grupos afectados y debe asegurarse la participación en todo el proceso de la acción climática. En línea con lo anterior, las métricas de adaptación y mitigación deben considerar las desigualdades territoriales preexistentes, la afectación a distintos modos de vida, fomentar el enfoque de género, el enfoque intercultural y de derechos de los pueblos indígenas, y el desarrollo de capacidades.

La actualización de la NDC orientada por la acción climática justa y la transparencia y claridad en el seguimiento de las metas fijadas, exige establecer métricas e indicadores. El área más débil en este aspecto son aquellas métricas de adaptación, en particular los indicadores de seguridad hídrica. Los compromisos actuales debieran abordar el aseguramiento de la continuidad de servicios mínimos, definiendo metas de mantención de infraestructuras críticas para la protección de la seguridad de la población.

Lo anterior requiere de una gobernanza robusta de los datos climáticos, transparente y coordinada, asunto que necesita de atención y mejora. La definición de métricas e indicadores supone conocer el territorio, tener líneas de base y proyecciones del comportamiento, así como de capacidad para el monitoreo, sistematización e integración de datos y verificación que impone la Ley Marco de Cambio Climático y los compromisos adoptados por el país. El proceso de implementación de la Ley Marco de Cambio Climático mandata la elaboración de planes sectoriales y regionales que deben asegurar coherencia. Este es otro espacio donde los datos climáticos y sus productos derivados entrelazan los distintos instrumentos de planificación y seguimiento.

Segunda Parte:

Tabla con las metas de la NDC actual observaciones y antecedentes provistos

Tabla Resumen: Compromisos de la NDC 2020 y su actualización 2022, aportes de antecedentes para su evaluación y actualización.

Capítulo NDC 2020	Compromisos para los que se adjuntan antecedentes	Antecedentes CR2 Actualización 2024
<p>3. Pilar social de transición justa y desarrollo sostenible.</p> <p>Principios:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) inercia con ODS b) transición justa c) seguridad hídrica d) equidad e igualdad de género e) costo-eficiencia f) SBN g) consideración de tipos de conocimientos h) participación activa 	<p>PS1) Velar por la aplicación de los criterios señalados en el numeral 3.2. de la NDC en los procesos de actualización, formulación e implementación de la NDC.</p>	<p>Agregar que los mecanismos permitan una participación efectiva de todos los sectores sociales.</p> <p>Sobre la letra g) no está claro qué quiere decir “que estén disponibles”. Además, la palabra “nuestras” (comunidades) es poco pertinente, ya que denota posesión y los pueblos indígenas gozan del derecho a la libre determinación. Sería recomendable precisar el lenguaje. Para respaldar este tipo de declaraciones, además, es importante mencionar que se crearán mecanismos específicos y adecuados para poder incorporar tales conocimientos. Para esto es necesario crear mecanismos de participación para las autoridades y los poseedores de conocimiento indígena en la gobernanza climática. Estos mecanismos deberían mencionarse en el Componente de Adaptación y sus contribuciones específicas. Además, se podría mencionar que también se considerarán los valores y visiones de mundo de los pueblos indígenas (y no solo los conocimientos que se alinean con la ciencia no indígena y la política pública) (Carmona et al., 2022; Carmona et al., 2023; Carmona et al., 2024).</p> <p>A propósito de la letra h), participación activa: Se recomienda mencionar que se resguardarán los derechos de los pueblos indígenas y se considerará su participación. Considerar el diseño, implementación, monitoreo y evaluación de la NDC, contemplando mecanismos de participación específicos y adecuados para los pueblos indígenas. Comprometer mecanismos específicos, permanentes y efectivos que permitan el involucramiento de los pueblos indígenas en la gobernanza climática.</p>

- NDC (Actualización 2020), disponible en https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/NDC_Chile_2020_espan%CC%83ol.pdf
- Anexo Fortalecimiento NDC (2022), disponible en https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-11/Chile_%20fortalecimiento%20NDC_nov22.pdf

	<p>PS2) Establecer un mecanismo de medición, reporte y verificación respecto de la aplicación de los criterios señalados en el numeral 3.2.</p>	<p>Se recomienda fortalecer la gobernanza y gestión de datos climáticos. En términos de los Compromisos de Transición Justa y Desarrollo Sostenible (PS1 a PS3) se sugiere un nivel de especificidad mayor en los compromisos, especialmente en cuanto a metas cuantificables y líneas base claras.</p> <p>Anexo MI1: Fortalecer gobernanza y gestión de los datos climáticos.</p>
	<p>PS3) Elaborar al 2021 una “Estrategia para la Transición Justa”.</p>	<p>Las medidas buscarán el consentimiento libre, previo e informado de las comunidades indígenas afectadas por los proyectos, por ejemplo, aquellos asociados a la descarbonización de la matriz de generación eléctrica (Carmona et al., 2022; Carmona et al., 2023; Carmona et al., 2024).</p>
<p>4. Mitigación</p>	<p>M1) Chile se compromete a un presupuesto de emisiones de GEI que no superará las 1.100 MtCO₂eq, entre 2020 y 2030. Máximo de emisiones al 2025 y alcanzar 95 MtCO₂el al 2030.</p>	<p>Los compromisos cuantitativos actuales o futuros, así como la elaboración de inventarios o líneas base, se beneficiarían de una gobernanza de datos climáticos más robusta. Esto es especialmente relevante para los compromisos de mitigación, como M1 y M2.</p> <p>Anexo MI1: Fortalecer gobernanza y gestión de los datos climáticos.</p>
	<p>M2) Reducción de al menos un 25% de emisiones totales de carbono negro al 2030, con respecto a 2016. Implementación a través de políticas nacionales de calidad de aire. Mejorar inventario de carbono negro.</p>	<p>Este objetivo de mitigación permanece en el tiempo y no se da cuenta de su avance a través de políticas de calidad del aire. La mejora del inventario de carbono negro debiera asociarse a acciones concretas.</p>
	<p>A1) Al 2021 se habrá definido el objetivo, alcance, metas y los elementos que conformarán el componente de adaptación en la ECLP. Proceso participativo con diversos actores de distintas escalas territoriales.</p>	<p>Se recomienda fortalecer la gobernanza y gestión de datos climáticos en MI1. Debieran incluirse indicadores y métricas de adaptación para los distintos sectores (ver por ejemplo, A7)</p> <p>Anexo MI1: Fortalecer gobernanza y gestión de los datos climáticos.</p> <p>Se recomienda fortalecer la participación de representantes de pueblos indígenas, a través de mecanismos específicos y adecuados (Carmona et al., 2023; Carmona et al., 2024).</p>
	<p>A2) Se fortalecerá la coordinación de la acción climática en adaptación a escala nacional a través de la confección de planes. Estos insumos para la Comunicación de la adaptación serán enviada a más tardar en 2022 a la CMNUCC.</p>	<p>Esta meta necesita actualizarse en consideración a los planes sectoriales en curso. La NDC podría comprometer nuevas metas para la futura actualización de estos planes, que estén formalmente alineadas con las Metas Globales de Adaptación y que pongan énfasis en la interacción entre cambio climático y protección de la biodiversidad, como se ha definido en la declaración conjunta COP28-UNFCC y COP15-CBD.</p>
	<p>A3) Al 2025 se habrán fortalecido las capacidades y la institucionalidad de cambio climático a nivel regional y se habrán iniciado las acciones de adaptación y mitigación en 10 regiones del país y en 2030 en 16.</p>	<p>Se recomienda fortalecer la gobernanza y gestión de datos climáticos en MI1. Debieran incluirse indicadores y métricas de adaptación para los distintos sectores (ver, por ejemplo, A7 y propuesta de métricas para la resiliencia urbana de CR2.</p> <p>Anexo MI1: Fortalecer gobernanza y gestión de los datos climáticos.</p>

<p>5. Adaptación - Políticas, estrategias y planes de cambio climático</p>	<p>A4) Durante el período de implementación de esta NDC, se profundizarán y actualizarán los estudios y análisis existentes de vulnerabilidad y riesgos del país, considerando enfoque de género. Esto será un insumo para el diseño de medidas de adaptación.</p> <p>a) Al 2021 elaboración de atlas de riesgos climáticos Chile continental por comuna.</p> <p>b) Al 2021 estimación de costos de la inacción. Al 2025 estimación de costos por pérdidas y daños históricos.</p> <p>c) al 2025 evaluación de riesgos por grupos vulnerables con atención en pueblos originarios, pobreza y género.</p>	<p>Se recomienda fortalecer la gobernanza y gestión de datos climáticos en MI1. Debieran incluirse indicadores y métricas de adaptación para los distintos sectores (ver, por ejemplo, A7) Anexo MI1: Fortalecer gobernanza y gestión de los datos climáticos.</p> <p>Se recomienda considerar, además del enfoque de género, el enfoque intercultural.</p> <p>Es necesario comprometer la actualización del Atlas de Riesgo Climático para que se integre con las herramientas de gestión de datos sectoriales, incorporando la escala comunal (letra a)).</p>
	<p>A5) Al 2026 se habrá fortalecido el sistema de evaluación y monitoreo vigente, a través de indicadores de progreso e impacto para todos los instrumentos de adaptación al cambio climático, que permita evaluar el avance y cumplimiento de las metas establecidas.</p> <p>A6) Durante el período de implementación de esta NDC, se fortalecerá la inclusión de actores no gubernamentales en la planificación e implementación de instrumentos de adaptación.</p> <p>a) Al 2025 se implementará y alimentará un registro de acciones de adaptación de actores no gubernamentales.</p> <p>b) Al 2030 se encontrarán en ejecución mecanismos de colaboración público-privada.</p>	<p>Se recomienda fortalecer la gobernanza y gestión de datos climáticos en MI1. Debieran incluirse indicadores y métricas de adaptación para los distintos sectores (ver, por ejemplo, A7 y métricas de resiliencia) Anexo MI1: Fortalecer gobernanza y gestión de los datos climáticos.</p> <p>Se sugiere integrar al sistema de evaluación y monitoreo las acciones de adaptación que hacen actores no estatales.</p> <p>Se recomienda promover la colaboración con los pueblos indígenas (Carmona et al., 2023; Carmona et al., 2024).</p>
<p>5. Adaptación - Áreas de mayor urgencia</p>	<p>A7) Se aumentará información y mecanismos de gestión del país respecto a impactos del cambio climático en recursos hídricos para aumentar su resiliencia.</p> <p>a) Al 2025 se habrá implementado un indicador, a nivel nacional y a escala de cuenca hidrográfica, que permita hacer seguimiento de la brecha y riesgo hídrico y avanzar en alcanzar la seguridad hídrica del país.</p>	<p>Se recomienda utilizar los indicadores de seguridad hídrica propuestos en Anexo Antecedentes A7a, que corresponde a las observaciones enviadas por CR2 a la consulta del Plan de Recursos Hídricos. Se puede consultar también el Informe a las Naciones de Seguridad Hídrica del CR2.</p> <p>Gobernanza de la Gestión de los Datos climáticos. Anexo MI1: Fortalecer gobernanza y gestión de los datos climáticos.</p>

	<p>b) al 2025 se habrá implementado un sistema de sellos de reconocimiento según nivel de gestión de consumo de agua (Programa Huella Chile).</p> <p>c) Al 2030 se habrán elaborado Planes Estratégicos de Cuenca para Gestión de Recursos Hídricos, considerando la adaptación al cambio climático, en las 101 cuencas del país.</p> <p>d) al 2030 se habrá fiscalizado un 95% de SSR catastrados.</p> <p>e) al 2030, el 100% de empresas sanitarias tendrán implementado un plan de GRD.</p> <p>f) al 2030 se habrá completado el 100% de la agenda 2030 del sector sanitario.</p> <p>g) al 2030, cada proyecto de infraestructura pública para aguas contemplará en su evaluación la protección de la población y territorio y/o atender prioritariamente demandas de consumo humano de agua.</p>	
	<p>A8) Se fortalecerá la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima, y la capacidad de gestión ante los efectos adversos que causan los desastres socio-naturales en el país.</p> <p>a) a 2021 se habrá desarrollado una guía sobre efectos del cambio climático en la movilidad humana.</p> <p>b) al 2022 se habrá elaborado un plan específico por variable de riesgo de olas de calor.</p> <p>c) al 2025 todas las regiones habrán incorporado planes de RRD con coordinación con CORECC.</p> <p>d) al 2030 se habrá completado la implementación de la PNRRD 2019-2030.</p>	<p>Se recomienda incorporar un compromiso para la continuidad de servicios mínimos en base a la identificación y mantenimiento de infraestructura crítica.</p> <p>Se debe asegurar la coordinación y articulación con el Sistema Nacional de Prevención y Gestión de Riesgo de Desastres y el Sistema de Ordenamiento y Planificación Territorial.</p>
<p>6. Integración - Economía Circular</p>	<p>I1) Desarrollar, en 2020, una Hoja de Ruta de Economía Circular 2020-2040, con medidas a corto, mediano y largo plazo.</p>	
	<p>I2) Desarrollar, en 2020, una Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos para aumentar su valorización a escala municipal como medida de mitigación ante el cambio climático.</p>	

	<p>13) Generar e implementar, al 2022, métricas e indicadores de circularidad, para monitorear los avances del país en materia de economía circular e identificar su contribución a la mitigación y adaptación del cambio climático.</p>	<p>Se recomienda fortalecer la gobernanza y gestión de datos climáticos. Anexo MI1: Fortalecer gobernanza y gestión de los datos climáticos.</p>
<p>6. Integración UTCUTS</p>	<p>14) Chile se compromete al manejo sustentable y recuperación de 200.000 hectáreas de bosques nativos, representando capturas de GEI en alrededor de 0,9 a 1,2 MtCO₂eq anuales, al año 2030.</p>	<p>Frente a la gran incertidumbre en la medición y proyecciones de captura de carbono, se recomienda mejorar las estimaciones de captura y fortalecer la gobernanza y gestión de datos climáticos. En particular, se requiere evaluar las metodologías para estimar las capturas de los distintos tipos de bosques, considerando que el clima actual está provocando una disminución de la productividad a través del menor crecimiento y mortalidad de distintas especies. Además, esto implica que, aun mejorando la gestión y sustentabilidad del manejo y conservación de los bosques, la superficie requerida para cumplir los compromisos establecidos dependerá de las correctas estimaciones de captura considerando los cambios actuales y proyectados en estos ecosistemas. Anexo MI1: Fortalecer gobernanza y gestión de los datos climáticos.</p> <p>Se recomienda establecer alianzas con las comunidades indígenas y locales (propietarios de pequeña y mediana escala) que habitan y usan los bosques. Se recomienda que las medidas de adaptación y mitigación respeten los derechos territoriales de los pueblos indígenas y se busque el consentimiento previo, libre e informado. Se recomienda que las medidas a desarrollar consideren los conocimientos de los pueblos indígenas, los conocimientos tradicionales y los conocimientos locales.</p>
	<p>15) Chile se compromete a forestar 200.000 hectáreas, de las cuales al menos 100.000 hectáreas corresponden a cubierta forestal permanente, con al menos 70.000 hectáreas con especies nativas. La recuperación y forestación se realizará en suelos de aptitud preferentemente forestal²⁷ y/o en áreas prioritarias de conservación, que representarán capturas de entre 3,0 a 3,4 MtCO₂eq anuales al 2030.</p> <p>a) promover utilización de especie nativas.</p> <p>b) en contexto de cumplimiento de la ley 20.283, y bajo la consideración de que estas forestaciones se harán en suelos desprovistos de vegetación, no se considera sustitución de bosques nativos.</p>	<p>Debiera decir: Chile se compromete a forestar 200.000 hectáreas al 2030, la totalidad de las cuales corresponden a cubierta forestal permanente con especies nativas, realizada en suelos de aptitud preferentemente forestal y/o en áreas prioritarias de conservación. Anexo Antecedentes I5: Forestar con especies nativas.</p> <p>Se recomienda establecer alianzas con las comunidades indígenas y/o locales que habitan y usan los bosques con el fin de identificar y potenciar aquellas actividades propias del territorio que cumplan criterios de identidad local y sustentabilidad. Se recomienda establecer al menos cinco proyectos pilotos en diferentes regiones.</p>

	<p>c) Realizarse en suelos de aptitud preferentemente forestal o áreas prioritarias de conservación.</p> <p>16) Reducir las emisiones del sector forestal por degradación y deforestación del bosque nativo en un 25% al 2030, considerando las emisiones promedio entre el periodo 2001-2013.</p> <p>a) potenciar modelos de gestión para prevenir incendios forestales y restaurar áreas quemadas</p> <p>b) modelos de sustentabilidad en el uso de recursos naturales</p> <p>c) Aplicar modelos de gestión para compatibilizar la ganadería con la conservación del bosque.</p> <p>d) fortalecer protección fitosanitaria</p> <p>e) gestión adaptativa de recursos vegetacionales</p> <p>f) ajuste normativo y desarrollo agropecuario compatible con recursos vegetacionales</p> <p>g) apoyo al sector forestal.</p>	<p>Letra a), dado que los incendios de mayor tamaño y severidad ocurren principalmente en las regiones centro-sur de Chile, donde existen masivas y homogéneas plantaciones de <i>Pinus radiata</i>, se recomienda la pronta y activa restauración de los bosques nativos quemados para eliminar la densa invasión de pino que se establece post-fuego (González et al., 2022; Leal-Medina et al., 2024).</p> <p>La letra c) debe eliminarse, pues la evidencia establece que la ganadería no es compatible con la conservación de los bosques. Sin embargo, en relación con la letra a), para el caso de plantaciones forestales (ej., pino), podrían implementarse alternativas de silvopastoreo para reducir la carga de combustible y disminuir el riesgo de incendios.</p> <p>Anexo Antecedentes 16a: incompatibilidad de la ganadería con la conservación de bosques.</p> <p>Dada la alta incertidumbre en las estimaciones y proyecciones de stock, captura y emisiones del sector, se recomienda fortalecer la gobernanza y gestión de datos climáticos en MI1</p> <p>Anexo MI1: Fortalecer gobernanza y gestión de los datos climáticos.</p>
	<p>17) Al 2025, se habrán identificado las áreas de turberas, así como otros tipos de humedales, a través de un inventario nacional.</p>	<p>Incluir un compromiso para mantener y aumentar el área actual cubierta por los humedales protegidos y en restauración, aplicando la normativa vigente y la que se pueda dictar en el futuro. Para ello es necesario revisar el catastro nacional vigente, asegurando su confiabilidad.</p> <p>Además del desarrollo de un inventario nacional, se requiere una evaluación de estado de conservación de los distintos tipos de humedales.</p> <p>Es necesario mejorar los criterios e indicadores que definen estos ecosistemas, se recomienda fortalecer la gobernanza y gestión de datos climáticos en MI1</p> <p>Anexo MI1: Fortalecer gobernanza y gestión de los datos climáticos.</p>
	<p>18) al 2030 se habrá desarrollado métricas estandarizadas para la evaluación de la capacidad de adaptación o mitigación al cambio climático de humedales, especialmente turberas, implementando acciones para potenciar co-beneficios en 5 sitios pilotos.</p>	

<p>6. Integración - Transversal a ecosistemas</p>	<p>I9) Al año 2021 se contará con Plan Nacional de Restauración a Escala de Paisajes, que considerará la incorporación, a procesos de restauración, de 1.000.000 hectáreas de paisajes al 2030, priorizando en aquellos con mayor vulnerabilidad social, económica y ambiental.</p>	<p>El Plan Sectorial del Ministerio de Agricultura y/o el Plan Sectorial de biodiversidad, según corresponda, debe incluir acciones para eliminar especies invasoras, erradicar la invasión en ecosistemas con problemas de conservación, convertir plantaciones forestales en bosques para aumentar la heterogeneidad del paisaje y reducir material combustible en los compromisos I4, I5 e I6, o como combinación de las acciones anteriores.</p> <p>Anexo Antecedentes I9 : Acciones de restauración.</p> <p>Se recomienda considerar los conocimientos de los pueblos indígenas y comunidades locales del territorio. Promover la participación de los pueblos indígenas (Carmona et al., 2023; Carmona et al., 2024).</p>
<p>6. Integración - Océanos</p>	<p>I10) Se crearán nuevas áreas protegidas en ecorregiones marinas sub-representadas, tomando en cuenta para la identificación de tales áreas, entre otros, criterios relativos a los efectos del cambio climático y a la construcción de una red de áreas marinas protegidas. Además, se crearán áreas protegidas en ecosistemas costeros sobre humedales, terrenos fiscales y bienes nacionales de uso público que complementen la red marina.</p> <p>a) al 2030 proteger al menos el 10% de las ecorregiones marinas sub-representadas.</p> <p>b) al 2025 proteger al menos 20 humedales costeros como nuevas áreas protegidas.</p> <p>c) al 2030 proteger al menos 10 humedales costeros adicionales como áreas protegidas.</p> <p>I11) Todas las áreas marinas protegidas de Chile creadas hasta antes de 2020 contarán con su plan de manejo o administración y se encontrarán bajo implementación efectiva, contemplando en ello acciones de adaptación a los efectos del cambio climático.</p> <p>a) al 2025, el 100% de las áreas marinas protegidas creadas hasta 2020 contarán con planes de manejo que integren adaptación al cambio climático.</p> <p>b) al 2030, el 100% de las áreas marinas protegidas creadas entre 2020 y 2025 contarán con planes de manejo que integren adaptación al cambio climático.</p>	<p>Dada la incertidumbre en esta área, se recomienda fortalecer la gobernanza y gestión de datos climáticos en MI1.</p> <p>Anexo MI1: Fortalecer gobernanza y gestión de los datos climáticos.</p> <p>Dado que faltan métricas y es necesario un monitoreo permanente, se recomienda fortalecer la gobernanza y gestión de datos climáticos en MI1.</p> <p>Anexo MI1: Fortalecer gobernanza y gestión de los datos climáticos.</p>

	<p>c) al 2030 se habrá desarrollado y comenzado la implementación de una metodología para evaluar la efectividad del manejo del 100% de los planes de manejo indicados.</p>	
	<p>II2) Se evaluarán los co-beneficios que los distintos ecosistemas marinos en áreas marinas protegidas brindan en cuanto a mitigar o adaptarse al cambio climático y se implementarán acciones para potenciar estos co-beneficios.</p> <p>a) al 2025 se desarrollarán para 3 áreas protegidas métricas estandarizadas para evaluar capacidades de adaptación o mitigación.</p> <p>b) al 2030 se implementarán métricas desarrolladas para monitorear al menos 5 áreas marinas protegidas.</p>	<p>Se debe evaluar el rol de los ecosistemas marinos en general, más allá de las áreas marinas protegidas. Los ecosistemas marinos costeros son un gran regulador climático y de la vida costera, no basta considerar sólo los parches de protección que otorgan las áreas marinas protegidas.</p> <p>Se recomienda evaluar toda la zona económica exclusiva de Chile.</p>
<p>7. Medios de Implementación</p>	<p>MI1) En 2020, Chile desarrollará la “Estrategia de Desarrollo de Capacidades y Empoderamiento Climático” y comenzará su implementación durante el 2021, con el objetivo de fortalecer las capacidades sectoriales, nacionales y subnacionales, de las personas y organizaciones tanto públicas como privadas, de la academia y la sociedad civil, que permitan alcanzar las metas de mitigación y adaptación del país.</p> <p>a) fortalecer institucionalidad y gobernanza.</p> <p>b) fomentar la generación de capacidades técnicas.</p> <p>c) investigación y ciencia para la acción climática.</p> <p>d) sensibilización y educación para la acción climáticas.</p> <p>e) cooperación e intercambio de experiencias.</p>	<p>Fortalecer la gobernanza y gestión de datos climáticos en este proceso a fin de apoyar la integración y coherencia de los distintos instrumentos y de su seguimiento.</p> <p>Anexo MI1: Fortalecer gobernanza y gestión de los datos climáticos.</p> <p>Se recomienda considerar el enfoque intercultural y la participación de los pueblos indígenas.</p> <p>En la letra a) se debe mencionar que se incluirán los conocimientos de los pueblos indígenas a través de mecanismos específicos de participación, por ejemplo, la creación de un comité, un grupo asesor, etc.</p> <p>En la letra c), consideración de los sistemas de conocimiento de los pueblos indígenas.</p> <p>En la letra e) mencionar el fomento de la coproducción de conocimiento. (Carmona et al., 2023; Carmona et al., 2024).</p>
	<p>MI2) Chile presentará en 2020 su “Estrategia de desarrollo y transferencia tecnológica para el desarrollo y transferencia tecnológica para el cambio climático”.</p> <p>a) establecer la institucionalidad y gobernanza de la EDTTCC</p> <p>b) implementar y operar mecanismos e instrumentos para el análisis de necesidades y para implementar planes de acción tecnológicos.</p>	

	<p>MI3) Durante el año 2020, la EFCC comenzará su implementación y será actualizada cada 5 años. La primera revisión será en 2021.</p> <p>a) generar información, datos y análisis para movilizar flujos de capital.</p> <p>b) promover diseño e implementación de instrumentos financieros verdes.</p> <p>c) promover la cooperación público privada de largo plazo.</p> <p>d) establecer plan de trabajo en 2020 para avanzar en un marco fiscal de determinación de gasto climático.</p> <p>e) perfeccionar la institucionalidad en el fondo verde.</p>	<p>Fortalecer la gobernanza y gestión de datos climáticos.</p> <p>Anexo MI1: Fortalecer gobernanza y gestión de los datos climáticos.</p>
--	---	---

Fortalecimiento NDC 2022

Ley MCC	Los compromisos de implementación se incluyen en este anexo NDC (Estrategia climática de largo plazo, planes sectoriales, regionales y comunales, reglamentos, sistema nacional de acceso a la información y participación ciudadana, etc.)	Se recomienda incluir el fortalecimiento de la gobernanza y gestión de datos climáticos. Anexo MI1: Fortalecer gobernanza y gestión de los datos climáticos.
NDC mejorada en áreas protegidas y conservación	Ampliación en al menos 1.000.000ha, la actual superficie de protección oficial de ecosistemas terrestres y acuáticos continentales, considerando asimismo en zonas identificadas como refugios climáticos y otras medidas eficaces de conservación (OMECE) basadas en áreas... Planes de manejo del 100% de las áreas protegidas públicas del SNAPE, terrestres, marinas y acuático continentales, las cuales incluirán medidas de adaptación al cambio climático; generando también obligaciones de reporte asociadas.	Debería incluir, además de “ampliación”, mejorar la representatividad de los ecosistemas (Pliscoff & Fuentes, 2011).
Escenarios de emisiones de metano (CH4) y nuevo compromiso.	Chile se compromete el 2025 a revertir la tendencia creciente de emisiones de metano nacionales (sin UTCUTS). Para ello se fortalecerá la implementación de medidas en las fuentes relevantes a nivel nacional y se orientará el trabajo para la próxima actualización de la NDC.	

Referencias

- Carmona, R., F. Carril, and R. Yon. The recognition of Indigenous Peoples in Latin American Climate Governance. A review of Nationally Determined Contributions. *Weather, Climate, and Society* 15: 195–210 (2023). <https://doi.org/10.1175/WCAS-D-22-0059.1>
- Carmona, R., Reed, G., Ford, J. et al. Indigenous Peoples' rights in national climate governance: An analysis of Nationally Determined Contributions (NDCs). *Ambio* 53, 138–155 (2024). <https://doi.org/10.1007/s13280-023-01922-4>
- Carmona, R., Reed, G., Thorsell, S. et al. Analysing engagement with Indigenous Peoples in the Intergovernmental Panel on Climate Change's Sixth Assessment Report. *npj Clim. Action* 2, 29 (2023). <https://doi.org/10.1038/s44168-023-00048-3>
- Billi, M., Rauld, J., Álamos, N., Amigo, C., Calvo, R., Neira, C., & Urquiza, A. (2021). Marco analítico integrado y propuesta de índice para la resiliencia urbana al clima. Documento de trabajo NEST-R3 N°1. Santiago, Chile. <https://www.doi.org/10.17605/OSF.IO/YUNRV>
- González, M. E., Galleguillos, M., Lopatin, J., Leal, C., Becerra-Rodas, C., Lara, A., & San Martín, J. (2023). Surviving in a hostile landscape: *Nothofagus alessandrii* remnant forests threatened by mega-fires and exotic pine invasion in the coastal range of central Chile. *ORYX*, 57(2), 228-238. <https://doi.org/10.1017/S0030605322000102>
- Leal-Medina, C., Lopatin, J., Contreras, A., González, M. E., & Galleguillos, M. (2024). Post-fire *Pinus radiata* invasion in a threatened biodiversity hotspot forest: A multi-scale remote sensing assessment. *Forest Ecology and Management*, 561, Artículo 121861. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2024.121861>
- Pliscoff, P., & Fuentes-Castillo, T. (2011). Representativeness of terrestrial ecosystems in Chile's protected area system. *Environmental Conservation*, 38(3), 303-311. <https://doi.org/10.1017/S0376892911000208>

Anexo Antecedentes I5: Forestar con especies nativas

Chile debe comprometerse a forestar 200.000 hectáreas (ha) al año 2030, la totalidad de las cuales corresponden a cubierta forestal permanente con especies nativas realizada en suelos de aptitud preferentemente forestal y/o en áreas prioritarias de conservación. Se sugiere no agregar la estimación de capturas dada su alta incertidumbre, asunto que se aborda en el [Anexo MI1: Fortalecer gobernanza y gestión de los datos climáticos](#).

El compromiso total de 200.000 ha de forestación debiera ser con especies nativas, contribuyendo además al compromiso de restauración a escala de paisaje de 1 millón de ha (I9). Alcanzar la resiliencia necesita de paisajes diversificados, lo que implica limitar y regular las plantaciones forestales, especialmente los monocultivos de especies exóticas.

La Ley Marco de Cambio Climático explicita que no se incentivará la plantación de monocultivos forestales. Como se ha argumentado en Gómez-González et al. (2023), la NDC necesita modificarse para asegurar consistencia con dicha Ley y con la evidencia científica que la respalda. Los antecedentes están recogidos en el Informe País del Estado del Medio Ambiente (Lara et al., 2022: 69-70):

La exclusión de incentivos a los monocultivos forestales está basada en la evidencia científica que muestra cómo en el caso de los bosques nativos, las capturas de CO₂ (debido al crecimiento de los árboles) han superado a las emisiones (por incendios y corta) en un promedio de 63 millones de toneladas de CO₂eq entre 2010 y 2018, siendo el principal componente de la mitigación que ha sido cuantificado a nivel nacional (Hoyos et al 2021 a partir de datos del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Chile MMA 2020c). Por el contrario, las emisiones de las plantaciones forestales mayoritariamente de pinos y eucaliptos han superado a las capturas en 33 millones de toneladas de CO₂eq en el mismo período. Es decir, en vez de contribuir a la mitigación del cambio climático, lo están agravando debido a que los incendios y la cosecha para diversos productos forestales

de corta vida (principalmente pulpa de celulosa) han superado a las capturas por crecimiento de los árboles en las plantaciones, y esta ha sido la tendencia en las últimas dos décadas (MMA 2020c, Hoyos et al 2021). La condición de las plantaciones como emisoras netas de CO₂eq se exacerbó el año 2017 debido a los incendios que afectaron a más de 600.000 ha, mayoritariamente de plantaciones forestales. Esto determinó que las emisiones de las plantaciones superaran a las capturas en 133 millones de toneladas de CO₂eq, haciendo que por primera vez desde 1990, las emisiones del conjunto de bosques nativos y plantaciones superaran a las capturas en 30 millones de toneladas de CO₂eq (Hoyos et al., 2021). Este hecho, sumado a la intensificación de las condiciones de aridez (sección 3.2), y los impactos negativos de las plantaciones forestales sobre la provisión de agua como un servicio ecosistémico (Little et al., 2009; Álvarez et al., 2019; Galleguillos et al., 2021) justifican plenamente que la ley marco de cambio climático no incentive los monocultivos forestales y los excluye explícitamente en la definición de refugios climáticos.

En el mismo documento (Lara et al., 2022: 63-64) se identifican desafíos para el cumplimiento de las NDC y la limitación y regulación de las plantaciones forestales. Los argumentos presentados se refuerzan en la columna de Gómez-González et al. (2024), que muestra la pérdida de bosque nativo reemplazado por plantaciones de pinos y eucaliptos, cuyos procesos productivos e incendios generan emisiones de carbono. Además, se da cuenta de los efectos de estas plantaciones en la reducción de caudales de agua y el aumento del riesgo de incendios y de conflictos socioecológicos.

Referencias

Gómez-González, S., Miranda, A., González, M., Zamorano, C., Urrutia-Jalabert, R., Hoyos-Santillán, J., Azócar, G., Carrasco, N., & Lara, A. (2024). El impacto de las plantaciones forestales en los ecosistemas de Chile. 22 de mayo de 2024. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia CR2. <https://www.cr2.cl/analisis-cr2-el-impacto-de-las-plantaciones-forestales-en-los-ecosistemas-de-chile/>

Lara, A., Urrutia-Jalabert, R., Miranda, A., González, M., & Zambrano-Elgueta, C. (2023). Capítulo 3 Bosques Nativos. En Orrego, G., Espíndola, L., Pogorelow, B., Leal, J., Morales, C., & Saa, R. Informe País: Estado del Medio Ambiente en Chile 2022. Santiago, Chile. <https://uchile.cl/publicaciones/206797/informe-pais-estado-del-medio-ambiente-y-del-patrimonio-natural-2022>.

Gómez-González, S., Miranda, A., Hoyos-Santillán, J., Lara, A., Moraga, P., & Pausas J.G. (2024). Afforestation and climate mitigation: lessons from Chile. *Trends in Ecology & Evolution*, (39) 5-8. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2023.09.014>

Anexo Antecedentes 16A: Incompatibilidad de la ganadería con la conservación de bosques

Se considera como una de las acciones dentro del Compromiso 16 para reducir las emisiones del sector forestal por degradación y deforestación del bosque nativo “aplicar modelos de gestión para compatibilizar la ganadería con la conservación de los bosques”. La evidencia con la que disponemos hasta ahora demuestra que dicha compatibilidad no es factible (Zamorano-Elgueta et al., 2012; Zamorano-Elgueta et al., 2014). Es decir: **la ganadería no es compatible con la conservación de los bosques**. La evidencia demuestra que existe un patrón claro de impactos de la ganadería en las funciones ecosistémicas de los bosques nativos (bosques de araucaria, en la Región de la Araucanía; siempreverde, región de los Ríos y nueva evidencia por publicar en bosques caducifolios de *Nothofagus* en Patagonia). Por tanto, esta acción no se debería considerar. Naturalmente, la ganadería es una actividad que requiere ciertas condiciones, las que no se cumplen en los bosques.

Referencias

- Zambrano-Elgueta, C., Cayuela, L., González-Espinoza, M., Lara, A., & Parra-Vásquez, M. (2012). Impacts of cattle on the South American temperate forests: Challenges for the conservation of the endangered monkey puzzle tree (*Araucaria araucana*) in Chile. *Biological Conservation*, 101-118. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2012.03.037>
- Zamorano-Elgueta, C., L. Cayuela, J. M. Rey-Benayas, P. J. Donoso, D. Geneletti, and R. J. Hobbs. (2014). The differential influences of human-induced disturbances on tree regeneration community: a landscape approach. *Ecosphere* 5(7):90. <http://dx.doi.org/10.1890/ES14-00003.1>

Anexo Antecedentes I9: Acciones de restauración

Se propone agregar acciones al Plan Nacional de Restauración para eliminar especies invasoras, convertir plantaciones forestales, aumentar la heterogeneidad del paisaje y reducir el material combustible. Estas acciones se fundamentan en la evidencia científica provista en Hoyos-Santillán et al. (2021).

Es importante que se haga un seguimiento de la restauración, pues se observan muchos casos en que se realiza la plantación de árboles durante un invierno y después del verano siguiente las plántulas están muertas. Además, la restauración de bosques debiera hacerse con plántulas producidas a partir de semillas de la zona, y si no las hay, se debería procurar la producción de plantas en vivero a partir de éstas. Esto es importante para que haya diversidad y se evite riesgo de mortalidad por dificultades de adaptación a un lugar diferente al de procedencia de las semillas. Se entiende que estas actividades son parte del actual Programa Más Bosque que ejecuta CONAF, pero se sabe también que muchas veces los plazos impuestos por el programa no permiten contar con el material adecuado para la restauración, lo que puede llevar a que no se logre adecuadamente esta restauración.

Respecto de la importancia de la eliminación de especies invasoras, está el antecedente de la degradación del bosque maulino (Galleguillos et al., 2022). Después de los incendios de 2017 en Cauquenes, se constató la invasión con *Pinus radiata* de un bosque de hualo afectado por el incendio, donde la especie no logra competir con el crecimiento del pino. Por otro lado, aun sin ser afectados por incendios, los bosques maulinos, al estar rodeados de plantaciones de *Pinus radiata*, se ven enfrentados a la invasión que avanza rápidamente. En esta zona los bosques nativos son muy escasos y quedan pocos fragmentos de bosque maulino, por lo que es imperante controlar y detener la invasión, y que las empresas se hagan cargo de esta externalidad negativa que está afectando ecosistemas en peligro.

Además, se debe considerar la invasión de castores en la Patagonia y su impacto en la destrucción de ecosistemas, en particular el daño a las turberas (Henn et al., 2016; Westbrook et al., 2017; Pietrek y González, 2019)

Referencias

- Hoyos.Santillán, J., Miranda, A., Lara, A., Spúlveda-Jauregui; Zamorano-Elgueta, C., Gómez-González, S., Vásquez-Lavín, F., Garreaud, R., & Rojas, M. (2021). Cambio climático en Chile: la necesidad de diversificar las soluciones basadas en la naturaleza. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia. <https://www.cr2.cl/policy-brief-cr2-cambio-climatico-en-chile-la-necesidad-de-diversificar-las-soluciones-basadas-en-la-naturaleza/>
- Galleguillos, M., Urrutia, R., Lara, A., & González, M. (2022, marzo 4). El inminente ocaso de los bosques maulinos. <https://www.elmostrador.cl/dia/2022/02/05/el-inminente-ocaso-de-los-bosques-maulinos/>
- Henn, J.J., Anderson, C.B. & Martínez Pastur, G. Landscape-level impact and habitat factors associated with invasive beaver distribution in Tierra del Fuego. *Biol Invasions* 18, 1679–1688 (2016). <https://doi.org/10.1007/s10530-016-1110-9>
- Pietrek, A.G., González-Roglich, M. Post-establishment changes in habitat selection by an invasive species: beavers in the Patagonian steppe. *Biol Invasions* 17, 3225–3235 (2015). <https://doi.org/10.1007/s10530-015-0948-6>
- Westbrook, C.J., Cooper, D.J., Anderson, C.B., 2017. Alteration of hydrogeomorphic processes by invasive beavers in southern South America. *Sci. Total Environ.* 574, 183–190. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.045>

Anexo Antecedentes A7a:

El presente anexo se desprende de las Observaciones del Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia CR2 al Anteproyecto Plan de Adaptación al Cambio Climático de Recursos Hídricos (PACC-RH). Este anexo corresponde exactamente al Informe enviado por CR2 a la consulta del Anteproyecto. Se decidió incluir las observaciones en su totalidad, a fin de asegurar la coherencia de las observaciones entregadas por el CR2.

Este anexo (Informe originalmente) está estructurado en 4 Capítulos. En el Capítulo 1 se describe la limitación del PACC-RH que consideramos más fundamental. En el Capítulo 2 se presentan observaciones generales a los contenidos del PACC-RH, en base a lo que establece la LMCC en su Artículo 9, número 2. En el Capítulo 3 se presenta una propuesta de indicadores de seguridad hídrica. Finalmente, en el Capítulo 4 se presentan observaciones específicas a los objetivos del plan. La mayoría de las observaciones tienen asociada una recomendación para abordarla.

Todas las observaciones y recomendaciones están numeradas. Los extractos del PACC-RH se presentan en color azul. Cabe destacar que, dado el alcance de este documento, no se hace una revisión en detalle de cada una de las medidas y acciones establecidas en el plan.

Capítulo 1: Limitación fundamental del PACC-RH

En este documento se identifican algunos elementos fundamentales que no se abordan en el anteproyecto, sin los cuales, según nuestra evaluación, el PACC-RH no cumpliría con los requisitos legales establecidos en el artículo 9.2) de la Ley 21.455. El punto más gravitante se refiere a la definición o adopción de indicadores de monitoreo, reporte y verificación, conforme al artículo 9.2 f) de dicho cuerpo legal.

La omisión de indicadores objetivos tiene dos consecuencias importantes. En primer lugar, la ausencia de este elemento impide hacer el seguimiento del cumplimiento de las medidas que propone el plan. Para que los indicadores exigidos en la LMCC (Artículo 9.2.f) sean funcionales a los objetivos de SH establecidos en la ECLP, las metas deben ser expresadas en valores específicos, cuantificables y/o medibles mediante indicadores. Es decir, no basta con establecer un indicador

y describir su evolución en el tiempo. También se deben definir los rangos o valores del indicador que van a ser considerados compatibles con la meta de SH de la ECLP.

La definición de indicadores de SH y de rangos compatibles con las metas de SH establecidas en la ECLP son un aspecto transversal que se establece tanto en la Ley Marco de Cambio Climático como en la ECLP y la NDC (ver artículos asociados en el Anexo 1). La ausencia de indicadores y sus rangos compatibles con SH impide hacer una evaluación robusta de los objetivos, las líneas estratégicas y las medidas del PACC-RH (mayor detalle en Observación General #6 del Capítulo 2). Asimismo, hace muy difícil o imposible poder hacer seguimiento al impacto del Plan completo en su objetivo principal de promover adaptación, y debilita el principio de progresividad indicado en la LMCC, en cuanto no permite dar cuenta de cómo las medidas están avanzando hacia la meta de reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia del país frente a los efectos adversos del cambio climático.

La segunda consecuencia de la omisión de indicadores de SH es que atenta contra el derecho de participar en la formulación del PACC-RH, pues no se pone a disposición la información necesaria mínima exigida por la ley para poder realizar observaciones.

Para abordar esta limitación, en el Capítulo 3 se proponen diversos indicadores de monitoreo de SH (Tabla 2). Dados los diversos aspectos de la SH, un único indicador no es suficiente para cuantificar la disponibilidad, calidad y acceso al agua en una cuenca, región o país, ni evaluar progresos en sus niveles. Es por esto que la Tabla 2 propone varios indicadores que pueden complementar a otros que resuelva la autoridad, y que debieran considerarse de forma conjunta para evaluar las metas de seguridad hídrica que establece la ECLP, diseñar medidas de adaptación para alcanzar estas metas, y contar con herramientas para evaluar el progreso de dichas medidas.

Cabe destacar que en el Capítulo 3 se recomiendan indicadores y se sugieren rangos para algunos de ellos que son compatibles con niveles adecuados de SH, sin embargo, la definición de qué rangos adoptar como meta de SH es decisión de las autoridades.

De ser acogidas las observaciones y recomendaciones relacionadas a los indicadores y sus rangos compatibles con SH, el conjunto de medidas y acciones del plan se deberían actualizar de tal manera de que sean consistentes con dichas métricas.

Capítulo 2: Observaciones generales al PACC-RH

Tabla 1: Comentarios generales con respecto a los contenidos del PACC-RH, según lo que establece la LMCC en su Artículo 9, número 2.

LMCC, Artículo 9, número 2	Observación general a los contenidos del PACC-RH y recomendación asociada, en base a lo que establece la LMCC.
a) Caracterización del sector y su vulnerabilidad.	
b) Evaluación de efectos adversos del cambio climático y riesgos actuales y proyectados para el sector, incluyendo aquellos asociados a las zonas latentes que se encuentren declaradas al momento de su elaboración.	<p>Observación General 1: Para que las medidas y acciones del PACC-RH se puedan diseñar de forma coherente con lo que se busca, es decir, una reducción de riesgos y aumento de la resiliencia, el PACC-RH debe definir escenarios climáticos de referencia y horizontes de tiempo sobre los cuales va a trabajar.</p> <p>Si bien, las simulaciones climáticas bajo distintos escenarios socioeconómicos globales son robustas en proyectar condiciones de precipitación adversas para Chile central (menor acumulación), la magnitud de estos descensos depende de los modelos y escenarios globales de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) considerados (e.g., DGA, 2022; Alvarez-Garreton et al., 2023a). Esto conlleva distintos niveles de riesgo sobre los cuales se debe trabajar. Aún cuando las proyecciones tienen incertidumbres respecto de lo que va a ocurrir en las próximas décadas, si el PACC-RH no define bajo qué condiciones va a definir sus objetivos, las medidas y acciones quedan ambiguas en términos de algunas características fundamentales. Por ejemplo: ¿Las medidas y acciones deben considerar una disponibilidad hídrica para Chile asociada a escenarios pesimistas u optimistas de mitigación global en las emisiones de GEI? ¿La disponibilidad hídrica debe derivarse de proyecciones climáticas basadas en modelos globales de alta o de baja sensibilidad climática? ¿En qué horizonte de tiempo se deben evaluar los efectos del cambio climático? (¿mediados de siglo? ¿fin de siglo?).</p> <p>Trabajar sobre escenarios climáticos generales, como los mencionados en la sección 2.2.1 del PACC-RH: “Se proyecta una disminución generalizada de las precipitaciones en casi todo el país para el periodo 2035-2065, excepto en regiones extremas donde se espera un aumento (MMA, 2020a). A nivel nacional, se espera un descenso del 5% en la precipitación acumulada anual (MMA, 2020a)”, no permite hacer una evaluación robusta de riesgos ni un diseño efectivo de medidas para reducirlos, ya que no se puede analizar un riesgo en términos de SH si es que no se define una disponibilidad hídrica (o tipos de sequías) sobre la cual evaluar dicho riesgo.</p>

	<p>Recomendación a Observación General 1: Escoger escenarios de referencia de mitigación de GEI (por ejemplo, uno optimista como el SSP1 y otro más pesimista como el SSP3), y utilizar un conjunto de modelos climáticos globales de diversa sensibilidad, regionalizados para representar adecuadamente el clima de Chile, para proyectar distintas condiciones climáticas. Las proyecciones climáticas permiten determinar la disponibilidad hídrica asociada a cada escenario y modelo. Existen diversos trabajos desarrollados mediante fondos públicos que cuentan con este tipo de proyecciones de disponibilidad hídrica para Chile que podrían utilizarse para este fin (e.g., DGA, 2022; Alvarez-Garreton et al., 2023a).</p>
	<p>Observación General 2: La evaluación de riesgos debe incorporar indicadores de seguridad hídrica para su análisis y esos indicadores deben dar cuenta de los escenarios climáticos y de disponibilidad hídrica definidos en el PACC-RH (Observación General 1). Para más detalle acerca de indicadores, ver Observación General 6, Recomendación a Observación General 6 y Tabla 2.</p> <p>Observación General 3: Los planes de adaptación deberían considerar co-impactos (o co-beneficios) de las medidas consideradas en los planes de mitigación. Por ejemplo, la reforestación es una medida para aumentar la captura de carbono, pero tiene efectos en los procesos hidrológicos de una cuenca y su disponibilidad hídrica, la cual puede ser mayor o menor a la disponibilidad previa al cambio de cobertura dependiendo de qué tipo de vegetación se reemplaza.</p>
<p>c) Descripción detallada de las medidas de adaptación, con indicación de plazos de implementación y asignación de responsabilidades. Los planes deberán priorizar las medidas de adaptación en base a criterios de costo efectividad, considerando los lineamientos señalados en la Estrategia Climática de Largo Plazo. En el caso de que se disponga la dictación o revisión de regulaciones sectoriales, éstas serán priorizadas por la autoridad respectiva.</p>	<p>Observación General 4: Tanto las medidas como las acciones no presentan plazos de implementación.</p> <p>Observación General 5: No se presenta una priorización de las medidas en base a criterios de costo efectividad. En particular, la efectividad de una medida no se puede evaluar si no se cuenta con métricas o indicadores que permitan hacer dicha evaluación (ver Observación General 6).</p>
<p>d) Descripción detallada de las medidas relativas a los medios de implementación, considerando los lineamientos identificados en la Estrategia Climática de Largo Plazo, con indicación de plazos y asignación de responsabilidades.</p>	<p>Ver Observación General 4.</p>

<p>e) Descripción detallada de las medidas tendientes a reducir y gestionar el riesgo creado por el cambio climático al sector que regula el plan, y aplicando un enfoque territorial, cuando corresponda. Respecto de los riesgos de desastres, las medidas deberán ser aquellas contenidas en los planes sectoriales de gestión del riesgo de desastres, si los hubiere, o, en caso contrario, la Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior y Seguridad Pública ejercerá el rol de contraparte técnica para el diseño de dichas medidas.</p>	<p>Ver Observación General 1, 2 y 4. En síntesis, para que una acción sea efectiva en reducir un riesgo, es necesario poder medir ese riesgo (Observación General 2 y 6), considerando escenarios de cambio climático (Observación General 1).</p>
<p>f) Indicadores de monitoreo, reporte y verificación de cumplimiento de las medidas del plan, conforme lo establecido en la Estrategia Climática de Largo Plazo.</p>	<p>Observación General 6: El anteproyecto no cumple con este punto que establece la Ley, lo que, a nuestro parecer, es su limitación más gravitante (Capítulo 1). El plan presenta un objetivo general (OG) y 4 objetivos específicos (OE) que se abordan siguiendo cuatro líneas estratégicas (LE) definidas según lineamientos de la ECLP. Luego, se definen 11 medidas y 30 acciones asociadas a las LE.</p> <p>Según lo establecido en la ECLP y la NDC (ver Tabla Anexo 1), el PACC-RH debe contar con indicadores de monitoreo de SH que permitan evaluar si las medidas establecidas están cumpliendo con las metas establecidas en la ECLP. Una vez definidos los indicadores y sus rangos compatibles con SH, las medidas y acciones se deberían redactar en función del cumplimiento de dichas métricas y rangos. Ante la ausencia de estos indicadores, los objetivos del PACC-RH quedan planteados en términos relativos, y su cumplimiento no se puede evaluar de forma robusta. Por ejemplo, se utilizan términos como “promover la resiliencia” (OG), “incrementar la seguridad hídrica” (OE1), “fomentar la seguridad hídrica” (OE2), “propiciar la seguridad hídrica” (OE3), “promover la prevención, la preparación, la capacidad de respuesta y la recuperación con resiliencia” (OE4). Estos objetivos no cumplen con lo establecido en la ley ya que i) no se entregan indicadores que permitan medir la SH y ii) no se establecen los valores de dichos indicadores que permitan evaluar si se logra el incremento de SH establecido como objetivo.</p>
	<p>Sin contar con indicadores ni rangos compatibles con metas de SH, las medidas y acciones que propone el PACC-RH se expresan de una forma que impide su evaluación y seguimiento, lo que contradice el Artículo 9, número 2, letra f de la LMCC. Un ejemplo es la medida M3 y su acción asociada A9. La M3 establece: Promover el aprovechamiento productivo sustentable de las aguas superficiales y subterráneas, a lo largo de las cuencas, desde un enfoque de Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH). La acción A9 establece: Promover la distribución de las aguas a escala de cuenca considerando usos prioritarios y cambio climático. Dado que no se cuantifica la meta de SH (establecida en la ECLP) a alcanzar, la medida M3 no deja claro qué significa un “aprovechamiento sustentable”, ni tampoco qué significa “avanzar en garantizar la seguridad hídrica a largo plazo”. Asimismo, la acción A9 no queda asociada a ningún indicador, por lo que no es posible medir su eficacia o monitorear su cumplimiento. En particular, ¿qué implica que la DGA (institución responsable de A9) promueva una distribución que considere usos prioritarios y el cambio climático? Por un lado, la acción de promover no asegura el cumplimiento de una meta como aumentar la SH. Asimismo, “considerar usos prioritarios” no implica que éstos se aseguren. Por último, “considerar cambio climático” no especifica qué escenarios climáticos se deben considerar, ni tampoco en qué horizonte de tiempo se debe trabajar (ver Observación General 1).</p>

	<p>En resumen, hay dos debilidades fundamentales con respecto a este punto que deben ser abordadas: i) la definición de indicadores de SH, y ii) el establecimiento de rangos o valores de dichos indicadores que sean compatibles con metas de SH.</p> <p>Recomendación a Observación General 6: En la Tabla 2 se proponen una serie de indicadores que pueden utilizarse para medir SH. Esta tabla también sugiere rangos de cada indicador que son compatibles con metas de SH. De ser acogidas las observaciones y recomendaciones relacionadas a los indicadores y sus rangos compatibles con seguridad hídrica, el conjunto de medidas y acciones establecidas en el PACC-RH se deberían actualizar de tal manera de que sean consistentes con dichas métricas.</p>
<p>g) Identificación de barreras institucionales, normativas y económicas para el cumplimiento de las medidas indicadas en las letras c), d) y e) del número 2) de este artículo.</p>	

Capítulo 3:

Propuesta de indicadores de monitoreo de metas de seguridad hídrica

Tabla 2: Propuesta de indicadores de monitoreo para medir seguridad hídrica, de sus rangos para que sean compatibles con las metas de SH establecidas en la ECLP, y consideraciones para el diseño de medidas y acciones para alcanzar dichas metas.

Indicador	Descripción del Indicador	Rango del indicador compatible con las metas de SH establecidas en la ECLP	Relevancia del indicador y consideraciones para el diseño de medidas y acciones que permitan alcanzar la meta
<p>IEH</p>	<p>Indicador de Estrés Hídrico (IEH): Los niveles de estrés hídrico de una cuenca se relacionan con problemas de seguridad hídrica. El indicador IEH es ampliamente utilizado para evaluar los niveles de estrés hídrico a escala de cuenca.</p> <p>El IEH se calcula a escala de cuenca, como la razón entre el uso consuntivo total de agua dentro de la cuenca y la disponibilidad hídrica de ésta.</p> <p>Una cuenca se considera que tiene un alto estrés hídrico cuando el IEH supera el 40% a mediano plazo (de 5 a 10 años).</p> <p><i>Referencias: Falkenmark y Lundqvist (1998), Vörösmarty et al. (2000), Oki y Kanae (2006), Alvarez-Garreton et al. (2023b), Boisier et al. (2024)</i></p>	<p>Tal y como mencionamos al principio de este documento, la meta asociada al IEH debe ser establecida por las autoridades.</p> <p>Se sugiere establecer como meta alcanzar/mantener niveles de IEH cercanos o menores a 40% para todas las cuencas BNA de Chile al 2050.</p> <p>El cálculo del IEH, así como su brecha con respecto a la meta establecida, debe considerar los escenarios de cambio climático establecidos en Recomendación a Observación General 1.</p>	<p>Dada la disponibilidad hídrica definida por los escenarios climáticos globales, solo hay dos formas de aliviar el estrés hídrico representado por el IEH de una cuenca: reducir el uso consuntivo de agua o aumentar la disponibilidad de agua a través de fuentes alternativas.</p> <p>Si la política pública establece un objetivo de, por ejemplo, alcanzar valores de IEH del 40% o menos para 2050, diferentes acciones para ajustar la disponibilidad y demanda de agua podrían ayudar a lograr este objetivo.</p> <p>La gestión de RRHH dentro de cada cuenca BNA (establecido en los PERHC) debería incluir la meta del IEH en su planificación, y planificar una redistribución de los usos de agua entre los propietarios de DAA de tal forma que la suma de los usos de agua proveniente de fuentes superficiales y subterráneas no sobrepase el 40% (o el porcentaje asociado a la meta establecida por las autoridades) de la disponibilidad hídrica de la cuenca al 2050 y al 2100. Esta disponibilidad debe incluir la disponibilidad hídrica definida por el clima (ver Recomendación a Observación General 1) así como la disponibilidad proveniente de fuentes artificiales.</p> <p>Ejemplo de acciones que pueden contribuir a alcanzar la meta de IEH:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Invertir en fuentes artificiales de agua de forma de alcanzar la meta de IEH. - Determinar los usos de agua en base a las actividades que desarrollan y que planifican desarrollar los usuarios, independientemente de sus DAA otorgados, de forma de poder estimar de manera robusta los usos totales dentro de la cuenca.

<p>ICE</p>	<p>Indicador de caudales ecológicos mínimos (ICE): Definir un indicador que dé cuenta de los caudales mínimos que escurren por los cauces, eligiendo ciertos ríos representativos en todas las regiones; por ejemplo, los de desembocadura de cuencas BNA, así como sus principales tributarios.</p> <p>Se sugiere que el ICE considere variaciones estacionales de los cauces, así como valores medios anuales. Esto se puede calcular de forma similar a lo que establece el Decreto 71 vigente desde 2015 (Congreso Nacional, 2015), pero revisando los parámetros de la formulación y eliminando el límite superior del 20% del caudal medio anual.</p>	<p>La meta asociada al ICE debe ser establecida por las autoridades.</p> <p>Se sugiere seguir la literatura y experiencias internacionales, que establecen un caudal ecológico mínimo considerando las variaciones estacionales del régimen natural del cauce, y tener valores promedio anuales mínimos que no sean menores al 40% del caudal medio anual del río (ver Alvarez-Garreton et al. 2023a y sus referencias)</p>	<p>De forma complementaria a lo que establece el Código de Aguas con respecto al resguardo de caudales ecológicos al momento de otorgar nuevos derechos de aprovechamiento de agua, el ICE debe velar por el resguardo de los ecosistemas fluviales, estableciendo caudales mínimos que no se limiten por el 20% del caudal medio anual del río que establece el Código de Aguas (Art. 129bis). En el estudio desarrollado por Alvarez-Garreton et al. (2023b), se mostró que este límite superior conlleva altos niveles de estrés hídrico, y no es adecuado para la protección de los ecosistemas fluviales.</p> <p>Las medidas para cumplir con esta meta deberían contemplar el monitoreo en línea de ciertos cauces representativos (por ejemplo, la desembocadura de cuencas BNA al mar, así como sus principales tributarios), y diseñar acciones que permitan restablecer el caudal ecológico mínimo si es que éste está por bajo la meta por un período dado. Notar que este indicador está directamente relacionado con el IEH.</p>
<p>IAS</p>	<p>Indicador de aguas subterráneas (IAS) que da cuenta de la variación de niveles freáticos en pozos de observación de las cuencas BNA de Chile.</p> <p>Se recomienda tomar como referencia los indicadores de sostenibilidad que establece la Ley de Gestión Sostenible de Aguas Subterráneas vigente en California, que se relacionan con los siguientes aspectos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Descensos sostenidos y significativos de los niveles freáticos. 2) Reducciones del volumen de almacenamiento de los acuíferos. 3) Intrusión salina. 4) Subsistencia del terreno. 5) Descenso de cauces y cuerpos de agua superficiales conectados a sistemas subterráneos. 	<p>La meta asociada al IAS debe ser establecida por las autoridades.</p> <p>Se sugiere adoptar como meta lo que establece La Ley de Gestión Sostenible de Aguas Subterráneas vigente en California (SGMA, por su sigla en inglés) (https://water.ca.gov/sgma).</p>	<p>Tomando como referencia los planes que establece la Ley de Gestión Sostenible de Aguas Subterráneas vigente en California, se pueden establecer las medidas que permitan que la utilización y gestión de las aguas subterráneas de las cuencas BNA de Chile eviten lo siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Descensos sostenidos y significativos de los niveles freáticos. 2) Reducciones del volumen de almacenamiento de los acuíferos. 3) Intrusión salina. 4) Subsistencia del terreno. 5) Descenso de cauces y cuerpos de agua superficiales conectados a sistemas subterráneos. <p>Las medidas deberán abordar el sobreuso y la extracción excesiva de aguas subterráneas, que causa el agotamiento en las cuencas, para lograr niveles equilibrados de aguas subterráneas y alcanzar la sostenibilidad a largo plazo.</p>

			<p>Por ejemplo, las medidas vigentes en California establecen que para las cuencas de aguas subterráneas que experimentan el agotamiento más severo, conocidas como las cuencas críticamente agotadas, se debe lograr la sostenibilidad de las aguas subterráneas para 2040. Para las cuencas de alta y media prioridad restantes, el plazo de sostenibilidad es 2042.</p> <p>La evaluación del IAS y la detección de si éste sobrepasa el umbral establecido en la meta requiere de un monitoreo en línea de los pozos de observación de la DGA. También se deben contemplar acciones efectivas para disminuir las tasas de extracción dentro de la cuenca en caso de que el umbral se sobrepase.</p>
IAP	<p>Indicador de agua potable (IAP): Definir una métrica que dé cuenta del acceso al agua potable para consumo doméstico. Por ejemplo, el número de habitantes sin abastecimiento de agua para consumo humano mediante una empresa sanitaria o un un servicio sanitario rural (SRR).</p>	<p>La meta asociada al IAP debe ser establecida por las autoridades.</p>	
IEC	<p>Indicador económico de acceso (IEC): Definir una métrica que dé cuenta de los desafíos de la población para solventar los costos asociados al acceso al agua.</p> <p>Por ejemplo, un indicador de IEC podría ser la razón entre el costo del acceso y el ingreso económico familiar.</p>	<p>La meta asociada al IEC debe ser establecida por las autoridades.</p>	<p>El acceso a agua debe ser asequible para los distintos tipos de usuarios, considerando tanto el costo de suministro (cuando este está ofrecido por un proveedor específico) como el costo de derechos de agua (auto-suministro), incluyendo en este caso los costos técnicos de provisión.</p> <p>Esto permite dar cuenta de umbrales económicos que limitan la seguridad hídrica, asociados con el ingreso disponible de cada hogar, sus necesidades efectivas de consumo (dependientes a su vez del tamaño del hogar y de su eficiencia hídrica, pero también de los usos de agua) y las tarifas hídricas vigentes. En esto hay que considerar a lo menos los usos fundamentales (consumo, higiene personal, aseo, cocina, saneamiento, etc.) así como necesidades básicas asociadas con la agricultura de subsistencia, riego de jardín y plantas (una necesidad que cobra relevancia especialmente en zonas semiáridas y áridas), la calefacción por caldera etc. (ver https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/05363ead-c81f-4c55-a8c9-4170d4502666/content)</p>

ICA	<p>Indicador de calidad de agua (ICA): Definir una métrica que dé cuenta de la calidad de agua en lugares representativos.</p>	<p>La meta asociada al ICA debe ser establecida por las autoridades.</p> <p>Se sugiere que esté basada en la normativa de calidad (norma chilena 1.333, Requisitos de calidad del agua para diferentes usos; Decreto 735, Reglamento de los servicios de agua destinados al consumo humano y sus actualizaciones).</p>	<p>La calidad del agua es fundamental para garantizar, por un lado, su seguridad, y por el otro, su adecuación perceptual para el consumo. Los estándares de seguridad demandan que el uso de agua no produzca efectos colaterales sobre la salud o bienestar de las personas, lo que dice relación con la inocuidad de los servicios y la protección contra accidentes asociados a su uso. En el caso del agua, esto queda asociado a la presencia de contaminantes en el recurso que puedan afectar la salud de la población (WHO, 2018), a las inundaciones o crecidas repentinas de caudal en asentamientos que acceden al recurso directamente de las fuentes naturales, o al uso de artefactos o fuentes de acceso o almacenamiento de agua poco seguras o cuya ruptura puede dañar la vivienda o poner a riesgo los integrantes del hogar.</p> <p>En relación a la presencia de contaminantes es importante destacar —como fue mencionado anteriormente— que el acceso a una fuente mejorada y libre de contaminación dependerá, en muchos casos, de la existencia de un servicio hídrico gestionado de manera segura. En algunos casos, servicios hídricos deficientes pueden afectar tanto la salud de los habitantes de un hogar, al mismo tiempo que la de otros hogares, por ejemplo, esto es lo que ocurre en el caso de una inadecuada evacuación de aguas negras y grises, tal como lo establece el ODS 6 (FAO, OIE y WHO, 2020).</p>
			<p>Adicionalmente, para la seguridad hídrica cobra también una gran relevancia la calidad perceptual, la cual refiere primariamente a características organolépticas del agua potable (color, olor, sabor o turbiedad); si estas no se ajustan a las expectativas de aquello que los hogares consideran agua ‘de calidad suficiente’, estos pueden decidir no hacer uso de ella, incluso cuando en términos sanitarios ésta fuera idónea para el consumo humano. Esta situación se puede observar, por ejemplo, en el caso del agua desalada, que en algunos casos se considera perceptualmente como un agua con un mal gusto, o en el caso del agua rural potabilizada, que puede tener una apariencia turbia. Esto puede provocar que la población recurra a alternativas menos seguras para su abastecimiento, como la compra de agua envasada de calidad no certificada (Jepson, 2014, Fragkou y McEvoy, 2016; Rowles et al., 2018).</p>

ICS	<p>Indicador de corte de suministro (ICS): Definir un indicador que dé cuenta de la frecuencia en cortes de suministro.</p>	<p>La meta asociada al ICS debe ser establecida por las autoridades. Frecuencia de cortes de suministro debe cumplir con la legislación vigente (SISS) en todas las áreas incluyendo las rurales.</p>	<p>Este indicador es relevante para asegurar la confiabilidad del suministro de agua potable, parte clave de la seguridad hídrica. Los estándares de confiabilidad están referidos a la estabilidad del acceso al servicio que condicionan el cumplimiento de su función. En este sentido, los cambios en la presión hídrica del sistema de distribución de agua potable condicionan la estabilidad del servicio en la cantidad y calidad requerida, por ejemplo, aumentando la turbidez en las cañerías (Liu et al., 2017). En el caso del sector rural, que en muchos casos se abastece de agua directamente de las fuentes naturales, los cambios en los caudales de los cursos de agua durante el año también condicionan el acceso en cantidad al servicio.</p>
IEX	<p>Indicador asociado a eventos extremos (IEX): Definir un indicador que dé cuenta del riesgo asociado a eventos extremos. Podría adoptarse el nivel de riesgo para la infraestructura crítica y la vivienda, calculado según metodología de ARClím u otra.</p>	<p>La meta asociada al IEX debe ser establecida por las autoridades.</p>	
IEP	<p>Indicadores experienciales y perceptuales de inseguridad hídrica (IEP).</p>	<p>La meta asociada al IEP debe ser establecida por las autoridades.</p> <p>Se sugiere que la meta se asocie a un nivel adecuado de cumplimiento para todo el país.</p>	<p>Este tipo de indicadores, que se están generando como escalas estandarizadas para América Latina, complementan las formas tradicionales de medir la seguridad hídrica agregando componentes experienciales y perceptuales que de otra forma suelen quedar afuera (https://www.wisescales.org/).</p>

Capítulo 4: Observaciones específicas a objetos del PACC-RH

Tabla 2: Observaciones específicas a objetivos del PACC-RH y recomendaciones.

Objetivo establecido en el PACC-RH	Observación	Recomendación de modificación
<p>Objetivo General: El objetivo general del PACC-RH consiste en promover la resiliencia del sector de los recursos hídricos a nivel nacional ante los efectos adversos del cambio climático, considerando la disponibilidad de las aguas, la sustentabilidad acuífera y los eventos extremos, con un enfoque de territorialidad.</p>	<p>Observación Específica 1: En base a lo expuesto en el Capítulo 1, se recomienda modificar el objetivo general para abordar las limitaciones asociadas a la ausencia de indicadores y metas de seguridad hídrica del anteproyecto.</p>	<p>Recomendación - Observación Específica 1: Objetivo General: El objetivo general del PACC-RH consiste en garantizar niveles mínimos de seguridad hídrica en todas las cuencas de Chile, proveyendo su resiliencia ante los efectos adversos del cambio climático, considerando la disponibilidad de las aguas, la sustentabilidad acuífera y los eventos extremos. Estos niveles de seguridad hídrica deben ser cuantificables mediante indicadores que deben tener asociados metas específicas, con un enfoque de territorialidad y distintos escenarios de cambio climático.</p>
<p>OE 1: Establecer medidas, instrumentos y/o incentivos a fin de incrementar la seguridad hídrica para consumo humano, de subsistencia y saneamiento.</p>	<p>Observación Específica 2: En base a lo expuesto en el Capítulo 1, se recomienda modificar el objetivo específico 1 para abordar las limitaciones asociadas a la ausencia de indicadores y metas de seguridad hídrica del anteproyecto.</p>	<p>Recomendación - Observación Específica 2: OE 1: Establecer medidas, instrumentos y/o incentivos para fomentar que todas las cuencas BNA de Chile alcancen y mantengan niveles de seguridad hídrica para consumo humano, de subsistencia y saneamiento, de acuerdo a las metas establecidas en la ECLP y a los indicadores de monitoreo compatibles con dichas metas especificados en la Tabla 2.</p>
<p>OE 2: Establecer medidas, instrumentos y/o incentivos para fomentar la seguridad hídrica para la conservación y la preservación ecosistémica.</p>	<p>Observación Específica 3: En base a lo expuesto en el Capítulo 1, se recomienda modificar el objetivo específico 2 para abordar las limitaciones asociadas a la ausencia de indicadores y metas de seguridad hídrica del anteproyecto.</p>	<p>Recomendación - Observación Específica 3: OE 2: Establecer medidas, instrumentos y/o incentivos para fomentar que todas las cuencas BNA de Chile alcancen y mantengan niveles de seguridad hídrica para la conservación y la preservación ecosistémica, de acuerdo a las metas establecidas en la ECLP y a los indicadores de monitoreo compatibles con dichas metas especificados en la Tabla 2.</p>
<p>OE 3: Establecer medidas, instrumentos y/o incentivos para propiciar la seguridad hídrica en el desarrollo de actividades productivas.</p>	<p>Observación Específica 4: En base a lo expuesto en el Capítulo 1, se recomienda modificar el objetivo específico 3 para abordar las limitaciones asociadas a la ausencia de indicadores y metas de seguridad hídrica del anteproyecto.</p>	<p>Recomendación - Observación Específica 4: OE 3: Establecer medidas, instrumentos y/o incentivos para propiciar la seguridad hídrica en el desarrollo de actividades productivas, de acuerdo a las metas establecidas en la ECLP y a los indicadores de monitoreo compatibles con dichas metas especificados en la Tabla 2.</p>

<p>OE4: Establecer medidas, instrumentos y/o incentivos que promuevan la prevención, la preparación, la capacidad de respuesta y la recuperación con resiliencia de los territorios frente a amenazas asociadas al ciclo del agua derivadas del cambio climático, tales como sequías, inundaciones y pérdida de calidad de las aguas.</p>	<p>Observación Específica 5: En base a lo expuesto en el Capítulo 1, se recomienda modificar el objetivo específico 4 para abordar las limitaciones asociadas a la ausencia de indicadores y metas de seguridad hídrica del anteproyecto.</p>	<p>Recomendación - Observación Específica 5: OE 4: Establecer medidas, instrumentos y/o incentivos que promuevan la prevención, la preparación, la capacidad de respuesta y la recuperación con resiliencia de los territorios frente a amenazas asociadas al ciclo del agua derivadas del cambio climático, tales como sequías, inundaciones y pérdida de calidad de las aguas, de acuerdo a las metas establecidas en la ECLP y a los indicadores de monitoreo compatibles con dichas metas especificados en la Tabla 2.</p>
	<p>Observación Específica 6: En base a lo expuesto en el Capítulo 1, se recomienda incluir un objetivo específico 5 que permita abordar las limitaciones asociadas a la ausencia de indicadores y metas de seguridad hídrica del anteproyecto.</p>	<p>Recomendación - Observación Específica 6: OE 5: Evaluar y hacer seguimiento de los niveles de seguridad hídrica actuales y proyectados en todas las cuencas BNA de Chile, de acuerdo a las metas establecidas en la ECLP y a los indicadores de monitoreo compatibles con dichas metas especificados en la Tabla 2.</p>

Artículos relevantes de los instrumentos que definen el PACC-RH

Tabla Anexo 1: Selección de algunos artículos relevantes de los instrumentos que definen el PACC-RH.

Ley Marco de Cambio Climático (LMCC)	Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP)	Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC)
<p>Artículo 9. Número 2 Los planes sectoriales de adaptación deberán contener, al menos, lo siguiente:</p> <p>f) Indicadores de monitoreo, reporte y verificación de cumplimiento de las medidas del plan, conforme lo establecido en la Estrategia Climática de Largo Plazo.</p>	<p>2.3 Fundamentos de construcción de la ECLP (pg. 50) En la actualización de la NDC de Chile al 2020, también fueron incorporados compromisos en materia de seguridad hídrica, enfocados en el desarrollo de indicadores que permitan establecer metas de seguridad hídrica, a nivel territorial y organizacional; la gestión del agua a escala de cuencas; y el aumento de la resiliencia del sector de servicios sanitarios.</p> <p>4.2 Lineamientos de la adaptación a nivel nacional, sectorial, regional y comunal (Pg. 93) Promover la seguridad hídrica para consumo humano y saneamiento, y provisión de agua para los ecosistemas y las actividades productivas, contribuyendo al uso eficiente de los recursos hídricos en los territorios. Este lineamiento es transversal y se observará en el cumplimiento de los demás objetivos, metas, lineamientos y directrices de la presente Estrategia.</p> <p>Objetivo 1: Promover la seguridad hídrica, priorizando el abastecimiento para consumo humano, seguido de la provisión de agua para los ecosistemas y, luego, las actividades productivas estratégicas. (pg. 173).</p>	<p>Contribución en Adaptación N°7 (A7)</p> <p>a) Al 2025 se habrá implementado un indicador, a nivel nacional y a escala de cuenca hidrográfica, que permita hacer seguimiento de la brecha y riesgo hídrico y avanzar en alcanzar la seguridad hídrica del país.</p>

Meta 1.1: Al 2025, contar con definición de seguridad hídrica para Chile validada y publicada por la Dirección General de Aguas o cualquier institucionalidad con las competencias del Ministerio de Obras Públicas. Además, incorpora el concepto validado de seguridad hídrica en los Planes Estratégicos de Recursos Hídricos en Cuencas y sus actualizaciones.

Meta 1.2: Revisión y seguimiento de metas para el Objetivo de Desarrollo Sostenible 6 (ODS6), sobre agua limpia y saneamiento; específicamente, contribuir con reportes e información de forma permanente, para construir los indicadores para el ODS6, junto con mantener comunicación permanente con los organismos custodios y aquellos organismos nacionales relevantes en el proceso. Esto en el marco de las atribuciones y prioridades que tenga la Dirección General de Aguas.

Referencias

- Alvarez-Garretón, C., Boisier, J. P., Billi, M., Lefort, I., Marinao, R., and Barría, P.: Protecting environmental flows to achieve long-term water security, *J Environ Manage*, 328, 116914, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116914>, 2023a.
- Alvarez-Garretón, C., Boisier, J.P., Blanco, G., Billi, M., Nicolas-Artero, C., Maillat, A., Aldunce, P., Urrutia-Jalabert, R., Zambrano-Bigiarini, M., Guevara, G., Galleguillos, M., Muñoz, A., Christie, D., Marinao, R., & Garreaud, R. (2023b). Seguridad Hídrica en Chile: Caracterización y Perspectivas de Futuro. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia CR2, (ANID/FONDAP/1522A0001), 72 pp. Disponible en www.cr2.cl/seguridadhidrica
- Boisier, J.P., Alvarez-Garretón, C., Marinao, R. and Galleguillos, M.: Increasing water stress in Chile evidenced by novel datasets of water availability, land use and water use, *EGUsphere* [preprint], <https://doi.org/10.5194/egusphere-2024-2695>, 2024.
- Congreso Nacional de Chile (2015): Decreto 71. Modifica decreto No 14, de 2012, que aprueba reglamento para la determinación del caudal ecológico mínimo, Ministerio del Medio Ambiente. <https://bcn.cl/2uipf>
- DGA (2022). Homologación del cálculo hidrológico para la estimación de la oferta natural de agua histórica y futura en Chile. SIT N° 524. Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, División de Estudios y Planificación, Santiago, Chile. Elaborado por: Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.
- Falkenmark, M. and Lundqvist, J.: Towards water security: political determination and human adaptation crucial, *Nat. Resour. Forum*, 22, 37–51, <https://doi.org/10.1111/j.1477-8947.1998.tb00708.x>, 1998.
- FAO, OIE y WHO. (2020). Technical Brief on Wastewater, Sanitation, Hygiene and Wastewater Management to Prevent Infections and Reduce the Spread of Antimicrobial Resistance. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/332243/9789240006416-eng.pdf?ua=1>.
- Fragkou, M. C., y McEvoy, J. (2016), Trust matters: Why augmenting water supplies via desalination may not overcome perceptual water scarcity. *Desalination*, 397, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2016.06.007>.
- Jepson, W. (2014). Measuring “no-win” waterscapes: Experience-based scales and classification approaches to assess household water security in colonias on the US–Mexico border. *Geoforum*, 51, 107–120. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2013.10.002>.
- Oki, T., and Kanae, S. (2006). Global hydrological cycles and world water resources. *Science*, 313(5790), 1068-1072. <https://doi.org/10.1126/science.1128845>
- Rowles III, L. S., Alcalde, R., Bogolasky, F., Kum, S., Diaz-Arriaga, F. A., Ayres, C., ... y Lawler, D. F. (2018), Perceived versus actual water quality: Community studies in rural Oaxaca, Mexico. *Science of the Total Environment*, 622, 626-634. <https://doi:10.1016/j.scitotenv.2017.11.309>.
- Vörösmarty, C. J., Green, P., Salisbury, J., and Lammers, R. B.: Global water resources: Vulnerability from climate change and population growth, *Science*, 289, 284–288, <https://doi.org/10.1126/science.289.5477.284>, 2000.
- WHO. (2018), Drinking-water. World Health Organization fact sheets. <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

Anexo MI1:

Fortalecer gobernanza y gestión de los datos climáticos

Introducción al Problema

La **gobernanza de los datos climáticos** es un factor clave para abordar la fragmentación de iniciativas y garantizar una acción climática efectiva (PARIS21, 2022; Open North, 2023; BID, 2024). La gestión integrada de la información es considerada una pieza clave para el monitoreo, reporte y verificación de la Contribución Nacionalmente Determinada (NDC), así como para la implementación de la Ley Marco de Cambio Climático en Chile a fin de apoyar la integración y coherencia de los distintos instrumentos y de su seguimiento. Un sistema de gobernanza de datos eficiente permitirá no solo coordinar las acciones climáticas, sino también integrar y armonizar los datos necesarios para la toma de decisiones en favor de la carbono neutralidad y la resiliencia climática (OECD/IAD-2018; WRI-2021; PARIS21-2022; Open North-2023; ODC-2019-2024; OGP-2024; Creative Commons-2024; Verhulst, 2024; BID-2024).

¿Qué son los Datos Climáticos?

Tradicionalmente, los **datos climáticos** se han centrado en las observaciones físicas del sistema terrestre, como la temperatura, la precipitación y los eventos extremos (WMO-2022; Creative Commons-2024). No obstante, en la actualidad, también se consideran datos climáticos aquellos de naturaleza socioeconómica y medioambiental, que permiten evaluar los impactos del cambio climático en las comunidades, la economía y los ecosistemas (PARIS21-2022; ODC-2019-2024; OGP-2024). Estos datos incluyen información sobre emisiones de gases de efecto invernadero, uso del suelo y vulnerabilidad social, esenciales para la planificación y respuesta ante el cambio climático. Así, se amplía la definición de datos climáticos considerados en la Gobernanza de los Datos Climáticos permitiendo una visión más completa y transversal que apoye la acción climática efectiva (Muñoz & Bastarrica, 2024)³.

Gobernanza de Datos Climáticos y Marco Normativo Propuesto

La gobernanza de los datos climáticos es un marco normativo común que regula la generación, el procesamiento y el uso de datos climáticos, con un enfoque en la acción climática efectiva. Este marco integra aspectos legales e institucionales, establece responsabilidades claras, y define estándares y protocolos orientados a la interoperabilidad, accesibilidad, participación multiactor, alineación internacional, mecanismos de verificación y desarrollo de capacidades. Asimismo, contempla los roles, interacciones y responsabilidades entre los actores involucrados para garantizar que los datos climáticos sean precisos, accesibles, trazables y utilizados de manera ética y equitativa (Definición propia, basada en: PARIS21-2022; OpenNorth-2023; Verhulst, 2024).

En este contexto, proponemos el Marco Nacional de Gobernanza de Datos Climáticos, cuyo objetivo principal es establecer un sistema coordinado, transparente y eficiente que mejore la gestión, uso y accesibilidad de los datos climáticos en Chile. Este marco será diseñado para fortalecer la toma de decisiones basada en evidencia, apoyando las políticas climáticas nacionales, y promoviendo la colaboración entre el gobierno, el sector privado, la ciencia y la sociedad civil.

Desafíos en la Gestión de Datos Climáticos

La **fragmentación de iniciativas nacionales, la duplicación de esfuerzos y la falta de estándares** en el manejo de datos climáticos generan grandes desafíos para la gestión y el uso efectivo de la información. La ausencia de protocolos claros dificulta la integración de datos de distintas fuentes, y las barreras institucionales y legales, como la resistencia a compartir información o preocupaciones sobre privacidad, limitan el flujo de datos entre sectores clave (Rylenius y Hamza, 2024; Verhulst, 2024).

³ <https://www.dcc.uchile.cl/Bitsdeciencia26>

Estos problemas se ven exacerbados por la falta de alineación entre la gobernanza de datos climáticos y las agendas de gobierno digital, las capacidades humanas e infraestructura digital transversal habilitante (BID-2024; Engvall y Flak, 2022) y la necesidad de involucrar a otros actores, como las ciudades, o las instituciones que generan datos del sistema terrestre en la gobernanza climática urbana (Hughes et al., 2020; Mai y Elsasser, 2022; Guldi, 2021; Creative Commons-2024; Copernicus CS3-2020). El desarrollo de un marco estandarizado permitiría superar estas barreras y promover el acceso equitativo y la interoperabilidad de los datos.

Tendencias internacionales en Gobernanza de Datos Climáticos

A nivel internacional, los desafíos asociados con la gobernanza de los datos climáticos no son únicos para Chile. Iniciativas como Open Government Partnership (OGP) y Open Data Charter (ODC) trabajan para promover la transparencia y la colaboración en el uso de datos abiertos para la acción climática. La iniciativa OGP, a la que Chile se unió en 2011, fomenta compromisos voluntarios para incrementar la apertura de datos y la participación ciudadana, mientras que ODC promueve la colaboración internacional en la gestión de datos climáticos y otros sectores relevantes, destacándose su Guía de Datos Climáticos Abiertos Open Up Climate Data: Using Open Data to Advance Climate Action, que proporciona herramientas para utilizar datos abiertos en la promoción de la acción climática (ODC-2019-2024).

En este contexto, el Global Stocktake (GST) se relaciona intrínsecamente con la mejora de la Gobernanza de los Datos Climáticos, ya que depende en gran medida de datos precisos y completos para evaluar el progreso climático. El GST, que evalúa el progreso colectivo global hacia los objetivos climáticos, se apoya en marcos nacionales sólidos de gobernanza de datos que faciliten la recolección, gestión y compartición de información precisa y confiable. Además, el GST promueve la transparencia y la rendición de cuentas en la acción climática, destacando la necesidad de contar con estándares de datos compatibles y sistemas de verificación claros para asegurar que las políticas climáticas estén basadas en datos sólidos y actualizados (WRI-2023).

Estas iniciativas demuestran la importancia de una gobernanza de datos climáticos robusta, basada en principios compartidos de transparencia, responsabilidad y uso ético de la información.

Evaluación y Propuestas “NDC 2020 y Fortalecimiento NDC 2022” en relación a gobernanza y gestión de datos climáticos

Para fortalecer la implementación y ambición de las NDC, es importante mejorar la coordinación entre iniciativas, estrategias, mediciones y estimaciones, métricas. Para esto se deben establecer estándares y protocolos comunes, identificar y fomentar la interoperabilidad y accesibilidad de los datos climáticos asociados. En cada caso se debe expresar de forma clara la gobernanza de cómo se gestionará su implementación, monitoreo y verificación. Por otro lado, los datos de seguimiento de los compromisos deben ser transparentes y abiertos (PARIS21-2022; Open North-2023; BID-2024).

Compromisos cuantitativos

Las NDC requieren compromisos cuantitativos que se definan mediante escenarios base claros, metas intermedias y trayectorias específicas para cada objetivo. Establecer estos elementos es fundamental para monitorear el progreso y asegurar la rendición de cuentas. Para lograrlo, se necesitan entidades expertas y metodologías detalladas de Medición, Reporte y Verificación (MRV) que aseguren la transparencia y precisión en los informes sobre las emisiones de gases de efecto invernadero y la efectividad de las acciones de mitigación. Además, estos compromisos deben estar acompañados de planes de acción que asignen responsabilidades claras para cumplir con las metas establecidas, así como de mecanismos de ajuste para corregir desviaciones en caso de que los objetivos no se cumplan, permitiendo una gestión adaptativa y manteniendo a los países en el camino de sus compromisos bajo el Acuerdo de París (OECD/IAD-2018; Hughes et al., 2020; OGP-2021; Engvall y Flak, 2022).

Propuestas:

Los compromisos cuantitativos actuales o futuros, así como la elaboración de inventarios o líneas base, se beneficiarían de una gobernanza de datos climáticos más robusta. Esto es especialmente relevante para los compromisos de mitigación, como M1 y M2, así como para aquellos relacionados con la gestión de bosques y turberas (I4, I5, I6, I7), el Plan Nacional de Restauración a Escala de Paisajes (I9), y los compromisos relacionados con ecosistemas oceánicos (I10 e I11). Un mejor manejo de datos facilita el monitoreo y verificación, optimizando la implementación de las acciones climáticas (OECD/IAD-2018; OGP-2021; WRI-2024).

- **En términos de los Compromisos de Adaptación (A1 a A8), y Transición Justa y Desarrollo Sostenible (PS1 a PS3)** se sugiere un nivel de especificidad mayor en los compromisos, especialmente en cuanto a metas cuantificables y líneas base claras. Sólo A7 que trata de Resiliencia Hídrica contiene Metas Cuantitativas, pero sin mención específica de inventarios o líneas base.

- **En relación a los Compromisos del área de Uso de Suelos (UTCUTS),** para mejorar la estimación, medición, y proyecciones de captura y emisiones de carbono, es necesario fortalecer las capacidades para la estimación y medición de stock y captura de carbono, especialmente en áreas de mayor incertidumbre (Marquet et al., 2019). Esto incluye:

- **Mejorar los métodos de estimación** de balances de carbono y análisis de compensaciones o trade-offs.

- **Expandir las redes de monitoreo,** como las de flujo de carbono, para obtener datos más precisos y consistentes.

- **Mejorar la estimación de emisiones por incendios y de captura de los ecosistemas,** además de evaluar el impacto de la degradación de bosques nativos en las emisiones y capturas. También se deben revisar aspectos metodológicos como la contabilidad en la deforestación del paso de bosque nativo a plantaciones.

- **Fortalecer las proyecciones de captura y emisiones:** Estudios recientes han mostrado una disminución en el crecimiento de los bosques debido a la aridez y las sequías prolongadas, lo que sugiere una

reducción significativa de la cobertura forestal hacia 2050 (Perez-Quezada et al., 2023a; Miranda et al., 2023; Venegas-Gonzalez et al., 2023; González-Reyes et al., 2024). Este escenario hace indispensable **revisar y ajustar los compromisos.**

- **Establecer un panel de expertos** compuesto por entidades como CONAF, INFOR y representantes de la academia, para acordar metodologías y validar mediciones y estimaciones.

- **En cuanto a los compromisos que cuantifican superficies específicas** en hectáreas, como I4, I5, I6 o I7, existe el riesgo de doble contabilidad y múltiples enfoques para estimar o determinar el tipo de cobertura. Se recomienda una revisión de las metodologías, incorporando investigaciones recientes y el uso de tecnologías avanzadas, como imágenes satelitales.

- **En relación con las Turberas** (I7, I8) hay mucha incertidumbre en la identificación de áreas de turberas y las correspondientes estimaciones de stock y balance entre emisiones y captura (Perez-Quezada et al., 2023b). Es necesario mejorar los criterios e indicadores para una correcta identificación de estos ecosistemas y posibles amenazas (Chavez et al., 2024), además de establecer metodologías consistentes que permitan un monitoreo continuo.

- **La restauración a escala de paisaje** I9 debería integrar compromisos relacionados, como los de áreas de bosques, turberas y humedales costeros, e incorporar nuevas medidas que refuercen su implementación y efectividad.

Compromisos relacionados con Métricas o Indicadores

Las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC) requieren un enfoque sistemático y bien definido para el desarrollo de métricas e indicadores que faciliten el seguimiento y evaluación de los compromisos climáticos. Estos indicadores deben definirse mediante metodologías claras y estar alineados con sistemas de Medición, Reporte y Verificación (MRV) que garanticen la precisión y responsabilidad en los informes (OECD/IAD-2018; BID-2024).

Propuestas:

- **Se propone establecer una gobernanza clara de los datos climáticos relacionados**, identificando las **instituciones responsables** de las estadísticas y definiendo los datos, fuentes y metodologías específicas para cada métrica o indicador. Se deben abordar las **deficiencias en la disponibilidad, calidad y accesibilidad de los datos**, así como mejorar los **procedimientos de seguimiento, evaluación y rendición de cuentas**. Esto implica desarrollar procesos de validación y estandarización de las métricas propuestas, la compatibilidad retroactiva con las métricas existentes, así como mecanismos para integrarlas en los sistemas de toma de decisiones. Basado en (OGP-2021; PARIS21-2022; BID-2024). Esto es **especialmente relevante para medir y evaluar los compromisos de mitigación** de emisiones y carbono negro (M1 y M2), así como para monitorear **progresos en la economía circular** (I3). Además, es clave para evaluar **el impacto de las medidas relacionadas con la protección y restauración de ecosistemas**, incluidos los compromisos sobre la gestión de bosques y turberas (I6, I8), el Plan Nacional de Restauración a Escala de Paisajes (I9), y las acciones orientadas a los ecosistemas oceánicos (I10, I11, I12).

- **Métricas cruzadas para varios sectores:** Es importante detectar cuándo hay indicadores relacionados con múltiples sectores. Por ejemplo, en la consideración de la gestión de recursos hídricos en A7 y el uso del suelo en I4, I5, I6, I7, I8, I9, I10, se pueden evaluar cobeneficios simultáneos, como la mejora de la resiliencia hídrica y la capacidad de captura y protección de suelos (Alvarez-Garretón et al., 2019; Gimeno et al., 2022). Otros compromisos que se relacionan con muchos otros son PS3, I1, I3, A5, MI1, entre otros.

- **En términos de los Compromisos de Adaptación y pilar social de transición justa y desarrollo sostenible**, en A5 sobre los indicadores de progreso e impacto, además de monitorear la creación de los planes o instrumentos de A2 y A3, y la consistencia entre ellos, se requiere también **evaluar la transparencia, fortalecimiento y coordinación institucional asociado, la infraestructura digital y de capacidades humanas habilitante para su implementación** (MI1, MI2), definición de las **distintas etapas de implementación y establecer procesos de revisión** (OGP-2021; PARIS21-2022; BID-2024).

- **Adoptar un Enfoque Integrado para la definición de métricas e indicadores consistentes** que considere aspectos del sistema terrestre e información socioeconómica en compromisos de adaptación y gestión ante riesgos de desastres (A8), disponibilidad y uso de agua (A7), uso del suelo (I4, I5, I6, I7, I8, I9, I10), vulnerabilidad, riesgo considerando enfoque de género (A4), la circularidad de la economía (I3), entre otros. Asimismo, se deben desarrollar planes de capacitación robustos que promuevan el uso adecuado y la interpretación de las nuevas métricas e indicadores. También se debe garantizar que los indicadores desarrollados sean **coherentes con los planes nacionales de protección, conservación y biodiversidad**.

- **Sobre los estudios y análisis como los mencionados en A4**, se recomienda adoptar un enfoque que garantice la **estandarización de las metodologías y metadatos**, permitiendo que los resultados sean **intercomparables y reutilizables**. Esto es especialmente importante para el manejo de **datos socioeconómicos cualitativos**, asegurando que las métricas definidas y utilizadas permitan su comparación y aplicación a nivel tanto nacional como internacional.

- **Para garantizar la coherencia y comparabilidad de las métricas actuales y futuras, es necesario adoptar indicadores compatibles con iniciativas internacionales**, como el “**Conjunto Global de Estadísticas e Indicadores de Cambio Climático, Directrices e Implementación - 2024**” de la División de Estadísticas de las Naciones Unidas. Además, se debe considerar la **anunciada actualización de las “Directrices Técnicas sobre Impactos y Adaptación” del IPCC, a publicar junto con el informe del Grupo de Trabajo II en 2028**. Las directrices revisadas incluirán indicadores, métricas y metodologías de adaptación, mejorando la transparencia y eficiencia en la asignación de recursos. Al establecer un marco estándar reconocido internacionalmente, facilitarán el acceso a financiamiento climático y a fondos internacionales para la adaptación (BID-2024).

Compromisos relacionados con mecanismos o instrumentos

Para asegurar la implementación efectiva de las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC), es esencial **definir mecanismos e instrumentos** robustos que permitan convertir las políticas y compromisos climáticos en acciones concretas. Estos mecanismos deben facilitar la coordinación entre regiones, sectores e instituciones, promover el uso eficiente de los recursos y asegurar una evaluación continua. La gobernanza de estos mecanismos debe ser clara, especificando roles, responsabilidades y marcos de supervisión para asegurar que cada intervención se ejecute de manera transparente y eficaz (Moraga, 2022; OGP-2021; BID-2024; Rylenius y Hamza, 2024; Verhulst, 2024).

La actualización y revisión periódica de los instrumentos de gobernanza, que mantengan la relevancia de estos mecanismos frente a los desafíos socioambientales y climáticos cambiantes. Estos procesos deben estar acompañados por mecanismos claros de seguimiento, evaluación y rendición de cuentas, con un enfoque en el acceso a datos abiertos y transparentes (OGP-2021; PARIS21-2022; BID-2024)

La mayoría de las NDC requieren mecanismos o instrumentos específicos para ser implementadas, como las estrategias de adaptación y planificación a largo plazo (A1, A2, A3, A5, I1, PS1, PS3), mecanismos de monitoreo y evaluación (A5, A7, A8, PS2), estrategias de conservación de ecosistemas y manejo de recursos naturales (A7, I4, I6, I8, I9, I10).

En particular (como se mencionaba en la sección “Compromisos relacionados con Métricas o Indicadores”), el sistema de evaluación de instrumentos de adaptación de A5, además de monitorear la creación de los planes o instrumentos de A2 y A3, y la consistencia entre ellos, se requiere también **evaluar la transparencia y el fortalecimiento y coordinación institucional asociado, la infraestructura digital y de capacidades humanas habilitante para su implementación**, (MI1, MI2) definición de las **distintas etapas de implementación** y establecer **procesos de revisión** (OGP-2021; PARIS21-2022; BID-2024). En particular, la adaptación regional al cambio climático (A3) depende tanto del acceso a infraestructura digital transversal y datos climáticos a nivel nacional o internacional, como de la consideración de las particularidades regionales y la robustez de los datos obtenidos en forma local.

La transversalidad y relación entre los compromisos cuantitativos, métricas y mecanismos de implementación refuerzan la necesidad de infraestructura digital, capacidades humanas, y gobernanza de datos climáticos que faciliten la colaboración entre múltiples actores en la acción climática.

Referencias

Bibliografía CR2

- Alvarez-Garreton, C., Lara, A., Boisier, J. P., & Galleguillos, M. (2019). The Impacts of Native Forests and Forest Plantations on Water Supply in Chile. *Forests*, 10(6), 473. <https://doi.org/10.3390/f10060473>
- Chávez, R. O., Meseguer-Ruiz, O., Olea, M., Calderón-Seguel, M., Yager, K., Isela Meneses, R., Lastra, J. A., Núñez-Hidalgo, I., Sarricolea, P., Serrano-Notivoli, R., & Prieto, M. (2023). Andean peatlands at risk? Spatio-temporal patterns of extreme NDVI anomalies, water extraction and drought severity in a large-scale mining area of Atacama, northern Chile. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 116, 103138. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2022.103138>
- González-Reyes, Á., Christie, D. A., Schneider-Valenzuela, I., Venegas-González, A., Muñoz, A. A., Hadad, M., Gipoulou-Zuñiga, T., Tapia-Marzan, V., Gibson-Carpintero, S., Santini-Junior, L., LeQuesne, C., & Villalba, R. (2024). Recent multispecies tree-growth decline reveals a severe aridity change in Mediterranean Chile. *Environmental Research Letters*, 19(6), 064046. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ad4049>
- Marquet, P. A., Lara, A., Adison Altamirano, Alaniz, A. J., Alvarez-Garreton, C., Galleguillos, M., A.A. Grez, Gutierrez, A. G., Hoyos-Santillan, J., Manushevich, D. I., Garay, R. M., Miranda, A., Ostria, E., Peña-Corté, F., Perez-Quezada, J., Sepulveda-Jauregui, A., Simonetti, J. A., Smith-Ramirez, C., & Osorio, J. A. S. R. (2019). Cambio de uso del suelo en Chile: Oportunidades de mitigación ante la emergencia climática. Informe de la mesa Biodiversidad. Santiago: Comité Científico COP25. Unpublished. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.26579.73764>
- Moraga, P. (2022). Una Nueva Era Del Derecho Ambiental: La Ley Marco de Cambio Climático En Chile a 50 Años de Estocolmo. *Revista de Derecho Ambiental* 1, no. 17, 1–8. <https://doi.org/10.5354/0719-4633.2022.67640>
- Muñoz, F., & Bastarrica, M. (2024) Dataclima: Avanzando en la gestión de datos climáticos. *Bits de Ciencias (DCC-UCH)*, no. 26, 64–68. <https://www.dcc.uchile.cl/Bitsdeciencia26>
- Perez - Quezada, J. F., Barichivich, J., Urrutia - Jalabert, R., Carrasco, E., Aguilera, D., Bacour, C., & Lara, A. (2023a). Warming and Drought Weaken the Carbon Sink Capacity of an Endangered Paleoenvironmental Temperate Rainforest in South America. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 128(4), e2022JG007258. <https://doi.org/10.1029/2022JG007258>
- Perez - Quezada, J. F., Moncada, M., Barrales, P., Urrutia - Jalabert, R., Pfeiffer, M., Herrera, A. F., & Sagardía, R. (2023b). How much carbon is stored in the terrestrial ecosystems of the Chilean Patagonia?. *Austral Ecology*, 48(5), 893–903. <https://doi.org/10.1111/aec.13331>
- Venegas-González, A., Muñoz, A. A., Carpintero-Gibson, S., González-Reyes, A., Schneider, I., Gipolou-Zuñiga, T., Aguilera-Betti, I., & Roig, F. A. (2023). Sclerophyllous Forest Tree Growth Under the Influence of a Historic Megadrought in the Mediterranean Ecoregion of Chile. *Ecosystems*, 26(2), 344–361. <https://doi.org/10.1007/s10021-022-00760-x>

Bibliografía relacionada con la gobernanza gestión de los datos climáticos

Publicación	Valor
<p>BID-2024: “Hacia una Mayor Ambición Climática: Transparencia y Gobernanza Digital en América Latina y el Caribe.” Bravo, Sandra, Jennifer Doherty-Bigara, and Daniella Restrepo Duarte. “En Toward Enhanced Climate Ambition: Transparency and Digital Governance in Latin America and the Caribbean.” Inter-American Development Bank / Banco Interamericano de Desarrollo, April 11, 2024. https://doi.org/10.18235/0012899</p>	<p>Este informe destaca el papel crítico de la transparencia y la gobernanza digital en mejorar la acción climática en América Latina y el Caribe, enfatizando la necesidad de marcos robustos de gobernanza de datos y colaboración multiactor.</p>
<p>Copernicus C3S-2020: “Guías de Mejores Prácticas para el Formato de Datos y Metadatos Climáticos, Control de Calidad y Entrega”. Manola, Brunet-India, Yuri Brugnara, Simon Noone, Ag Stephens, Maria Antónia Valente, Clara Ventura, Phil Jones, et al. “Best Practice Guidelines for Climate Data and Metadata Formatting, Quality Control and Submission,” 2020. https://doi.org/10.24381/KCTK-8J22</p>	<p>Este documento proporciona directrices para la recuperación, formateo, control de calidad y consolidación de datos climáticos y metadatos, con el objetivo de mejorar la accesibilidad y precisión de los datos climáticos históricos y actuales.</p>
<p>Creative Commons-2024: “Prácticas Recomendadas para una Mejor Distribución de los Datos Climáticos.” Campbell, Taylor, Wanying Li, and Cable Green. “Recommended Best Practices for Better Sharing of Climate Data.” Creative Commons, January 29, 2024. https://creativecommons.org/2024/01/29/recommended-best-practices-for-better-sharing-of-climate-data</p>	<p>Este documento ofrece recomendaciones para mejorar el acceso, la distribución y la reutilización de datos climáticos del sistema terrestre, con el objetivo de maximizar su disponibilidad y utilidad para abordar los desafíos del cambio climático.</p>
<p>Engvall, Flak , 2022: “El Estado de la Infraestructura de Información para la Gobernanza Climática Global”. Engvall, Tove Sofia, and Leif Skiftenes Flak. “The State of Information Infrastructure for Global Climate Governance.” Transforming Government: People, Process and Policy 16, no. 4 (January 1, 2022): 436–48. https://doi.org/10.1108/TG-05-2022-0064</p>	<p>Este artículo revela el potencial no aprovechado de las tecnologías digitales en la gobernanza climática global y destaca la necesidad de infraestructuras de información más sofisticadas. Enfatiza la importancia de desarrollar capacidades analíticas y comunicativas para mejorar la toma de decisiones y la evaluación del progreso en el abordaje del cambio climático.</p>
<p>Guldi, 2021: “¿Qué Tipo de Información Requiere la Era del Cambio Climático?”. Guldi, Jo. “What Kind of Information Does the Era of Climate Change Require?” Climatic Change 169, no. 1–2 (November 2021): 3. https://doi.org/10.1007/s10584-021-03243-5</p>	<p>Este artículo identifica ocho criterios clave para la gobernanza de datos climáticos, enfatizando la fusión de la experiencia científica con la participación democrática para abordar efectivamente el cambio climático.</p>
<p>Hughes et al., 2020: “Rendición de Cuentas y Gobernanza Climática Urbana Impulsada por Datos”. Hughes, Sara, Sarah Giest, and Laura Tozer. “Accountability and Data-Driven Urban Climate Governance.” Nature Climate Change 10, no. 12 (December 2020): 1085–90. https://doi.org/10.1038/s41558-020-00953-z</p>	<p>Este artículo identifica los principales desafíos en la gobernanza climática urbana impulsada por datos, enfatizando la necesidad de enfoques estandarizados, transparentes y socialmente justos para mejorar la rendición de cuentas y la relevancia local.</p>

<p>Mai, Elsasser, 2022: “Orquestando la Gobernanza Climática Global a Través de Datos: La Secretaría de la UNFCCC y la Plataforma de Acción Climática Global”. Mai, Laura, and Joshua Philipp Elsässer. “Orchestrating Global Climate Governance Through Data: The UNFCCC Secretariat and the Global Climate Action Platform.” <i>Global Environmental Politics</i> 22, no. 4 (2022): 151–72. https://doi.org/10.1162/glep_a_00667</p>	<p>Este artículo traza la evolución de la gobernanza climática impulsada por datos en el sistema de la ONU, destacando el cambio de usar datos para orquestar negociaciones a orquestar la implementación. Proporciona perspectivas sobre el potencial y las limitaciones de aprovechar los datos climáticos para animar la acción entre actores estatales y no estatales.</p>
<p>ODC-2019-2024: “Abrir Datos Climáticos: Usando Datos Abiertos para Avanzar en la Acción Climática”. “Open Up Climate Data: Using Open Data to Advance Climate Action,” Open Data Charter, 2019-2024. https://open-data-charter.gitbook.io/open-up-guide-using-open-data-to-advance-climate-a/introduction</p>	<p>Este documento subraya la importancia de contar con datos climáticos accesibles e interoperables para impulsar una acción climática efectiva y transparente, enfatizando la necesidad de esfuerzos coordinados en todos los sectores y actores.</p>
<p>OECD/IEA-2018: “Contabilización de las metas de escenarios base en las NDCs: Problemas y opciones a modo de guía”. “Accounting for baseline targets in NDCs: Issues and options for guidance” OECD/International Energy Agency, Climate Change Expert Group Papers No. 2018/02; 2018. https://doi.org/10.1787/9ae65cc1-en</p>	<p>El artículo analiza cómo las metas de mitigación basadas en escenarios base en las NDCs pueden cambiar con el tiempo por actualizaciones de supuestos o metodologías. Aborda problemas al actualizar estas metas y la necesidad de transparencia y consistencia en la metodología, conforme a los Artículos 4, 6 y 13 del Acuerdo de París. También propone opciones de guía para mejorar el reporte y la contabilización de estas metas.</p>
<p>OGP-2021: “Implementando el Acuerdo de París a través de la Transparencia, la Participación y la Rendición de Cuentas”. “Implementing the Paris Climate Agreement through Transparency, Participation, and Accountability.” Open Government Partnership, November 1, 2021. https://www.opengovpartnership.org/documents/implementing-the-paris-climate-agreement-through-transparency-participation-and-accountability</p>	<p>La Alianza para el Gobierno Abierto aprovecha la transparencia, la participación y la rendición de cuentas para ayudar a los países a implementar el Acuerdo de París, enfatizando estos aspectos en la acción climática.</p>
<p>OGP-2024: “Guía del Gobierno Abierto 2024 - Datos Climáticos Abiertos”. “The Open Gov Guide 2024 - Open Climate Data.” OPG Open Gov Guide (2024) - Climate and Environment. Open Government Partnership, 2024. https://www.opengovpartnership.org/es/documents/open-gov-guide-2024</p>	<p>La Alianza para el Gobierno Abierto promueve la acción climática a través de compromisos de datos abiertos en planes de acción nacionales, fomentando la transparencia y la colaboración multiactor para alcanzar objetivos climáticos claros.</p>
<p>Open North-2023: “Gobernanza de Datos: La Pieza Faltante en el Rompecabezas de la Acción Climática”. “Data Governance – The Missing Piece in the Climate Action Puzzle.” Open North. 2023. https://opennorth.ca/resources/data-governance-the-missing-piece-in-the-climate-action-puzzle</p>	<p>Este informe identifica la gobernanza de datos como un componente crítico ausente en los esfuerzos de acción climática, enfatizando su rol en el uso ético de los datos, la colaboración intersectorial y la implementación efectiva de tecnología. Ofrece recomendaciones prácticas para integrar la gobernanza de datos en las iniciativas climáticas.</p>

<p>PARIS21-2022: “Visualizando un Ecosistema de Datos de Cambio Climático: Un Camino hacia la Acción Climática Coordinada”. “Envisioning a Climate Change Data Ecosystem: A Path to Co-Ordinated Climate Action Paris21.” Secretariat of the Partnership in Statistics for Development in the 21st Century (PARIS21), 2022. https://www.paris21.org/knowledge-base/envisioning-climate-change-data-ecosystem-path-co-ordinated-climate-action</p>	<p>Este informe propone un enfoque de ecosistema de datos de cambio climático para abordar la fragmentación en los datos climáticos, enfatizando la coordinación, la transparencia y la construcción de capacidades. Ofrece perspectivas para que los países mejoren la gestión de datos climáticos para la presentación de informes y la acción.</p>
<p>Rylenius y Hamza, 2024: “La Fragmentación de la Adaptación al Cambio Climático, el caso de Suecia” Rylenius, T. W., & Hamza, M. (2024). “The fragmentation of climate change adaptation – the Sweden case”. <i>International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment</i>, 15(4), 497–515. https://doi.org/10.1108/IJDRBE-02-2023-0042</p>	<p>El artículo analiza la gobernanza de la adaptación climática en Suecia, subrayando como hallazgos clave la falta de claridad en los roles y responsabilidades, vías financieras inadecuadas y estrategias potencialmente mal adaptadas a largo plazo, tanto a nivel local como nacional. A pesar de su reputación como líder climático, el estudio señala que Suecia enfrenta desafíos no resueltos que requieren un enfoque más coordinado y holístico para enfrentar de manera efectiva el cambio climático.</p>
<p>Verhulst, 2024: “La Necesidad de Administración de Datos Climáticos: 10 Tensiones y Reflexiones Sobre la Gobernanza de Datos Climáticos”. Verhulst, Stefaan. “The Need for Climate Data Stewardship: 10 Tensions and Reflections Regarding Climate Data Governance,” 2024. https://doi.org/10.48550/ARXIV.2403.18107</p>	<p>El artículo aboga por un cambio de paradigma hacia una gobernanza multiactor, la administración de datos y prácticas equitativas de datos. Enfatiza el papel de los administradores de datos en la navegación de estos desafíos, fomentando una ecología de datos responsable y contribuyendo a una acción climática sostenible y justa.</p>
<p>WMO-2022: Organización Meteorológica Mundial(WMO). “Política Unificada de Datos de La Organización Meteorológica Mundial,” April 2022. https://library.wmo.int/records/item/31631-politica-unificada-de-datos-de-la-organizacion-meteorologica-mun</p>	<p>La política promueve el intercambio libre y sin restricciones de datos críticos sobre clima, tiempo, agua y otros fenómenos del sistema terrestre entre los Estados Miembros de la WMO. Adoptada en 2021, esta política unifica diversas resoluciones anteriores que promovían el intercambio de datos meteorológicos, hidrológicos y climáticos, abarcando ahora dominios adicionales como la oceanografía, la criosfera y el espacio.</p>
<p>WRI-2021: “Implementando Estrategias de Datos Abiertos para la Acción Climática: Sugerencias y Lecciones Aprendidas para los Actores Gubernamentales y de la Sociedad Civil”. Grinspan, Delfina, and Jesse Worker. “Implementing Open Data Strategies for Climate Action: Suggestions And Lessons Learned for Government and Civil Society Stakeholders.” World Resources Institute, 2021. https://doi.org/10.46830/wriwp.19.00093</p>	<p>Este artículo ofrece perspectivas prácticas sobre la implementación de iniciativas de datos climáticos abiertos, enfatizando la participación de los interesados y la gobernanza de apoyo. Destaca tanto los beneficios potenciales como los desafíos de los datos abiertos para la acción climática, ofreciendo recomendaciones aplicables en contextos nacionales diversos.</p>

WRI-2024: “La eliminación efectiva de carbono requiere MRVs creíbles y consistentes — La supervisión gubernamental puede ayudar”. Lebling, K., Riedl, D., & Leslie-Bole, H. (2024). High Quality Carbon Removal Requires Credible and Consistent MRV - Government Oversight Can Help. <https://www.wri.org/technical-perspectives/measurement-reporting-verification-of-carbon-removal>

El artículo resalta el papel de la Medición, Reporte y Verificación (MRV) para garantizar la transparencia y responsabilidad en las tecnologías de eliminación de dióxido de carbono (CDR). Subraya que los estándares creíbles de MRV son esenciales para integrar el CDR en los inventarios nacionales y alcanzar metas climáticas. Además, destaca la necesidad de supervisión gubernamental para asegurar la aplicación consistente de estos estándares en los proyectos de eliminación de carbono y promover inversiones en iniciativas efectivas.



(CR)² | Center for Climate
and Resilience Research
www.CR2.cl

Antecedentes para la actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) en 2024



UNIVERSIDAD
DE CHILE

PATROCINA



UNIVERSIDAD
DE CONCEPCION

INSTITUCIONES ASOCIADAS



UNIVERSIDAD
AUSTRAL DE CHILE



AGENCIA NACIONAL DE
INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

FINANCIA