

Cambio Climático

Cómo la ciencia, tecnología,
conocimiento e innovación pueden
contribuir al desafío país



Ministerio de
Economía,
Fomento y
Turismo

Gobierno de Chile

cnid | Consejo Nacional
de Innovación
para el Desarrollo

ÍNDICE

Agradecimientos	04
Introducción	06
El proceso y la proyección	12
Mapeo de iniciativas	13
Reporte de trabajo	14
Visión y comprensión del desafío	14
Dimensiones del desafío	16
Oportunidades y brechas del desafío	19

AGRADECIMIENTOS

Este documento contiene una serie de lineamientos estratégicos para contribuir a la consistencia y proyección de una política pública en materia de ciencias, tecnologías, conocimiento e innovación (CTCCI) para abordar el desafío país de cambio climático con miras a un desarrollo integral, inclusivo y sostenible.

Estos han sido fruto de una alianza entre el Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (CNID) y la División de Innovación del Ministerio de Economía, los que –tras levantar antecedentes de base en la materia- convocaron a un grupo de expertos del mundo de la investigación, de la política pública y del sector privado para avanzar en una agenda de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) asociada al desafío cambio climático, el que enfrentamos como sociedad.

En las diferentes etapas de este proceso, agradecemos la participación de:

Camila Aguirre (Ministerio de Agricultura), Marta Alfaro (Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)), Sandra Andreu (Aguas Andinas), Ricardo Ariztía (Sociedad Nacional de Agricultura (SNA)), Khaled Awad (FONDEF de Conicyt), Carlos Berroeta (Aguas Andinas), Ulrike Broschek (Fundación Chile), Consuelo Bruno (Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT)), Javier Burgos (IBM), Waldo Bustamante (Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS)), Eduardo Bustos (Centro Cambio Global PUC), Reynaldo Cabezas (Secretaría Ejecutiva de Innovación Tecnológica (SEIT) en Ministerio de Obras Públicas), Giovanni Calderón (Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático), Carlos Cárdenas (Universidad de Magallanes), Rodrigo Cienfuegos (Centro Nacional de Investigación para la Gestión Integrada de Desastres Naturales (CIGIDEN)), Oscar Cristi (Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas), Nicole Ehrenfeld (Iniciativa Científica Milenio - Ministerio de Economía), Camila Fernández (Ministerio de Agricultura), Patricia Fuentes (CORFO), Laura Gallardo (Centro de Ciencia del Clima y Resiliencia, CR2), Francisco Gana (Sociedad Nacional de Agricultura (SNA)), Rodrigo García (ImplementaSur), Jorge Gironás (Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS)), Alex Godoy (Universidad del Desarrollo; CRHIAM), Daniela Gonzalez (Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN)), Jordan Harris (Adapt Chile), Fernando Hentzschel (CORFO), Marina Hermosilla (Corporate Leaders Group for Climate Change, CLG Chile), Pía Hevia (Adapt Chile), Charles Kimber (Arauco SA), Andrés Lavado (Viña Santa Rita), Mauricio Lavín (Secretaría de Medio Ambiente y Territorio, Ministerio de Obras Públicas), Jorge León (Universidad Católica de la Santísima Concepción), Mario Lillo (Universidad de Concepción; CRHIAM), Isabel Meneses (CONICYT), Pilar Moraga (Centro de Ciencia del Clima y Resiliencia, CR2), Cristián Mosella (Colbún SA), Rodrigo Moya (Antofagasta Minerals), Juan Carlos Muñoz (Centro de Desarrollo Urbano Sustentable, CEDEUS), Dafne Núñez (Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior y Seguridad Pública (ONEMI)), Manuel O'Brien (IBM), Rodrigo Ortiz (Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior y Seguridad Pública (ONEMI)), Soledad Palma (Oficina Cambio Climático del Ministerio de Medioambiente), Fernando Peralta (Asociación de Canaleros de Chile), Andrés Pesce (Fundación Chile), Guillermo Pickering (Aguas Andinas SA), Fernando Raga (Instituto Forestal, INFOR), Cristián Retamal (Amanhã Ventures), Diego Rivera (Universidad de Concepción; CRHIAM), Carolina Rojas (Universidad de Concepción), Ximena Ruz (Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático), Juan José Searle (Ministerio de Energía), Gabriel Selles (Instituto de Investigaciones Agropecuarias

(INIA)), Ricardo Toro (ONEMI), Carolina Urmeneta (Oficina Cambio Climático del Ministerio de Medioambiente), Anahí Urquiza (Centro de Ciencia del Clima y Resiliencia, CR2), Soledad Valiente (CORFO), Sebastián Vicuña (Centro Cambio Global PUC), Gladys Vidal (Universidad de Concepción y CRHIAM) y Ambrosio Yobanolo (Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático).

La compilación y análisis de los documentos bibliográficos y de las contribuciones de cada experto, además de el diseño de las pautas de entrevista y las mesas de trabajo estuvo a cargo de un equipo técnico formado por profesionales de la Secretaría Ejecutiva del CNID y de la División de Innovación del Ministerio de Economía: Xaviera de la Vega (CNID); Bastián Girardi (Minecon); Rodrigo Céspedes Sotomayor (Minecon); Etienne Choupay (Minecon) y Soledad Ugarte (CNID). Estamos ciertos que, manteniendo un proceso participativo de esta naturaleza, enriqueceremos crecientemente la toma de decisiones en materia de CTCL vinculada al desafío de enfrentar el Cambio Climático.

Katherine Villarroel Gatica

Secretaria Ejecutiva
Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo

Benjamín Maturana Almarza

Jefe División de Innovación
Ministerio de Economía

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, hemos podido apreciar cómo las temáticas vinculadas a la variabilidad y el cambio climático de origen antrópico han ido transitando desde las salas de clases y laboratorios de las universidades al espacio público y la toma de decisiones. Hoy nuestra sociedad reconoce este problema como un desafío global y de desarrollo, que genera impactos en los más diversos ámbitos de la vida, pasando, entre otros, por la economía, la vida de las personas y las comunidades. De acuerdo a la encuesta realizada por el Ministerio de Medio Ambiente en 2017, el 88% de los chilenos cree que la principal causa del cambio climático es debido a la actividad humana¹. También políticos chilenos de diversas tendencias, concuerdan al cambio climático antrópico como un problema a ser enfrentado.

Parte de este tránsito se ha debido al fundamental rol jugado por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), creado en 1988 para facilitar las evaluaciones integrales del estado de los conocimientos científicos, técnicos y socioeconómicos sobre el cambio climático: sus causas, posibles repercusiones y estrategias de respuesta. A la fecha, el IPCC ha preparado cinco grandes informes, y hoy se encuentra en su sexto ciclo de evaluación.

Otro hito importante para reforzar la conciencia pública fue el primer informe del IPCC de 1990 que planteó evidencia científica sobre el cambio climático, y a partir del cual se creó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), adoptada en 1992 y entrando en vigor en 1994. Su función es lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera para impedir interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. Esto, dentro de un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurando que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitiendo que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.

En 1997 los gobiernos asociados a la Organización de las Naciones Unidas (ONU) acordaron incorporar una adición a la convención, conocida con el nombre de Protocolo de Kioto, para otorgar a la Convención Marco metas cuantificadas de reducción de emisiones de GEI, tanto por país como agregadas.

El Acuerdo de París de 2015, parte de la CMNUCC, establece un nuevo régimen en el cual cada Parte (país) ratificante plantea compromisos cíclicos de mitigación, adaptación y medios de implementación a los efectos del calentamiento global. Comenzaría a aplicar desde 2021, cuando finalice la vigencia del Protocolo de Kioto.

También en 2015, la ONU aprobó la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible, que es una oportunidad para que los países y sus sociedades emprendan un nuevo camino para mejorar la vida de todas las personas. La Agenda cuenta con 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, que incluyen desde la eliminación de la pobreza hasta el combate al cambio climático, pasando por acceso al

¹ Ministerio del Medio Ambiente (2018). Encuesta Nacional de Cambio Climático. <http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/02/Primeros-Resultados-Encuesta-Nacional-de-Medioambiente-2018.pdf>

agua potable, educación, la igualdad de la mujer, la defensa del medio ambiente y el diseño de nuestras ciudades, entre otras.

En ese mismo año, el Marco Sendai para la reducción de riesgos de desastres de origen socionatural, reconoce el creciente impacto de estos y sus complejidades, y busca intensificar los esfuerzos para fortalecer la reducción del riesgo de pérdidas de vidas y bienes derivada de los desastres a escala global.

Las transformaciones en el medio físico han provocado cambios que se caracterizan por ser de naturaleza multivariada, concatenadas y aceleradas, con consecuencias sobre la convivencia social dentro y entre los países. Las emisiones históricas han generado concentraciones de dióxido de carbono, metano y óxido nítrico en niveles que no tienen precedentes, por lo menos en los últimos 800.000 años, causando un desequilibrio energético en el sistema global (IPCC, 2014). Si no se actúa hoy, la temperatura media de la superficie del mundo podría aumentar unos tres grados centígrados este siglo, con consecuencias irreversibles en nuestro estilo y calidad de vida.

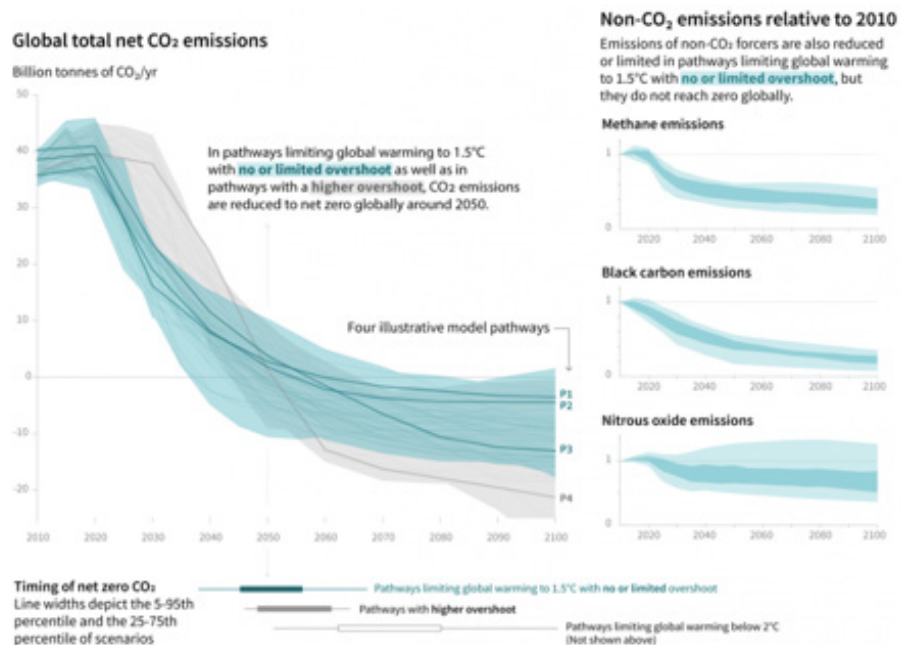


Figura 1: Características generales de la evolución de las emisiones antropogénicas netas de CO₂ y las emisiones totales de metano, carbono negro y óxido nítrico con el modelo que limitan el calentamiento global a 1.5 °C sin excedentes o con un alcance limitado. Fuente: (IPCC, 2018).

Es por esto que la recomendación principal es avanzar hacia economías bajas en carbono y en la generación de resiliencia ante los efectos de este fenómeno, actuando de manera urgente y anticipada. Esto se ha visto reforzado por un reciente informe del IPCC que establece un límite máximo de aumento de temperatura de 1,5°C a 2050, persistiendo en la urgencia de alinear las emisiones globales con las curvas de trayectoria sugeridas por la IPCC (ver figura 1). Así lo entienden también diversos actores de nuestro país, tanto del mundo científico, tecnológico, ciencias sociales y humanidades, como de una diversidad de sectores y ámbitos. En este contexto, el presidente de la República, en su cuenta pública del 1 de junio de 2018, relevó al cambio climático como un desafío urgente a considerar.

A partir de ello, se consolidó una alianza de trabajo entre el Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (CNID) y la División de Innovación del Ministerio de Economía para abordar este y otros desafíos país. Esta alianza se tradujo en un proceso participativo con expertos en el área, cuyos resultados iniciales se sintetizan en el presente informe, que busca servir de base para definir políticas públicas concretas y pertinentes para avanzar en una Agenda de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i).

De esta forma, el contenido de este documento es fruto del intercambio de miradas y conocimientos de quienes han participado en el proceso. Por lo mismo, se trata de una síntesis inicial que se irá enriqueciendo en el tiempo con miras a fortalecer la contribución de las ciencias, la tecnología, el conocimiento y la innovación a desafíos-país, en un proceso participativo que permita incorporar crecientemente el aporte de los diferentes actores del sistema nacional de innovación.

Una sinopsis de los principales hallazgos de este trabajo se puede apreciar en el cuadro siguiente.

Los gases de efecto invernadero (GEI) se producen de manera natural y son esenciales para la supervivencia de los seres humanos y de millones de otros seres vivos ya que, al impedir que parte del calor del sol se propague hacia el espacio, hacen la Tierra habitable. Pero después de más de un siglo y medio de actividades humanas como industrialización, deforestación y agricultura a gran escala, las concentraciones de GEI en la atmósfera han aumentado en forma importante, y ese aumento intensifica el efecto invernadero natural, lo cual da como resultado, en promedio, un calentamiento adicional de la superficie y la atmósfera de la Tierra, afectando adversamente a los ecosistemas naturales y a la humanidad. A este fenómeno se ha denominado calentamiento global o “Cambio Climático” (Convención Marco De Las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, CMNUCC, 1992). El cambio climático es un desafío urgente, incierto, de largo plazo y que afecta a toda la humanidad. La mitigación y adaptación son componentes esenciales para comprenderlo como factores que interactúan a distintas escalas, siendo crucial la articulación y coordinación de diversos actores para enfrentarlo con éxito.

La complejidad del cambio climático se refiere a entender cómo interactúan los distintos fenómenos, por lo que se requiere una mirada sistémica, holística, que congregue diferentes saberes. Tal aproximación se debe enfocar en contar con ciudades, territorios e instituciones mejor adaptadas y más resilientes al cambio climático, a los desastres de origen socio natural y sus correlaciones.

Datos, Información y Conocimiento

Para poder tener información concreta que permita tomar decisiones, modelar y proyectar evolución de factores y sistemas, es urgente contar con datos e información de calidad, de acceso rápido, en línea, libre, trazable y difundible.

Esta dimensión incluye el conocimiento de los ecosistemas, los procesos hidrológicos, el capital social y la gobernanza, la productividad de las cuencas, los conflictos socio ambientales y el mapeo de la vulnerabilidad socio ecológica de los diferentes sectores y territorios, con pronósticos y modelaciones que puedan guiar la conservación, el manejo y la inversión en los mismos.

Institucionalidad, Gobernanza y Regulación

En esta dimensión se consideran los temas vinculados a la relación del Estado y la sociedad en la gestión y gobernanza del cambio climático en sus diferentes niveles.

Favorecer la gobernanza climática implica considerar focos descentralizados; distintas instancias de coordinación y articulación entre actores, vinculando iniciativas locales, regionales y globales. En este contexto es fundamental la consideración de los co-beneficios asociados y el fomento de la flexibilidad y complejidad que requieren los desafíos asociados al cambio climático.

Capacidades

Abarca todas las capacidades humanas y tecnológicas a través de las cuales se abordará el desafío cambio climático y la transformación sociocultural que requiere.

La comprensión de este fenómeno, así como la transformación a economías circulares y bajas en carbono que consideren los desafíos de mitigación y adaptación al cambio climático, demanda capital humano especializado en múltiples disciplinas, interconectadas y complementarias, entre ellas hidrología, hidrogeología, climatología, ingenierías asociadas a la producción de electricidad, ciencias forestales, geografía, ecología, y ciencias sociales aplicadas a la transformación social.

Ciencia de Datos para cambio climático

Generar una plataforma para integrar datos, información y conocimiento territorializado de diversos actores como entidades públicas, universidades, centros de investigación, empresas, ONGs, y comunidades, que pueda ser utilizada para toma de decisiones en base a información y para definir prioridades de investigación, desarrollo e innovación.

Vinculación Ciencia-Estado para políticas públicas apoyadas en evidencia científica

Generar mecanismos institucionales que permitan la recopilación y sistematización del conocimiento disponible, como por ejemplo los Centros de Síntesis (ej. SESYNC²), con el objeto de nutrir las políticas públicas y permitir una articulación real entre la comunidad científica y los tomadores de decisión del Estado³.

Observatorio a nivel nacional y local de cambio climático

Crear una instancia articuladora multiescalar que favorezca las coordinaciones y reduzca las incongruencias, incorporando planificación territorial. Se requieren entidades evaluadoras en el Estado que identifiquen y evalúen los impactos financieros de programas y/o políticas públicas a desarrollar.

Programas de formación de capital humano

Diseñar programas interdisciplinarios de formación a nivel de magíster y doctorado considerando las capacidades ya existentes, por ejemplo, de centros de excelencia de ámbitos relacionados. Implica la vinculación a la academia, empresa y sector público para incorporar las capacidades de trabajo inter y/o transdisciplinario.

Programas de I+D+i que enfrenten los efectos del cambio climático en los recursos naturales

Generar programas nacionales de I+D+i de largo plazo que articulen capacidades y aborden diversas temáticas, como la escasez hídrica; planes de normativas para reducir la contaminación y conservar y/o recuperar los sistemas acuáticos; que generen innovación en diseño de las ciudades y la vivienda; que creen instrumentos financieros que valoricen la conservación y biodiversidad, y creen una oferta al mundo, aprovechando así las sinergias entre adaptación y mitigación. En este espacio, aprovechar las ventajas naturales de Chile en la Región Antártica y Subantártica para de observación y comprensión del cambio climático, como un polo de desarrollo científico de nivel internacional.

² SENSYC, Socio-environmental synthesis center: Centro de la Universidad de Meriland que reúne las ciencias naturales, sociales y humanidades con el mundo de las tomas de decisiones para encontrar soluciones a problemas socio-ambientales. Es financiado por la NSF en USA. www.sensync.org

³ Un modelo de referencia es el diseño del Instituto de Resiliencia ante Desastres Naturales (ITrenD) recientemente aprobado por CORFO, y que es una de las recomendaciones de la Agenda de I+D+i para la Resiliencia ante Desastres Naturales que entregó el CNID en 2016.

Infraestructura para investigación/prototipado de mediana escala

Desarrollar infraestructura y recursos para etapas intermedias de escalamiento del prototipado, investigación e innovación en áreas fundamentales para cumplir las metas nacionales comprometidas en mitigación y enfrentar las necesidades futuras de adaptación. Algunos ámbitos para estos proyectos escalables están en el desarrollo y adaptación de las ERNC (aprovechando las condiciones naturales locales), proyectos de UTCUTS (uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura), REDD+ (reducción de las emisiones derivadas de la deforestación y la degradación de los bosques), eficiencia energética, etc. Desarrollar capacidades que permitan a la sociedad comprender los alcances de sus impactos y las medidas de mitigación y adaptación posibles de implementar.

Fomento de una cultura sostenible en cambio climático

En este contexto, es fundamental integrar este conocimiento de forma transversal en programas educativos desde nivel parvulario a los currículums de educación superior, además de fortalecer las capacidades del sistema público a nivel regional y local. Considera concursos escolares con innovaciones de rápida implementación en ecosistemas locales, así como actividades e instrumentos que puedan transferir el conocimiento integrado y local sobre los impactos del cambio climático, y capturar ideas e iniciativas locales.

EL PROCESO Y LA PROYECCIÓN

La idea de identificar y fortalecer la contribución de la ciencia, la tecnología, el conocimiento y la innovación a desafíos-país, es una de las cinco propuestas de la Estrategia Nacional de Innovación del CNID, de mayo de 2017⁴, y un eje de la política de innovación del Gobierno.

Con el objetivo de elaborar una agenda que pueda traducirse en políticas públicas concretas y pertinentes, en el segundo semestre de 2018, se consolida una alianza de trabajo entre el Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (CNID) y la División de Innovación del Ministerio de Economía, para, junto a expertos diversos, identificar y fortalecer la contribución de las ciencias, la tecnología, el conocimiento y la innovación al Desafíos – País del cambio climático.

Una primera fase consistió en entrevistar a un diverso espectro de personas expertas en distintas dimensiones del desafío para recoger de ellas -y sus “mundos”- las principales percepciones de cómo el cambio climático puede entenderse, asumirse y cómo podemos transformar sus impactos en oportunidades para Chile.

Con esos contenidos se redactó un primer reporte que sirvió de documento base para un taller que se realizó el 29 de octubre de 2018 con un grupo de actores que incluyó a personas entrevistadas y a otros especialistas. El objetivo de ese taller fue enriquecer ese primer reporte en sus dos categorías: **i)** comprensión del Desafío; y **ii)** dimensiones que involucra. El 27 de noviembre de 2018 se llevó a cabo un segundo taller para validar las antes mencionadas oportunidades para el país.

Este reporte resume los resultados de este trabajo, que ya está sirviendo de insumo para orientar y definir políticas públicas asociadas a la vinculación del conocimiento con los desafíos país.

⁴ CNID (2017). Ciencias, tecnologías e innovación para un nuevo pacto para un desarrollo inclusivo y sostenible. Orientaciones estratégicas de cara a 2030, tras diez años de trayectoria. En <http://www.cnid.cl/portfolio-items/cti-para-un-nuevo-pacto-de-desarrollo-sostenible-e-inclusivo/>

MAPEO DE INICIATIVAS

Nuestro país cuenta con distintas instancias que, de alguna u otra manera, han estado lidiando con este desafío. El Ministerio del Medio Ambiente, a través de la Oficina de Cambio Climático, es responsable de “proponer políticas y formular los planes, programas y planes de acción en materia de Cambio Climático” (Ley 20.417, Art. 70). Así, se ha desarrollado el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022 (MMA, 2017), además del Plan Nacional de Adaptación y nueve planes sectoriales que tienen por objetivo reducir la vulnerabilidad y aumentar la capacidad de adaptación del sector involucrado. También contamos con la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV) (CONAF, 2016) y con el Plan Estratégico Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (PENGRD) (ONEMI, 2016).

Por otro lado, aunque en términos absolutos las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de Chile corresponden actualmente a menos del 0,3% de las emisiones globales, nuestro país ha adoptado acciones en mitigación y adaptación. Chile cuenta actualmente con el compromiso voluntario de reducción de GEI al 2020 y además con la contribución nacional determinada (NDC) al Acuerdo de París para el periodo pos-2020. Chile hoy cuenta con nueve planes sectoriales de adaptación que tienen por objetivo reducir la vulnerabilidad y aumentar la capacidad de adaptación del sector involucrado: Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Silvoagropecuario; Plan de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad; Plan de Adaptación al Cambio Climático para el Sector Pesca y Acuicultura; Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Salud; Plan de Acción de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático - Eje de Adaptación; Plan de Adaptación al Cambio Climático para Ciudades; Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Energía; Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Turismo y por último el Plan de Adaptación al Cambio Climático para los Recursos Hídricos que se encuentra en proceso de elaboración.

También existen investigaciones, programas e iniciativas en las universidades más importantes del país, en los grandes centros de investigación, en el sector privado y en la sociedad civil, y decenas de instituciones públicas que están abordando el desafío.

Destacan asimismo las iniciativas multiactores: MAPS Chile (*Mitigation Action Plans and Scenarios*) y Energía 2050, con procesos participativos que permitieron contar con evidencia científica para guiar la toma de decisiones, generar confianzas, y la debida articulación y coordinación entre los actores. MAPS Chile, que funcionó entre 2011 y 2015, buscó estudiar distintos escenarios de proyección de GEI para generar evidencia necesaria sobre distintos cursos de acción que pudiese elegir el país. Por otro lado, la Hoja de Ruta 2050 hacia una energía sustentable e inclusiva para Chile, del Ministerio de Energía, plantea importantes metas de mitigación para el sector.

Cabe mencionar que el Ministerio de Medio Ambiente se encuentra diseñando la Ley Marco del Cambio Climático, con fecha de ingreso para tramitación en el Congreso en agosto 2019, el diseño de este documento de lineamientos estratégicos ha considerado ese proceso y se ha actuado en forma coordinada con el ministerio para asegurar que esta ley y la estrategia aquí definida funcionen de forma complementaria.

REPORTE DE TRABAJO

Visión y comprensión del desafío

Desde mediados del siglo pasado, se observan cambios en comportamiento climático que no tienen precedentes ni en las últimas décadas, ni en los milenios anteriores (IPCC, 2014⁵). Se estima que las actividades humanas causaron aproximadamente 1,0°C del calentamiento global por encima de los niveles preindustriales, con un rango probable de 0,8°C a 1,2°C. Es posible que el calentamiento global alcance 1,5°C entre 2030 y 2052 si continúa aumentando al ritmo actual (escenario de alta confianza) (IPCC, 2018⁶).

El calentamiento provocado por las emisiones antropogénicas desde el período preindustrial hasta el presente, persistirá durante siglos a milenios, y continuará causando más cambios a largo plazo en el sistema climático, como el aumento del nivel del mar, con impactos asociados (escenario de confianza alta) (IPCC, 2018⁵). Sin embargo, sus impactos son altamente desiguales: 20 de los 36 países con mayor emisión de GEI se encuentran entre los menos vulnerables a los impactos negativos del cambio climático. Por el contrario, 11 de los 17 países con emisiones GEI bajas o moderadas son extremadamente vulnerables a los mismos⁷. Para fortalecer la respuesta global a la amenaza del cambio climático, los países adoptaron el Acuerdo de París en la COP21 en París, que entró en vigor en noviembre de 2016. En el acuerdo, todos los países acordaron trabajar para limitar el aumento de la temperatura global a menos de 2 grados centígrados. En el recuadro 1 se adjunta el artículo 2.

Acuerdo de París. Naciones Unidas, 2015

Artículo 2: el acuerdo tiene como objetivo “reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, en el contexto de desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza” para lo cual determina tres acciones concretas:

- a) Mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del Cambio Climático;
- b) Aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del Cambio Climático y promover la resiliencia al clima y un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero, de un modo que no comprometa la producción de alimentos;
- c) Situar los flujos financieros a un nivel compatible con una trayectoria que conduzca a un desarrollo resiliente al clima y con bajas emisiones de gases de efecto invernadero.

⁵ IPCC. (2014). Climate Change 2014 Synthesis Report. Fifth Assessment Report, IPCC.

⁶ IPCC. (2018). <https://www.ipcc.ch/sr15/>

⁷ Ver <https://www.nature.com/articles/srep20281>

Chile es uno de los países del mundo que se verán más afectados por el cambio climático⁸. Se estima que las pérdidas ambientales, sociales y económicas en el país por este fenómeno podrían llegar a ser significativas, alcanzando al año 2100, un 1,1 % anual del PIB .

Sus efectos son particularmente apreciables en fenómenos relativos al agua. En efecto, el cambio climático ha incrementado los desbalances hídricos tradicionales de la geografía nacional. En la zona norte y central las precipitaciones son cada vez más escasas y, cuando ocurren, lo hacen con una intensidad mayor a la acostumbrada. Por esto, los escenarios de escasez hídrica son cada vez más comunes, y comienzan a ser la condición dominante. En el sur de Chile, por otro lado, también se comienzan a observar patrones climáticos e hidrológicos anómalos. Las zonas aledañas a Valdivia o Puerto Montt, donde la lluvia era habitual, son recurrentemente testigos de períodos de verano prolongados y secos, llegando el año 2016 a registrar un 50% de las cantidades normales de precipitación. A lo anterior se debe sumar el retroceso de glaciares y la disminución de las nieves, entre otros. Por otra parte, el aumento de las temperaturas incide en el incremento de eventos meteorológicos extremos, que pueden manifestarse como sequías, inundaciones, aluviones, e incendios, cuyos impactos, además, se maximizan por las características geográficas y geológicas del país.

Por los efectos antes mencionados, el cambio climático está -y seguirá- provocando modificaciones importantes a nivel global, al impactar nuestras maneras de vivir, de comprender, actuar y trabajar. Esto a nivel individual, colectivo, institucional y de países. Ciertamente este desafío es global, y nuestro actuar como país ha estado guiado por las exigencias internacionales (acuerdos internacionales, mercados, entre otros).

La mitigación y adaptación son componentes esenciales para comprender el cambio climático como factores que interactúan a distintas escalas. La mitigación es una oportunidad país por su relevancia en la transición, transformación y riesgos de los distintos sectores productivos. Por otro lado, la adaptación debe ser enfrentada, dado que Chile posee siete de los nueve criterios que lo hacen un país vulnerable al cambio climático¹⁰. Además, estas vulnerabilidades se profundizan por las debilidades institucionales, desigualdes sociales y al modelo de desarrollo.

Ante estos desafíos se pueden presentar muchas oportunidades, pero también grandes dificultades, siendo crucial la articulación y coordinación de diversos actores. Los sectores público y privado, las universidades, los centros de investigación y las comunidades tienen que trabajar conjuntamente con metas en distintas temporalidades y en distintas escalas: global, regional, nacional, macrozonal, comunal, territorial.

Otra arista de la complejidad del cambio climático tiene relación con entender cómo interactúan los distintos fenómenos: aumento de temperaturas, disminución de precipitaciones, aumento

⁸ Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022 (2017). Ministerio del Medio Ambiente. Disponible en http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/07/plan_nacional_climatico_2017_2.pdf

⁹ CEPAL, 2009. La economía del Cambio Climático en Chile: síntesis. Naciones Unidas, Santiago de Chile. Disponible en https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/32827/S2009772_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y

¹⁰ Gobierno de Chile. CONAMA. Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2008-2012. p. 13, Estas son: a) Países insulares pequeños; b) Países con zonas costeras bajas; c) Países con zonas áridas y semiáridas, zonas con cobertura forestal y zonas expuesta al deterioro forestal; d) Países con zonas propensas a los desastres naturales; e) Países con zonas expuestas a la sequía y la desertificación; f) Países con zonas de alta contaminación atmosférica urbana; g) Países con zonas de ecosistemas frágiles, incluidos los ecosistemas montañosos; h) Países cuyas economías dependen en gran medida de los ingresos generados por la producción, el procesamiento y la exportación de combustibles fósiles y productos asociados de energía intensiva, o de su consumo; i) Países sin litoral y los países de tránsito. (Chile posee todas excepto la primera y la última)

del nivel del mar, acidificación de los océanos, olas de calor, inundaciones, sequías, incendios forestales, disminución de la biodiversidad, eventos extremos, entre otros. Estos fenómenos además requieren incorporar en el análisis la incertidumbre, variabilidad climática natural y los factores antrópicos locales. Bajo este contexto, se requiere contar con una mirada sistémica, holística, que congregue diferentes saberes para poder **gestionar el riesgo y contar con ciudades, territorios e instituciones mejor adaptados y más resilientes al cambio climático y desastres socionaturales y sus correlaciones**. En ese sentido, debemos transitar del enfoque histórico centrado en el conocimiento de las amenazas naturales, hacia un enfoque centrado en el entendimiento de las consecuencias e impactos que los cambios en el clima generan sobre los sistemas socioecológicos y sociotécnicos.

La vulnerabilidad de Chile ante el cambio climático puede ser una oportunidad para la planificación y el diseño de iniciativas o instrumentos que generen beneficios compartidos y mayor resiliencia en los territorios. Para esto, se requiere contar con recursos adecuados, personas capacitadas, voluntad política, instituciones articuladas y alineadas y financiamiento para tales actividades, además de una mejor manera de cuantificar los costos de los impactos y los beneficios asociados a las medidas de mitigación y adaptación, de manera de poder priorizarlas. Sin embargo, la amplitud de escenarios propios de este fenómeno nos obliga a contar con medidas más flexibles, y aumentar la capacidad de transformación de nosotros mismos aprendiendo a nivel individual, comunitario e institucional a enfrentar este desafío.

Dimensiones del desafío

La mesa de trabajo para la Agenda de I+D+i de cambio climático comprende que las dimensiones del desafío corresponden a:

a) Datos, información y conocimiento

En las entrevistas y las distintas mesas de trabajo, se ha concluido que Chile necesita un sistema de gestión de la información accesible y confiable para todos los actores, que sistematice la información existente y defina requerimientos a fin de disminuir las brechas de conocimiento, identificando actividades de monitoreo y la necesidad de nuevos estudios.

Un sistema de gestión de la información redundante en una mayor resiliencia y adaptación al cambio climático, y permitiría comprender mejor los sistemas socioecológicos y sociotécnicos, entendiéndolos en sus distintas escalas¹¹. Esto supone, además, entender que los riesgos climáticos de estos sistemas dependen de la probabilidad de ser afectados por eventos climáticos.

Para la adaptación y resiliencia, es fundamental el conocimiento de los ecosistemas, el capital natural, los servicios ecosistémicos¹² y la comprensión de los procesos hidrológicos, como también

¹¹ Micro (barrios urbanos, pueblos, sistemas cuencas- comunidades); meso (ciudades, ecosistemas); y macro (sectores a nivel nacional).

el capital social que existe en las comunidades, las condiciones de gobernanza, la vocación productiva de las cuencas, los conflictos socioambientales y el mapeo de la vulnerabilidad socioecológica de los diferentes sectores, con pronósticos y modelaciones que guíen la inversión. Por lo anterior, es urgente contar con datos e información de calidad, de acceso rápido, en línea, libre y trazable, evitando que la información y conocimiento existente se duplique, ya que en muchas ocasiones esta se encuentra dispersa en diferentes instituciones nacionales y regionales. En las diferentes instancias de trabajo de esta iniciativa, se identificaron dos ámbitos relativos a la información y al conocimiento. El primero tiene que ver con la urgencia de contar con información en recursos hídricos, particularmente en la generación de una plataforma nacional interoperable entre las distintas instituciones, universidades y privados, mientras que el segundo ámbito se centra en la necesidad de una articulación fluida entre instituciones públicas y privadas con el objetivo de difundir y masificar el uso de la información existente y robustecer la generación de escenarios de vulnerabilidad, que apunten a aumentar la resiliencia de los diferentes actores ante el cambio climático. Para esto, se propone la generación de una plataforma o repositorio unificado sobre el conocimiento generado y recopilado

b) Institucionalidad, gobernanza y regulación

Diferentes actores destacan la necesidad de una institucionalidad que dé respuesta a procesos de participación ciudadana y planificación temprana de mediano y largo plazo, que debe ser multinivel y descentralizada, con foco en los gobiernos locales y que esté adecuada a la cultura particular de los territorios. También se identifica como relevante el fomento de la innovación en los procesos, a través de la coordinación y gobernanza, para articular iniciativas. Se busca, en resumen, contar con “reglas claras” que permitan articular las distintas iniciativas en todos los niveles involucrados, generando cobeneficios y respetando la flexibilidad y complejidad que requiere el desafío en los diferentes territorios.

Como plataforma para llevar a cabo las acciones necesarias, es importante contar con modelos de negocios que puedan articular y distribuir los gastos sociales, ambientales y económicos entre los diferentes actores de la comunidad, territorio o cuenca. Se reconoce que, para planificar las inversiones futuras, existe un rezago importante en integrar las diferentes iniciativas en el territorio, como también en la construcción de escenarios de corto y largo plazo de los efectos del cambio climático en los distintos sectores productivos.

Se destaca, por tanto, la necesidad de proveer de espacios de diálogo y coordinación entre actores públicos, privados, gremios, sociedad civil y academia, para construir una visión común sobre sustentabilidad en los diferentes sectores en el largo plazo. Asimismo, se requieren acuerdos territoriales con un enfoque sistémico, que consideren integralmente los aspectos sectoriales como pesca, acuicultura, portuario, industria, forestal, energía, conservación y recreación, entre otros, considerando las características culturales y socioeconómicas.

Por otro lado, se puede potenciar el aporte de la ciencia y la academia, revisando si la entrega de financiamiento a través de la lógica competitiva es apropiada a este tipo de desafíos. Pareciera

¹² Los servicios ecosistémicos son recursos o procesos de los ecosistemas naturales (bienes y servicios) que benefician a los seres humanos. Incluye productos como agua potable limpia y procesos tales como la descomposición de desechos.

más adecuado generar mecanismos que promuevan el articular las capacidades científicas tecnológicas y propiciar el trabajo colaborativo en temas relevantes para el país. Esto supondría contar con más programas que tengan orientación de trabajo conjunto en el largo plazo. Se señala también la necesidad de integrar más actores ligados a las ciencias sociales, y acercar los contenidos a la población.

Por último, se destaca la necesidad de avanzar en la planificación participativa de las ciudades y áreas rurales para dotarlas de mayor resiliencia. Esto es, en la integración de los espacios naturales en las ciudades y en la conciliación de los sectores productivos, en particular la agricultura y ganadería, con la biodiversidad y servicios ecosistémicos.

c) Capacidades

Los distintos sectores productivos y de servicios están avanzando en técnicas de producción y tecnologías más amigables con el planeta y que ayuden a cerrar las brechas de vulnerabilidades locales (i.e. descarbonización, economía circular, eficiencia en el uso del agua, gestión del riesgo de desastres, entre otros), este proceso debe seguir profundizándose y debe incluir no solo a las grandes empresas, sino también a PyMes y otros actores.

¿Cómo llega la ciencia a los tomadores de decisiones? ¿Cómo tomar tales decisiones reconociendo y asumiendo márgenes de incertidumbre? ¿Cómo generamos conocimiento adecuado a las necesidades? ¿Cómo determinamos esas necesidades? Todas estas fueron preguntas que aparecieron en la conversación, y que evidenciaron la necesidad de contar con puentes más consolidados entre ciencia, empresa, comunidades y tomadores de decisiones.

También está la necesidad de potenciar la articulación del vínculo ciencia-empresa, creando espacios de diálogo para promover la innovación en materia de sustentabilidad y adaptación al cambio climático en los distintos sectores productivos y de servicios.

Otra gran pregunta es ¿cómo cambiamos la conducta de las personas? Existe conciencia que la transformación a economías circulares y bajas en carbono demanda, en la industria y en otros ámbitos sociales, requiere de un cambio de conductas en los individuos, que deben considerar dotar de capacidades para trabajar en equipos transdisciplinarios que aspiren y actúen en un conocimiento relacional complejo, en el que las distintas perspectivas, incluidos los conocimientos locales y ancestrales, sean invitadas y consideradas, y donde la incertidumbre tenga cabida para el entendimiento de los procesos que buscan mejores respuestas para nuestra existencia en el planeta.

Las conclusiones alcanzadas a las interrogantes anteriores ponen de manifiesto que es necesario un fortalecimiento de capacidades para implementar una gestión preventiva de riesgos, incluyendo acciones para enfrentar el estrés térmico e hídrico, adopción de nuevos calendarios de siembra, y promover el seguro agrícola, entre otros, de manera aplicable en todos los estratos y en particular en los pequeños productores agrícolas. Asimismo, se enfatizó la falta de capital humano en hidrología, hidrogeología, climatología y ciencias sociales, sin dejar de lado las capacidades técnicas relevantes en la implementación de este desafío.

Oportunidades y brechas del desafío

Existen oportunidades y brechas que pueden ser abordadas a través de distintas iniciativas de I+D+i para el cambio climático. Estas se han identificado en cuanto corresponden a una necesidad existente y relevante de abordar; requieren de una intervención del sector público vinculado a la CTCI para ser abordada; y generan valor desde la innovación para Chile y desde Chile hacia el mundo.

Cabe señalar que el presente documento parte por identificar estas oportunidades y brechas iniciales, las cuales pueden orientar políticas públicas. Para ello, se requerirá de un trabajo posterior para el diseño de alcances y límites; definición de actores participantes, articulaciones requeridas y responsables de implementar la agenda de política pública; y definición de prioridades, teniendo en consideración los límites presupuestarios del Estado.

Ciencia de datos en cambio climático

¿En qué consiste?

Definimos como ciencia de datos en cambio climático a los protocolos, procesos y mecanismos para recopilar datos que puedan ser dirigidos a una plataforma que, a su vez, integre datos, información y conocimiento territorializado de diversos actores, como entidades públicas, universidades, centros de investigación, empresas y comunidades, con el objeto de dirigir al estudio e investigación de los fenómenos asociados al cambio climático.

Esta gran base de datos interoperable permitirá congregarse la información y conocimiento, que hoy están aislados, de manera inmediata, actualizada y bajo criterios de calidad. Debe ser multiescala y multifuente, generar modelación y proyecciones climáticas, incluir información de actores e iniciativas, y tendrá distintas formas de presentar la información según nivel de profundidad necesaria, perfil del solicitante o uso final. Los datos deben permitir ser trabajados por distintos actores en forma transversal e identificar riesgos presentes y futuros. Esta infraestructura apuntará a gestores de acciones, tomadores de decisiones y educadores, además deberá facilitar el desarrollo de nuevas investigaciones focalizadas en vacíos existentes.

Algunas necesidades identificadas tienen relación con la necesidad de contar con más datos sobre recursos hídricos, en especial:

- Datos hidroclimáticos: existen datos medidos pero pocos disponibles, especialmente sobre los 1.000 metros de altitud y los relativos a hidrogeología. En específico, se requiere robustecer los sistemas de monitoreo para la medición de extracciones de aguas superficiales y subterráneas, aumentar la transferencia de datos en línea y generar una real coordinación entre los diferentes sistemas de medición, como estaciones fluviométricas en la cordillera y en las desembocaduras al mar, a lo largo de todo el país.
- Mapas y modelos hidrogeológicos con énfasis en la recarga de acuífero, cuantificación, dinámica y calidad química de las aguas.
- Modelos de vulnerabilidad a escala de cuenca hidrográfica. Información oceanográfica.
- Datos socioculturales: vulnerabilidad según modos de vidas, diferencia de géneros, migraciones, matriz productiva, entre otros.
- Actividades de colaboración público privada en la realización de monitoreos, estudios, modelos, etc.
- Calidad y caudal extraído de acuíferos superficiales y subterráneos

Además, se identifica la necesidad de articulación entre instituciones públicas y privadas con el objetivo de difundir y masificar el uso de la información existente y robustecer la generación de escenarios de vulnerabilidad, que apunten a aumentar la resiliencia de los diferentes actores ante el cambio climático. Para esto, se propone la generación de una plataforma o repositorio unificado sobre el conocimiento generado y recopilado que incluya:

- Resultados de procesos de monitoreo climático y ambiental de distintos sectores, considerando investigación desde Ministerios, centros de investigación y sector privado (ej. mineras, industria agrícola, etc.)
- Bases de datos que resulten de estudios llevados a cabo por el Ministerio del Medio Ambiente u otras instituciones públicas y privadas, relevantes desde el punto de vista climático.
- Planes de adaptación regionales, nacionales, sectoriales, y otros instrumentos relevantes desde el punto de vista climático.

¿Qué se busca?

- Suplir la falla de coordinación que existe en temas de información y conocimiento en cambio climático.
- Generar una política nacional de datos en cambio climático.
- Levantar e integrar Información de distintos actores.
- Fomentar el desarrollo de conocimiento en ámbitos críticos.
- Desarrollo de nuevas investigaciones focalizadas en ámbitos críticos y vacíos existentes.

¿Por qué es una oportunidad para Chile?

- Existencia de varias instituciones que pueden hacer medición y/o análisis de datos.
- Las características geográficas y variedad climática del territorio nacional lo convierten en un laboratorio natural para la recopilación de distintos tipos de datos desde distintas fuentes. (territorio antártico, territorio insular en el pacífico, etc.)

Vinculación Ciencia-Estado para políticas públicas apoyadas en evidencia científica

¿En qué consiste?

El cambio climático ha impuesto exigencias únicas y complejas a la gobernanza del país y los territorios, que requieren el desarrollo de conocimiento especializado por la comunidad científica. Es por eso que los tomadores de decisiones necesitan evidencia y orientación de los especialistas para nutrir las políticas públicas, además de desarrollar capacidades de base científica para relacionarse con las fuentes de conocimiento.

Por lo tanto, se busca lograr una articulación real entre la comunidad científica y los tomadores de decisión a través de mecanismos institucionales entre los investigadores, sector público y sociedad civil para definir soluciones al cambio climático con el objetivo de formular políticas robustas, con perspectiva de largo plazo, basadas en evidencia, reducir la incertidumbre, etc. Una alternativa para abordar este reto, es el desarrollo tipo de Centro de Síntesis que favorezca

la recopilación y sistematización del conocimiento disponible y/o requerido, como es el caso de SESYNC: Centro de la Universidad de Maryland que reúne las ciencias naturales, sociales y humanidades con el mundo de las tomas de decisiones para encontrar soluciones a problemas socio-ambientales. Es financiado por la NSF en Estados Unidos¹³.

Un modelo de referencia nacional es el diseño del Instituto de Resiliencia ante Desastres Naturales (ITrenD) recientemente aprobado por CORFO, y que es una de las recomendaciones de la Agenda de I+D+i para la Resiliencia ante Desastres Naturales que entregó el CNID en 2016.

¿Qué se busca?

- Generar la articulación necesaria con el mundo científico-académico y el Estado.
- Establecer canales de diálogo con los principales centros de generación de conocimiento.
- Incorporar la evidencia científica en la toma de decisiones.

¿Por qué es una oportunidad para Chile?

- Existe aproximación de los gobiernos locales y las instituciones científicas
- Permitiría mejorar el vínculo ciencia-comunidades, según necesidades locales
- Existen instituciones especializadas en temáticas regionales, que podrían tomar rápidamente temáticas puntuales.

Observatorio a nivel nacional y local de cambio climático

¿En qué consiste?

La diversidad de elementos que confluyen en el cambio climático ha influido en que múltiples instituciones aborden este desafío, muchas veces duplicando acciones. Por eso, se necesita contar con una institución especializada en sintetizar y rastrear las políticas públicas, regulaciones y leyes para enfrentar el cambio climático que son llevadas a cabo por el Estado en sus diversas organizaciones, con el objetivo de mantener informados a los tomadores de decisiones, favorecer las coordinaciones y reducir las incongruencias.

Esta institución puede favorecer que se enfrente el cambio climático desde perspectiva multiescalar, es decir, informar metas y planes regionales y locales de mitigación y adaptación, además del plan nacional, evitando la duplicidad de estudios o acciones no coordinadas. También podrá generar sinergias con otras instancias como, por ejemplo, ligar los Comité Regional de Cambio Climático (CORECC) con las mesas regionales de Innovación. En resumen, articular una mejor coordinación entre las estructuras de la gobernanza y vincular al cambio climático a otras iniciativas ya existentes, pasando a ser parte de la planificación territorial. También es necesario contar con entidades evaluadoras en el Estado que identifiquen y evalúen los impactos financieros de programas y/o políticas públicas a desarrollar.

¹³ www.sesync.org

¿Qué se busca?

- Coordinar y articular las instancias de encuentro y el cruce con iniciativas relacionadas.
- Resolver conflictos entre la entidad, sus contrapartes u organismos financieros.

¿Por qué es una oportunidad para Chile?

- Existe una experiencia cercana en Argentina, donde se creó el Observatorio Nacional de Cambio Climático en 2017.
- Hay otros observatorios operando en Chile, con características y objetivos compartidos (ej. CTIE: Observatorio de Ciencia, Tecnología, Innovación y Emprendimiento).
- Se pueden aprovechar las ventajas naturales de Chile en la Región Antártica y Subantártica para observación y comprensión del cambio climático, como un polo de desarrollo científico de nivel internacional.

Diseño de programas de formación de capital humano

¿En qué consiste?

Diseño de programas interdisciplinarios de formación de capital humano a nivel magíster y doctorado considerando las capacidades ya existentes, como por ejemplo, con la coordinación de centros de excelencia de los distintos ámbitos relacionados, enfocados en mejorar y expandir el capital humano en las temáticas relativas al cambio climático, tanto en las ciencias puras como en especialidades que se irán relevando al avanzar en estrategias de mitigación y adaptación (algunos ejemplos mencionados en los talleres: Psicólogos especializados en atención post desastres o en migrantes climáticos, sociólogos que definan las vulnerabilidades particulares de ciertas comunidades).

Vinculación a la academia, empresa y sector público en el impulso de estos planes y/o programas para incorporar las capacidades de trabajo interdisciplinarios y/o transdisciplinario.

¿Qué se busca?

- Modificar e innovar en programas educativos a toda escala para incluir temáticas de cambio climático.
- Capacitar a funcionarios públicos para mejorar su comprensión del cambio climático.
- Crear iniciativas para fomentar innovación en torno al desafío desde la población estudiantil.

¿Por qué es una oportunidad para Chile?

- Capital humano capacitado y con conocimientos de territorios disímiles pueden apoyar procesos de mitigación o adaptación en países de la región.
- Se fomenta la innovación en personas de distintos contextos y con distintas problemáticas, lo que puede permitir desarrollo de soluciones a la medida para ciertas comunidades.

Programas de I+D+i que enfrenten los efectos del cambio climático en los recursos naturales

¿En qué consiste?

Es fundamental entender cómo el país y sus ecosistemas se enfrentan al cambio climático. Para esto es necesario avanzar en estrategias de caracterización, monitoreo y modelación, impulsando la investigación en temáticas como mitigación de gases de efecto invernadero en sectores económicos y regiones particulares, desarrollo de tecnologías para gestión del agua potable y saneamiento rural; diseño de medidas de adaptación respecto a de la escasez hídrica como riego tecnificado, telemetría, gestión integrada, etc.; plan de normativas para la reducir la contaminación y conservar y/o recuperar los sistemas acuáticos; innovación en diseño de las ciudades y la vivienda (i.e. con nuevos materiales), aprovechando así las sinergias entre adaptación y mitigación.

¿Qué se busca?

- Identificar tópicos con las mayores oportunidades de desarrollar investigación científica, innovación y desarrollo tecnológico.
- Desarrollar políticas públicas que permitan incentivar la adopción de prácticas sustentables.

¿Por qué es una oportunidad para Chile?

- Nuevamente, las características geográficas y variedad climática del territorio nacional lo convierten en un laboratorio natural para la recopilación de distintos tipos de datos desde distintas fuentes.

Infraestructura para investigación/prototipado de mediana o gran escala

¿En qué consiste?

Desarrollar infraestructura y recursos para etapas intermedias de escalamiento del prototipado, investigación e innovación en áreas fundamentales, por un lado, para cumplir las metas nacionales comprometidas en mitigación, como para enfrentar las necesidades futuras de adaptación.

Chile cuenta con iniciativas tempranas de apoyo, pero los proyectos tienden a estancarse pasada esa fase. Para una eventual exportación, las iniciativas deben ser escalables y flexibles, y ser probadas en condiciones reales, no sólo en pilotos y/o laboratorio.

Algunas de estas áreas donde debieran darse estos proyectos escalables está en desarrollo y adaptación de las ERNC (aprovechando las condiciones locales de generación), proyectos de UTCUTS (uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura), REDD+ (reducción de las emisiones derivadas de la deforestación y la degradación de los bosques), reducción de emisiones en industrias intensivas, eficiencia energética, etc.

¿Qué se busca?

- Proveer de financiamiento para infraestructura e implementos para investigación de mediana escala y prototipado en fases intermedias.
- Dado que lo importante es el acceso a la infraestructura científica ella no necesariamente debe estar en Chile, podría accederse a ella a través de redes de cooperación con instituciones internacionales o universidades.
- Cubrir la brecha entre las etapas tempranas y las etapas de mayor desarrollo en la investigación científica.

¿Por qué es una oportunidad para Chile?

- Complementa la formación de capacidades.
- Permite la generación de proyectos, bienes y/o servicios exportables.
- Fomenta y estimula el ecosistema de innovación.
- Permite la vinculación con empresa privada, preparar las industrias locales a exigencias internacionales y apalancar recursos.

Fomento de una cultura sostenible en cambio climático

¿En qué consiste?

El cambio climático es un fenómeno de una complejidad tal que la sociedad en su conjunto requiere comprender y conversar permanentemente sobre sus alcances y desafíos. En esta dinámica el aporte de la comunidad científica se une a la mirada del resto de los actores, entendidos como los hacedores de política, mundo productivo, ciudadanía, entre otros.

Por esto es necesario desarrollar capacidades que permitan formarnos como sociedad consciente del cambio climático, con el objetivo que se logre comprender los alcances de sus impactos y respaldar las medidas de mitigación y adaptación que son posibles de implementar.

En este contexto es fundamental integrar el conocimiento sobre cambio climático y sustentabilidad de forma transversal en programas educativos desde el nivel pre-escolar a los currículos de educación superior, además de fortalecer las capacidades del sistema público a nivel regional y local. Crear concursos a nivel escolar con iniciativas innovadoras de rápida implementación en ecosistemas locales. Desarrollo de actividades e instrumentos que puedan, por un lado, transferir el conocimiento integrado y local sobre los impactos del cambio climático, y por otro, capturar ideas e iniciativas locales en mitigación y adaptación.

¿Qué se busca?

- Mecanismos que permitan otorgar la educación, concientización, y democratización del cambio climático ante la ciudadanía.
- Revisión y modernización del currículum de enseñanza.

¿Por qué es una oportunidad para Chile?

- Permite una transformación cultural como base de una economía baja en carbono.

CAMBIO CLIMÁTICO

Cómo la ciencia, tecnología, conocimiento e innovación pueden contribuir al desafío país

Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo / División de Innovación del Ministerio de Economía

