



ESTRATEGIA DE **DESARROLLO Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO**

ENERO 2021



Ministerio de
Ciencia,
Tecnología,
Conocimiento
e Innovación

Gobierno de Chile

ÍNDICE

Mensaje Ministro Andrés Couve	3
Prólogo	4
1. Introducción	6
2. Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación y Transferencia Tecnológica en Chile.....	8
2.1. Limitaciones del ecosistema para la transferencia tecnológica en cambio climático	10
2.2. Cinco barreras generales para el desarrollo y transferencia tecnológica para el cambio climático en Chile	11
3. Objetivos Estrategia de Desarrollo y Transferencia Tecnológica para el Cambio Climático	13
4. Estrategia de Desarrollo y Transferencia Tecnológica (EDTTCC).....	14
4.1. Identificación y priorización de ámbitos y sectores: una propuesta metodológica	16
4.2. Marco habilitador para la elaboración de Planes de Acción Tecnológicos (PAT) en ámbitos y sectores priorizados	20
4.3. Condiciones habilitantes para la EDTTCC y de los Planes de Acción Tecnológicos	24
4.4. Gobernanza para la Estrategia de Desarrollo y Transferencia Tecnológica para el Cambio Climático (EDTTCC)	26
Glosario	28
Referencias.....	31
Anexos.....	33

Mensaje Ministro Andrés Couve

La generación de capacidades y condiciones dinámicas para la innovación tecnológica en el ámbito del cambio climático y su transferencia son desafíos que nos plantea el avance hacia el desarrollo integral y sostenible de Chile en el siglo XXI. El Acuerdo de París establece la necesidad de acelerar la descarbonización de las economías para mitigar los efectos actuales y futuros de la variabilidad y el cambio del clima. En este contexto, resulta crucial incorporar la evidencia, tanto de las ciencias físicas y naturales como también de las sociales, para que la ciencia, la tecnología, el conocimiento y la innovación sean parte central de la toma de decisiones en la materia.

La opción de fortalecer la generación de evidencia nos sirve de base para el desarrollo y el despliegue de tecnologías avanzadas para disminuir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), así como también de aquellas que faciliten la adaptación al cambio climático. Esta decisión es crucial para aumentar la resiliencia de nuestro territorio.

Como país nos hemos comprometido a reemplazar por completo la producción de energía en base a carbón hacia el año 2040, a la movilidad eléctrica en el transporte público y a convertirnos en carbono neutral hacia el año 2050. Estos objetivos requieren de la tecnología como elementos de mejora en nuestras contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC), propiciando alianzas que impliquen un esfuerzo global y, particularmente, que fortalezca los medios de implementación en las acciones de mitigación y adaptación al cambio climático.

Esta Estrategia de Desarrollo y Transferencia Tecnológica para el Cambio Climático enfatiza la alianza que nuestra comunidad científica y el sector público han generado, con miras a entregar insumos que promuevan el diseño e implementación de políticas públicas robustas. Por ello, quisiera expresar mi agradecimiento a la Comisión presidida por Sebastián Vicuña, que elaboró la propuesta sobre la que se construye esta Estrategia.

Como instrumento, esta Estrategia entrega un marco metodológico para orientar la priorización de ámbitos y sectores afectados por el cambio climático en Chile. Este marco permitirá fomentar el desarrollo y transferencia de tecnologías que contribuyan a los propósitos de adaptación y mitigación comprometidos en la NDC. Asimismo, las iniciativas prioritarias de esta Estrategia se enmarcan y potencian con la implementación de las acciones establecidas en la primera Política Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación elaborada por el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.

Así contribuimos a colocar al conocimiento y la tecnología en el centro de nuestra propia trayectoria de desarrollo, avanzando en la construcción de un futuro mejor y resiliente para las generaciones por venir.

Andrés Couve Correa

Ministro de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación

Prólogo

El reciente informe especial sobre 1,5°C del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC, por su sigla en inglés), reconoce la importancia de reducir entre 45 a 50 por ciento las emisiones de GEI a nivel mundial a más tardar en 2030 para evitar que la temperatura del planeta aumente por sobre los 1,5 grados Celsius (IPCC, 2018a). Sin cambios drásticos, los efectos en el clima que ya están afectando el planeta serán más rápidos, de largo alcance y sin precedentes en su impacto en los sistemas humanos, físicos y naturales.

Este escenario plantea una serie de desafíos, tanto en términos de mitigación (y captura) de GEI, como de la adaptación a los impactos del cambio climático. En ese contexto, la propuesta de una estrategia para el desarrollo y transferencia tecnológica para el cambio climático que aquí se presenta entiende que estas son herramientas fundamentales para acelerar la transición hacia una sociedad baja en carbono, y para disminuir los riesgos asociados a los impactos del cambio climático. El desarrollo y la transferencia tecnológica son dos caras de la misma moneda, que cuando se aprovechan juntas, constituyen un medio efectivo para catalizar y apoyar los procesos de transformación que permitan transitar hacia una economía circular y alcanzar la meta de emisiones netas de carbono cero para 2050. De esta manera, se contribuye a construir una sociedad próspera, inclusiva y resiliente al clima, que aprovecha el conocimiento y lo integra a las comunidades y la industria, como condición clave para el desarrollo.

Hacernos cargo de las causas y los impactos del cambio climático es uno de los mayores desafíos que enfrenta la humanidad. Para responder a ellos necesitamos todas las herramientas y capacidades posibles. El desarrollo y transferencia de tecnología, en conjunto con otras herramientas como los cambios culturales y las soluciones basadas en naturaleza, son elementos críticos para lograr reducir las emisiones -y aumentar las capturas- de GEI, así como disminuir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia para hacernos cargo de los eventos climáticos que ya están generando impactos y que van a acentuarse en el futuro producto del cambio climático.

Como Presidente de la Comisión que ha preparado la propuesta de Estrategia de Desarrollo y Transferencia Tecnológica para el Cambio Climático (EDTTCC) quisiera agradecer la confianza del Ministro de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, don Andrés Couve, depositada en mí para liderar este proceso. Quisiera agradecer también la generosidad y profesionalismo de todos los miembros de la comisión y en especial agradecer el equipo de trabajo de apoyo del Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (CNID) que fue responsable de la preparación de cada una de las reuniones de la Comisión y de la redacción de la propuesta de EDTTCC entregada al Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.

Sebastián Vicuña

Presidente de Comisión

Estrategia de Desarrollo y Transferencia Tecnológica para el Cambio Climático

Miembros de la Comisión EDTTCC

Sebastián Vicuña (Presidente de la Comisión), Marta Alfaro, Gloria Baigorrotegui, Giovanni Calderón, Juan Carlos de la Llera, Alejandra Figueroa, Rodrigo Fuster, Fernando Hentzschel, Marina Hermosilla, Bernardo Larraín, Cleve Lightfoot, Francisco Meza, Andrés Pesce, Alberto Schwend, Carolina Urmeneta, Katherine Villarroel, Jean Paul Zalaquett, Daniela Zamorano.

Editor EDTTCC

Leonardo Muñoz, Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.

Equipo de trabajo

Xaviera de la Vega (Secretaría Ejecutiva Comisión EDTTCC).

El trabajo de la EDTTCC fue apoyado por la Secretaría Ejecutiva del Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (CNID), en particular los profesionales: Jaime Álvarez y José Ortiz.

Comité Interministerial para la EDTTCC

Maritza Jadrijevic, Nico Kohlhas y Johanna Arriagada de la Oficina de Cambio Climático, Ministerio de Medio Ambiente; Leonardo Muñoz del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación; Patricia Fuentes y Carolina González de las Gerencias de Capacidades Tecnológicas y de Innovación de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO); Ismael Díaz, Ximena Ruz y Ambrosio Yobánolo de la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC); Rodrigo Céspedes del equipo COP25; Consuelo Bruno y María Eugenia Camelio de la Agencia Nacional de Innovación y Desarrollo (ANID); y, Angelina Espinoza de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) del Ministerio de Agricultura.

Personas que realizaron aportes específicos, se sumaron a las sesiones o fueron entrevistados para compartir sus experiencias y visiones: Alan García (Sociedad de Fomento Fabril, SOFOFA), Elizabeth Zapata (CORFO).

1. Introducción

La consideración y promoción del rol de la tecnología en el apoyo a la acción nacional sobre el cambio climático es un elemento esencial en los procesos de la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático (UNFCCC, por su sigla en inglés). En 1992, cuando la UNFCCC se establece, los países incluyen disposiciones específicas sobre tecnología con el propósito de lograr su objetivo de largo plazo. La Convención señala que todas las partes promoverán y cooperarán en el desarrollo y transferencia de tecnologías que reduzcan las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

El desarrollo y la transferencia tecnológica, con una adecuada dirección, puede jugar un rol catalizador y ser una herramienta fundamental para acelerar la transición hacia una sociedad baja en carbono mediante la mitigación y captura de emisiones GEI y/o la disminución de los riesgos asociados a los impactos del cambio climático mediante el proceso de adaptación de las sociedades y sus distintos agentes. Esto se ratifica en el Acuerdo de París, donde cerca 140 países en vías de desarrollo -que representan el 95% de los que generan bajas emisiones GEI¹- adoptan la tecnología como uno de los pilares de sus NDC (UNFCCC, 2016).

En el marco de la Conferencia de las Partes (COP, por su sigla en inglés) de la UNFCCC se plantea como propósito el “...promover y facilitar el fortalecimiento del desarrollo y la transferencia de tecnología a fin de respaldar la aplicación del presente Acuerdo, con miras a hacer realidad la visión a largo plazo...” (artículo 10 del Acuerdo de París; UNFCCC, 2018). La visión a largo plazo para el desarrollo y la transferencia de tecnología compartida por las partes se relaciona con la importancia de aprovechar plenamente este mecanismo tecnológico para mejorar la capacidad de adaptación al cambio climático y reducir las emisiones GEI.

La elaboración de una Estrategia de Desarrollo y Transferencia Tecnológica para el Cambio Climático (EDTCC) responde a uno de los compromisos suscritos por Chile para enfrentar sus desafíos ante el cambio climático. Este compromiso forma parte de la NDC presentada por Chile en la COP21 realizada en París, lo que se ratifica en su actualización, estableciendo que “Chile presentará en el 2020 su EDTCC y la comenzará a implementar con el fin de fomentar y fortalecer el desarrollo y transferencia tecnológica apoyando e impulsando las transformaciones culturales, sociales,

¹ Estos Países o Partes son No Anexo 1. En la primera versión de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (INDC, por su sigla en inglés), los países describieron sus esfuerzos planificados para la mitigación y adaptación al cambio climático incluyendo iniciativas ligadas a la tecnología climática y el contexto de su desempeño. De las 190 Partes que presentaron una INDC, más del 75% relevaron la tecnología como un factor que contribuye a enfrentar el cambio climático. Aproximadamente el 25% de las Partes del anexo I -países desarrollados- se refirió a la tecnología, generalmente en el contexto de la I+D y la innovación para apoyar la acción nacional. Por otro lado, más de 100 países en desarrollo -no anexo 1- expresaron la necesidad de apoyo internacional para el desarrollo y la transferencia de tecnología para implementar sus planes nacionales. Casi un tercio mencionó necesidades específicas de tecnología climática, y una quinta parte -26 países- se refirió a evaluaciones de necesidades tecnológicas (TNA, por su sigla en inglés).

ambientales y económicas necesarias para lograr un desarrollo sostenible, resiliente y carbono neutral al 2050” (Ministerio del Medio Ambiente, 2020).

En el cumplimiento de este compromiso, el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación encarga a la Secretaría Ejecutiva del Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (CNID), coordinar la elaboración de una propuesta de una EDTTCC. Con este mandato se convoca a una Comisión EDTTCC, presidida por Sebastián Vicuña² y en la que contribuyen destacados líderes de la academia, sector público, actividad empresarial y sociedad civil vinculados al desarrollo y transferencia tecnológica y a materias de cambio climático. Este trabajo es apoyado por un Comité Interinstitucional conformado por representantes de los ministerios de Economía, Fomento y Turismo; del Medio Ambiente; y, de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación; además de CORFO, de la Agencia de Sustentabilidad para el Cambio Climático y del CNID.

La Comisión EDTTCC lleva a cabo un proceso de análisis y discusión -entre los meses de mayo de 2019 y enero de 2020- para generar dos documentos de trabajo. El primero presenta una “*Propuesta de Estrategia de Desarrollo y Transferencia Tecnológica para el Cambio Climático (EDTTCC)*”; mientras que el segundo propone una “*Guía para los Planes de Acción Tecnológica para el Cambio Climático*” que se funda en los aprendizajes de la aplicación de las orientaciones de UNEP DTU/GEF (2019) en el sector agrícola y forestal chileno.

Esta EDTTCC es un primer paso para avanzar en la identificación y priorización de tecnologías para enfrentar el cambio climático, que es necesario desarrollar y transferir en Chile. **De esta forma, en un horizonte de cinco años, establece una apuesta metodológica para organizar la identificación y priorización de las acciones necesarias que habiliten la elaboración de planes de acción tecnológica.** En su elaboración tiene como insumos fundamentales los dos documentos de trabajo presentados por la Comisión EDTTCC, la NDC de Chile (Ministerio del Medio Ambiente, 2020), la Política Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, 2020), el estudio “Diagnóstico de las capacidades de transferencia tecnológica del país y desarrollo de la primera etapa del análisis de necesidades tecnológicas en cambio climático” (Centro de Cambio Global y Centro de Energía, ambos de la Universidad Católica, 2018), las guías y orientaciones para la Evaluación de Necesidades Tecnológicas (UNEP DTU/GEF, 2019; UNDP, 2010; UNEP DTU, 2018) que orientan el diseño de Planes de Acción Tecnológica (PAT), en ámbitos y sectores priorizados. Adicionalmente, esta Estrategia propone una institucionalidad y gobernanza que permita el avance de cada uno de sus ejes de acción.

Esta Estrategia permite organizar los esfuerzos públicos y privados para superar las barreras que inhiben el desarrollo y adopción de tecnologías para el cambio climático orientando la identificación de medidas para superarlas, junto con la identificación de oportunidades de financiamiento nacional e internacional³.

² Profesor de la Escuela de Ingeniería y Director del Centro de Cambio Global de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

³ La elaboración de una EDTCC permite disponer de un marco en el que se desarrollen los procesos de Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA, por su sigla en inglés). De esta forma, se habilita un marco de

La implementación de esta Estrategia permitirá que Chile avance hacia un rol de liderazgo regional y global, pudiendo transformar el desafío transversal del cambio climático en una oportunidad de desarrollo sostenible vinculando el aporte de la tecnología en el logro de una mayor resiliencia -con soluciones de adaptación y de mitigación- consistente con la construcción de una trayectoria nacional hacia la carbono neutralidad al año 2050.

trabajo que permite cumplir con los requisitos para optar a financiamiento internacional especialmente enfocado en apoyar iniciativas de desarrollo y transferencia tecnológica para el cambio climático, en el marco de la UNFCCC.

2. Diagnóstico del Desarrollo y Transferencia Tecnológica para el Cambio Climático en Chile

Junto con la creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (MinCiencia), en el año 2018, se reconoce que el sistema nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI) está compuesto por los organismos públicos, instituciones públicas de investigación y desarrollo e instituciones de educación superior estatales; y por las personas e instituciones privadas que realizan, fomentan o apoyan actividades relevantes relacionadas con ciencia, tecnología e innovación. Se comprenden dentro de estas materias las actividades relacionadas con la formación de recursos humanos altamente calificados y técnicos especializados; la investigación básica y aplicada y la generación de conocimiento en las diversas disciplinas del saber; el desarrollo, transferencia y difusión de tecnología; y la innovación pública y privada en todas sus dimensiones. El Sistema se sustenta en la colaboración, la coordinación y la cooperación de sus integrantes, buscando complementarse con otros sistemas de ciencia, tecnología e innovación a nivel internacional (artículo 2°, ley N° 21.105).

En este marco institucional CTCI, el desarrollo y transferencia tecnológica es un proceso participativo y dinámico en el que interactúan una serie de instituciones y actores, configurando un ecosistema complejo de interrelaciones. En este ecosistema participan actores de índole diversa, puesto que representan a distintos grupos de interés, poseen distintas motivaciones, competencias, atribuciones, etc. Esta diversidad posibilita el desarrollo de interacciones que se benefician de las sinergias y oportunidades para generar avances en cada uno de los participantes, a través del desarrollo de soluciones orientadas a responder a sus desafíos y propósitos.

En el ámbito del cambio climático, además de su diversidad, los actores del ecosistema CTCI son distintos en cuanto a su capacidad de contribuir mediante acciones de mitigación o de adaptación - o ambas. Su contribución se manifiesta en la generación de conocimiento, el fortalecimiento de capacidades o con el desarrollo de soluciones. Distintos factores determinan el tipo de acciones a desarrollar, entre los que cuentan los aspectos económicos, sociales, regulatorios o normativos, políticos, etc. Particularmente, las acciones implementadas por las distintas partes se comprenden en el contexto nacional de vulnerabilidad al cambio climático y en el marco de transición hacia una economía baja en carbono y mediante la disminución de emisiones de GEI.

Esta Estrategia reconoce la existencia de un ecosistema CTCI como marco institucional para su desarrollo. Entre otros, por el rol que desarrolla identifica al Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación; la ANID; el Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; CORFO; ASCC; las Oficinas de Transferencia y Licenciamiento y HUBs de Transferencia Tecnológica; representantes del sector privado -asociaciones gremiales y sociedades nacionales de sectores productivos; así como también a los Centros de Investigación y Desarrollo; como los actores principales de una red dinámica y participativa para el desarrollo y transferencia de tecnologías para el cambio climático en Chile.

2.1. Limitaciones del ecosistema para la transferencia tecnológica en cambio climático

El diagnóstico nacional de las capacidades de transferencia tecnológica desarrollado en año 2018 como una primera fase del análisis de necesidades tecnológicas en cambio climático⁴, plantea las siguientes conclusiones:

- La implementación de tecnologías relativas a cambio climático es acotada y liderada por pocos actores desde sectores que, por su naturaleza, están más expuestos y han comenzado a recibir de manera directa los impactos de un clima cambiante o han internalizado, por diversas razones, la necesidad de mitigación de GEI.
- Se mantiene una importante asimetría en el nivel de avance en la implementación de tecnologías y transferencia de capacidades, que obedecen a una serie de factores estructurales del ecosistema de transferencia tecnológica en Chile, los cuales traspasan las particularidades sectoriales, principalmente por falta de coordinación, información y de infraestructura.
- Son más evidentes los avances en la implementación de tecnologías y generación de capacidades en materia de mitigación de GEI y temas asociados (eficiencia energética, generación eléctrica baja en emisiones, etc.) que las que se pueden identificar en materia de adaptación a los impactos del cambio climático.
- Es necesario generar y fortalecer la coordinación y articulación intersectorial a distintos niveles y entre los distintos tipos de instituciones participantes del ecosistema CTCl.
- En la esfera pública y de agencias intermediarias se evidencia la necesidad de mejorar la coordinación de iniciativas y estrategias para la implementación de acciones, siendo necesario un liderazgo que entregue señales claras y de largo plazo a todos los actores.
- La academia tiene la relevancia de acercar y articular el trabajo desarrollado en materia de investigación a las necesidades de los distintos actores del ecosistema CTCl. Se hace relevante mejorar los flujos de información, capacidades y financiamiento entre los agentes generadores de conocimiento y los usuarios finales. En este sentido, las oficinas de transferencia y licenciamiento (OTLs) y HUBs Tecnológicos juegan un rol importante a la hora de identificar, desarrollar y acompañar proyectos conjuntos entre academia y sector privado, en los cuales es necesario mejorar aspectos burocráticos y de licenciamiento.

⁴ Centro de Cambio Global y Centro de Energía UC (2018) “Diagnóstico de las capacidades de transferencia tecnológica del país y desarrollo de la primera etapa del análisis de necesidades en cambio climático”.

2.2. Cinco barreras generales para el desarrollo y transferencia tecnológica para el cambio climático en Chile

La propuesta de Comisión EDTTCC identifica cinco barreras generales que obstaculizan o inhiben el desarrollo y transferencia tecnológica. A modo de síntesis estas se enmarcan en los siguientes ámbitos⁵:

- a. *Financiamiento*. Las posibilidades de acceso a recursos se dificulta por diversos motivos, entre los que se aprecia la falta de conocimiento sobre los instrumentos de financiamiento; la evaluación del riesgo asociado al desarrollo de soluciones tecnológicas con altos requerimientos en ingeniería, experimentación y pilotaje para desafíos a largo plazo tiende a ser negativa con respecto a proyectos individuales de emprendimiento, con ciclos cortos de escalamiento y rentabilidad; la debilidad de instrumentos para financiar procesos de escalamiento industrial de tecnologías probadas en laboratorio, lo que impacta en su validación y transferencia.
- b. *Desarrollo de Talentos*. En las últimas décadas Chile ha generado capacidades científicas y tecnológicas de buen nivel. Sin embargo, respecto de los desafíos vinculados con el cambio climático se aprecia la necesidad de formación en disciplinas relevantes para la toma de decisión, además de ampliar las capacidades instaladas considerando las ciencias sociales que permitan comprender y gestionar las posibilidades de adopción e impacto que, potencialmente, puedan generar las tecnologías y su adopción. Asimismo, las capacidades están desigualmente distribuidas institucional y territorialmente, dificultando procesos contextualizados del desarrollo de tecnologías. Con relación a la transferencia tecnológica se aprecia una ausencia de capacidades en operación y mantención de tecnologías, así como también la conducción de procesos de propiedad intelectual, de gestión tecnológica y de proyectos de I+D.
- c. *Información*. Las necesidades de información se identifican en tres dimensiones sobre el conocimiento del ecosistema, la identificación de requerimientos y el despliegue de tecnologías para la generación y acceso de información y conocimiento sobre cambio climático. Esta barrera se manifiesta en la carencia de información de las capacidades disponibles para el desarrollo y transferencia tecnológica, el mapeo de iniciativas de contenido local, así como también la sistematización de las capacidades tecnológicas globales asociadas a procesos de propiedad industrial a nivel nacional y global. Asimismo, se aprecia la debilidad de sistemas integrados y de acceso abierto de la información que resuelvan la existencia de múltiples plataformas, que no comparten cobertura, estándares y protocolos para la generación, validación y gestión de la información.
- d. *Infraestructura*. Las brechas en infraestructura se aprecian en dos ámbitos. El primero de ellos, se vincula con la carencia de laboratorios y equipamiento para la validación de tecnologías y su transferencia -considerando las fases de prueba, prototipado, pilotaje y escalamiento

⁵ En el anexo 1 se presente un desglose de estas barreras generales y su vinculación con el desarrollo y transferencia tecnológica para el cambio climático.

industrial. El segundo ámbito releva la necesidad de implementar tecnologías que, aun cuando no se desarrollen localmente, tienen la posibilidad potencial de impactar en varios ámbitos y sectores relacionados, entre las que se identifican las plataformas de información y sensores relacionados, fibra óptica, redes informáticas, computación cuántica, satélites e inteligencia artificial, entre otras.

- e. *Coordinación institucional y del ecosistema.* La identificación de un ecosistema CTCI es una oportunidad para gestionar una mirada sistémica en los procesos de desarrollo y transferencia tecnológica para el cambio climático. Las barreras de institucionalidad se aprecian se vinculan con la necesidad de alinear incentivos para los actores que generan conocimiento y los que generan transferencia tecnológica. Asimismo, debido a que los procesos de desarrollo y transferencia de tecnología son dinámicos y se llevan a cabo en diferentes espacios socioculturales, se hace necesaria la revisión y actualización de la normativa para comprender los efectos que las iniciativas puedan generar en los sectores priorizados. Por último, se requiere fomentar el desarrollo de acuerdos que potencien la generación de redes que articulen oferta y demanda de tecnología.

La configuración actual del ecosistema CTCI y, específicamente, las capacidades y condiciones que éste genera en la implementación de tecnologías para responder a los desafíos del cambio climático muestra un desarrollo acotado a actores y sectores que han tenido que resolver -principalmente por necesidad- la mitigación de GEI. En este contexto, se hace necesaria la definición de una estrategia que considere las necesidades de acción, y con ello, de soluciones tecnológicas y desarrollo de capacidades para abordar los desafíos de adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático. Desde esta perspectiva, la EDTTCC es un instrumento que contribuye a orientar los aspectos técnicos sobre los ámbitos y sectores prioritarios para el diseño de Planes de Acción Tecnológicos, en un marco de fortalecimiento del ecosistema CTCI definido por la Política Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.

3. Objetivos Estrategia de Desarrollo y Transferencia Tecnológica para el Cambio Climático

Objetivo General

Fomentar y fortalecer el desarrollo y la transferencia tecnológica, a través de la identificación de sectores y de ámbitos fundamentales para impulsar cambios institucionales, sociales, económicos y ambientales que permitan el avance hacia una trayectoria de desarrollo sostenible, resiliente y carbono neutral al 2050. **De esta forma, esta Estrategia entrega un marco metodológico para organizar, en un horizonte de cinco años, la contribución en materia de desarrollo y transferencia de tecnologías de la NDC comprometida por Chile en el año 2020.**

Objetivos Específicos

- a. Diseñar y consensuar una metodología para identificar y priorizar ámbitos y sectores⁶ que emiten o capturan GEI o que son impactados por los efectos del cambio climático.

Por norma general, en el primer caso, se utiliza como referencia la estructura de caracterización de los Inventarios Nacionales de GEI (INGEI), que siguen las directrices del IPCC como estándar a nivel global. Mientras que, en la identificación y priorización de ámbitos y sectores afectados por el avance del cambio climático existe diversidad de criterios y consideraciones para su caracterización. Ante esta dualidad es necesario disponer de un consenso metodológico que, en el contexto nacional, priorice las acciones que orienten el desarrollo y transferencia de tecnologías para apoyar la disminución de emisiones, el aumento de las capturas de GEI o el aporte a la adaptación al cambio climático.

- b. Elaborar y establecer un marco habilitador que permita el desarrollo de Planes de Acción Tecnológica en los ámbitos y sectores priorizados.

El punto de partida en la elaboración de los Planes de Acción Tecnológicos es la Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA, por su sigla en inglés. UNEP DTU/GEF, 2019), en cada uno de los sectores priorizados. Para ello, se requiere habilitar capacidades y desarrollar procesos -en el marco del mecanismo tecnológico de la UNFCCC- que permitan la identificación, evaluación y priorización de opciones tecnológicas para el cambio climático y de las barreras que obstruyen su desarrollo y transferencia en pos del logro de los compromisos definidos en la NDC.

- c. Fortalecer la generación de condiciones habilitantes para el desarrollo y transferencia tecnológica.

La propuesta de la Comisión EDTTCC y la Evaluación de Necesidades Tecnológicas para el diseño de los Planes de Acción Tecnológica en los sectores priorizados consideran el reconocimiento de barreras para el desarrollo y transferencia tecnológica. A nivel general la Política Nacional

⁶ Más adelante en esta EDTTCC se desarrollará con mayor detalle. Como ámbito se entiende el vínculo con los sistemas socio-ecológicos que sustentan el bienestar de los seres humanos. Por otro lado, la noción de sector comprende el ámbito productivo en el que se desarrollan las distintas ramas de actividad económica.

de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI) establece un eje de “Fortalecimiento del Ecosistema CTCI”, en el que se enmarcan las iniciativas que buscan desarrollar condiciones y capacidades vinculadas con el desarrollo y transferencia tecnológica en el país.

- d. Facilitar la cooperación y coordinación público-privada nacional y con organismos internacionales, a través de una gobernanza que resguarde y posibilite el desarrollo de las iniciativas de esta Estrategia y su actualización en el horizonte de cinco años, es decir, desde la priorización de ámbitos y sectores hasta el diseño e implementación de los Planes de Acción Tecnológicos.

4. Estrategia de Desarrollo y Transferencia Tecnológica (EDTTCC)

El nivel de progreso económico que muestra Chile requiere cambios profundos en materia de tecnología para desarrollarse de manera sostenible, mediante la reducción de sus emisiones de GEI y la disminución de su vulnerabilidad ante el clima. El desafío de establecer una trayectoria propia hacia un desarrollo integral y sostenible implica que -considerando la mejor evidencia acumulada sobre cambio climático- el conocimiento y la tecnología sean el centro de nuevas prácticas que superen aquellas insostenibles utilizadas en el pasado y que, a partir de esta experiencia, se generen las condiciones para una rápida adopción e implementación de acciones que permitan su proyección hacia el futuro.

Chile es un país altamente vulnerable al cambio climático, cumpliendo con siete de los nueve criterios de vulnerabilidad enunciadas por la UNFCCC, al poseer: áreas costeras de baja altura; zonas áridas y semiáridas; zonas de bosques; territorios susceptibles a desastres naturales; áreas propensas a sequía y desertificación; zonas urbanas con problemas de contaminación atmosférica; y ecosistemas montañosos. Respecto a los impactos esperados para el país, diferentes estudios son coincidentes, con algunas diferencias en la intensidad de los cambios proyectados. A modo de ejemplo, en las próximas décadas se espera un aumento promedio de la temperatura superficial en todo el territorio nacional; respecto de las precipitaciones diversos modelos proyectan una progresiva disminución entre los años 2020 y 2050, desde la cuenca de Copiapó a la de Aysén. Los efectos de estas variaciones se prevén con un potencial impacto negativo en las ciudades y en los principales sectores de la economía nacional, en donde los sectores silvoagropecuario, pesca y acuicultura, energía, turismo se aprecian como los más afectados (Ministerio del Medio Ambiente, 2017).

La incorporación de la CTCL en la perspectiva del desarrollo integral y sostenible de Chile, considerando el progresivo avance del cambio climático, implica gestionar mejoras en diversas materias, incluyendo aspectos como la generación de energía, el uso y la gestión del agua, el desarrollo de actividades productivas considerando su vinculación con la biodiversidad, así como también los mecanismos de transferencia de conocimiento y el fortalecimiento institucional del ecosistema CTI, entre otros. En efecto, los últimos informes del IPCC (2018a; 2018b; 2019a; 2019b) y las recomendaciones del Comité Científico sobre el Cambio Climático (Rojas et al., 2019) enfatizan en la necesidad de desplegar acciones que fortalezcan la acción climática en los ámbitos de adaptación y mitigación al cambio climático, a partir de mejoras en institucionalidad, normativa, capacidad de innovación, cambio tecnológico y de comportamiento, así como también el flujo de conocimiento y capacidades para su gestión.

Es así como esta Estrategia tiene su contribución más directa en vincular las tecnologías para la reducir las emisiones netas de GEI, en los ámbitos y sectores priorizados, así como también para fortalecer la resiliencia de las comunidades, infraestructura y ecosistemas reduciendo su vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático.

Con la finalidad de establecer un marco metodológico que oriente las acciones de desarrollo y transferencia de tecnologías para el cambio climático en Chile, esta Estrategia se estructura en

cuatro ejes de acción que se hacen cargo de los objetivos definidos previamente: (1) la identificación y priorización de ámbitos y sectores; (2) el establecimiento de un marco habilitador para la elaboración de planes de acción tecnológica, en ámbitos y sectores priorizados; (3) el fortalecimiento de las condiciones habilitantes necesarias para el desarrollo y transferencia tecnológica; y, (4) el desarrollo de una institucionalidad y gobernanza para la EDTTCC.

4.1. Identificación y priorización de ámbitos y sectores: una propuesta metodológica

La priorización de ámbitos y sectores para orientar acciones que promuevan el desarrollo y transferencia tecnológica en cambio climático es un hito fundamental para organizar los esfuerzos y recursos que generen soluciones en desafíos nacionales. Esta es una tarea compleja por sus implicancias en la organización del ecosistema CTCI y por la capacidad de absorción de estas soluciones por parte de los actores involucrados en la mitigación y la adaptación al cambio climático.

Aquí es crítico enmarcar el proceso de priorización en coherencia con las definiciones de políticas, planes, estrategias nacionales y/o sectoriales, que definen prioridades nacionales de desarrollo relevando su implicancia en cambio climático. Este análisis contextual sirve como insumo para determinar la relevancia sectorial para definir las capacidades o necesidades de transferencia tecnológica requeridas. Entre los insumos principales a tener en consideración de este primer proceso se relevan la Estrategia Climática de Largo Plazo, la NDC, la Estrategia Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, las Estrategias Regionales de Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo, entre las más relevantes en la institucionalidad vigente en Chile.

Adicionalmente, esta EDTTCC -a recomendación de la Comisión EDTTCC- distingue entre ámbitos y sectores (Kemp, Loorbach, & Rotmans 2007):

- Ámbitos: son sistemas socio-ecológicos compuestos por elementos socioculturales y biofísicos que se relacionan entre sí, a distintos niveles, afectando la biodiversidad, los bienes y servicios que esta provee y el bienestar de los seres humanos.
- Sectores: corresponden a los sectores productivos o económicos de las distintas ramas de actividad que producen un bienes y servicios, en el marco de “sistemas socio-técnicos”, entendidos como sistemas auto-organizados compuestos de elementos socio-culturales y técnico-productivos acoplados entre sí, como sector silvoagropecuario, pesca y acuicultura, entre otros.

La experiencia reciente en la priorización de ámbitos y sectores para el desarrollo y transferencia tecnológica para el cambio climático corresponde al ejercicio desarrollado por el Centro de Cambio Global y Centro de Energía UC (2018) y la propuesta de la Comisión EDTTCC (2020). Estas propuestas muestran la dificultad de establecer criterios y mecanismos de priorización considerando, además, los desafíos que plantean los planes de mitigación y adaptación al cambio climático existentes en diferentes sectores y ámbitos.

Una síntesis de los ejercicios previos de priorización de ámbitos y sectores identifica como criterios centrales (ver anexo 2), a las fuentes de emisión y captura de GEI; relevancia estratégica de los

sectores económicos, su aporte al PIB y riesgo económico; grado de amenaza, exposición, vulnerabilidad y riesgo ante el cambio climático, entre otras.

4.1.1. Propuesta de priorización de ámbitos y sectores para el desarrollo y transferencia tecnológica para el cambio climático

El “Diagnóstico de las capacidades de transferencia tecnológica del país y desarrollo de la primera etapa del análisis de necesidades tecnológicas en cambio climático”⁷ contextualiza la priorización de sectores considerando distintas políticas, planes, estrategias nacionales y/o sectoriales que definen prioridades de desarrollo a nivel nacional. Estas prioridades fueron agrupadas en los ámbitos social, económico y medioambiental, de forma de contar con una lista de prioridades aplicables al desarrollo sostenible del país -actual y futuro- y que tuvieran implicancias en cambio climático. Este tipo de consideraciones son esenciales para realizar una correcta identificación de prioridades, como también identificar la capacidad adaptativa de cada sector para asegurar la efectiva implementación de tecnologías.

Uno de los desafíos del ejercicio de priorización es la identificación de ámbitos y sectores a priorizar, puesto que en el marco del cambio climático las clasificaciones de éstos varían según propósito. Por ejemplo, si el propósito es mitigación difiere de si éste fuera adaptación.

Con esta consideración, se utiliza la clasificación de sectores utilizados en la Tercera Comunicación Nacional ante la UNFCCC (Ministerio del Medio Ambiente, 2016), que diferencia el marco de la elaboración del inventario de emisiones de GEI, de los utilizados para entender la vulnerabilidad y necesidades de adaptación. El uso de los dos tipos de clasificación de sectores (ver Tabla 1), permite comprender que los esfuerzos de mitigación y de adaptación son lo suficientemente relevantes, por lo que son considerados en el ejercicio de priorización.

Tabla 1. Sectores considerados para la priorización

Sectores de Mitigación	Sectores de Adaptación
SM Energía	SA Recursos hídricos
SM Procesos industriales y uso de productos	SA Biodiversidad
SM Agricultura, Silvicultura y otros usos de la tierra	SA Silvoagropecuario
SM Residuos	SA Pesca y acuicultura
	SA Energía
	SA Infraestructura
	SA Ciudades
	SA Salud
	SA Turismo
	SA Zonas costeras

Fuente: Centro de Cambio Global y Centro de Energía UC (2018)

⁷ Centro de Cambio Global y Centro de Energía UC (2018) muestra la metodología extendida aplicada en la priorización de sectores.

En la priorización de sectores desarrollada en el año 2018⁷ se aplica un análisis multicriterio que tiene como insumo una encuesta aplicada a 12 expertos y profesionales de distintas instituciones vinculadas a la transferencia de capacidades tecnológica en el marco de cambio climático. El proceso de priorización aplicó diversos métodos para generar una evaluación de cada sector transformándolos a una métrica común. En este ejercicio de priorización, los criterios y subcriterios considerados son: (1) Mitigación: macroeconómicos, social, técnico-ambientales, factibilidad de implementación de medidas de mitigación en el sector; (2) Adaptación: impactos en el sector por cambio climático, factibilidad de implementación de medidas de adaptación en el sector.

En la construcción de la función de utilidad para la priorización de los sectores en el marco del desarrollo de Capacidades Tecnológicas para el Cambio Climático se aplica el Proceso de Análisis Jerárquico (AHP, de sus siglas en inglés) que permite establecer el efecto ponderado de los criterios considerados en la toma de decisión. De esta forma, en la valorización de los sectores se utilizan dos métodos:

- En el caso de los subcriterios con métricas cuantitativas (por ejemplo aporte a las Emisiones GEI), se utiliza la Teoría de Utilidad de los Atributos Múltiples (MAUT, de sus siglas en inglés) para llevar a una métrica común los valores de cada subcriterio.
- En el caso de los subcriterios que no cuentan con métricas cuantitativas (por ejemplo el nivel de conocimiento de vulnerabilidad al cambio climático), se utiliza el apoyo de expertos para la valoración de cada sector, utilizando la Teoría Simple de Clasificación de Atributos Múltiples (SMART, de sus siglas en inglés).

La aplicación del Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) para la priorización de sectores en el marco del desarrollo e capacidades tecnológicas para el cambio climático, considera cuatro fases:

1. Descomponer, en el marco de la priorización del desarrollo de capacidades tecnológicas, los criterios (y sus métricas) que resultan relevantes para el proceso de toma de decisiones y los niveles en que estos elementos pueden ser agrupados de forma jerárquica.
2. Generar una jerarquía entre criterios mediante una serie de comparaciones entre pares. Se evalúan los elementos mediante la asignación de “pesos” y se generan ponderaciones para los distintos criterios. Así, por medio de las encuestas a experto éstos manifiestan sus preferencias entre dos criterios (o sub criterios), se crea una matriz de jerarquías que especifican el peso de cada criterio a la hora del análisis.
3. Analizar y sintetizar los resultados según la escala de jerarquías y la medición de los impactos de cada criterio.
4. Promediar los pesos relativos obtenidos para cada uno de los expertos para determinar el puntaje final asignado a cada uno de los sectores evaluados.

La construcción de los resultados de priorización consideró el procesamiento de las respuestas obtenidas en la encuesta aplicada a expertos y con la ponderación de éstas, se obtuvieron los pesos relativos de los criterios y subcriterios (al interior de cada criterio), con los que determinaron los puntajes de priorización de sectores (ver anexo 3). Sobre la base de estos valores se evaluó la utilidad de cada sector priorizándose los tres con mayor puntuación (ver tabla 2), en la que se

aprecia una mayor relevancia para el desarrollo y transferencia tecnológica en el ámbito de adaptación para orientar esfuerzos en la elaboración de Planes de Acción Tecnológica en los sectores de recursos hídricos, silvoagropecuario y energía.

Tabla 2. Resultado jeraquizado de la priorización de sectores

Sectores	Puntaje final	Ranking
SA Recursos Hídricos	53,3	1
SA Silvoagropecuario	42,6	2
SM Energía	36,2	3
SA Energía	36,0	4
SA Biodiversidad	32,0	5
SA Ciudades	28,8	6
SA Infraestructura	24,0	7
SA Pesca y acuicultura	17,5	8
SA Salud	16,4	9
SM Procesos Industriales y Uso de Productos	11,7	10
SA Zonas Costeras	10,9	11
SM Agricultura, Silvicultura y otros usos de la tierra	10,1	12
SA Turismo	8,2	13
SM Residuos	2,1	14

Fuente: Centro de Cambio Global y Centro de Energía UC (2018)

Consistentemente con esta jerarquía y priorización de sectores, la recomendación de este ejercicio⁷ es considerar los dos subsectores más relevantes en cambio climático, con la finalidad de dirigir las acciones para elaborar Planes de Acción Tecnológica. De esta forma, con base en (1) la 3ra Comunicación Nacional (Ministerio del Medio Ambiente, 2016); y, (2) el Plan de Mitigación GEI del sector energía (Ministerio de Energía, 2017), se recomienda priorizar los subsectores:

- Recursos Hídricos: agua potable urbana y rural
- Silvoagropecuario: forestal y agrícola-ganadero
- Energía: generación eléctrica y transporte.

En abril de 2020, la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático informó esta recomendación al Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático (ETICC) para iniciar procesos de Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA, por su sigla en inglés).

En consideración de este aprendizaje, la EDTTCC plantea la necesidad de fortalecer y consensuar los elementos metodológicos -considerando criterios, indicadores y mecanismos de priorización- para generar una selección robusta que responda a los compromisos de la NDC. Este proceso desarrollará mecanismos de participación de expertos de los sectores público, privado y académico, de rigurosidad metodológica para la priorización y selección de ámbitos y sectores para establecer PAT para el cambio climático, de manera que estas opciones tengan legitimidad y un efecto de largo plazo.

Iniciativas prioritarias EDTTC en materia de priorización de ámbitos y sectores, para el periodo 2020-2025

- a. Consensuar una metodología para priorizar ámbitos y sectores para generar Planes de Acción Tecnológica que promuevan el desarrollo y transferencia tecnológica para el cambio climático.
- b. Concordar un programa para la actualización y selección de nuevos ámbitos y sectores para cubrir el espectro de posibilidades tecnológicas aplicadas a la adaptación y mitigación al cambio climático en Chile.

4.2. Marco habilitador para la elaboración de Planes de Acción Tecnológicos (PAT) en ámbitos y sectores priorizados

Esta Estrategia adopta la definición de tecnología propuesta por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, en tanto *“...una pieza de equipo, técnica, conocimiento práctico o habilidades para realizar una actividad en particular. Y la complementa con la dimensión de tecnología apropiada para dar cuenta que debe considerar su pertinencia en el contexto que se aplica”* (IPCC, 2000), con miras no solo su adopción, sino también a la capacidad de mantención de la misma.

La Guía para la aplicación de TNA (UNEP DTU/GEF, 2019), reconoce que la tecnología tiene tres componentes diferentes, cuya importancia relativa puede presentar variaciones, entre distintas opciones tecnológicas:

- a. El componente tangible, como equipos y productos (hardware).
- b. Los procesos asociados a la producción y uso de estos componentes. Esto incluye conocimientos técnicos (por ejemplo, manuales y habilidades), así como experiencia y prácticas (por ejemplo, prácticas agrícolas, de manejo, de cocina y de comportamiento) (software).
- c. El marco institucional, u organización, involucrado en el proceso de adopción y difusión de una tecnología (orgware).

El marco habilitador para la elaboración de PAT contempla un proceso de Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA), en los ámbitos y sectores seleccionados. La figura 1 muestra las acciones contempladas en este marco habilitador, cuyo foco es la identificación y priorización de (a) opciones tecnológicas y (b) barreras para el desarrollo y transferencia tecnológica. Con estos insumos se elaboran los PAT con el objeto de establecer una hoja de ruta que defina medidas y acciones para superar los obstáculos identificados, así como también la definición de plazos de ejecución, recursos y responsables para la implementación de acciones que permitan desarrollar y transferir tecnologías para el cambio climático en los ámbitos y sectores priorizados.

Figura 1. Marco habilitador para la elaboración de PAT en ámbitos y sectores priorizados



4.2.1. Identificación y priorización de opciones tecnológicas

En la identificación y priorización de las opciones tecnológicas -dentro de un ámbito o sector priorizado- se consideran los resultados derivados de aplicación de criterios utilizados en los estudios de riesgo y en la evaluación de la vulnerabilidad nacional frente al cambio climático. Estos criterios podrán contemplar el impacto directo, indirecto, la costo-efectividad, la viabilidad económica, entre otros, de las opciones tecnológicas que sean priorizadas para desarrollar y transferir en los sectores de acción (ver Anexo 4).

Esta EDTTCC propone que en la identificación y priorización de opciones tecnológicas se considere:

- i. Sistematizar las iniciativas asociadas de las capacidades de investigación, desarrollo y transferencia tecnológica, así como también una vigilancia tecnológica en sectores y ámbitos priorizados, a nivel internacional.
- ii. Generar un listado de tecnologías agrupables en diferentes categorías. La depuración de este insumo sobre la base de discusiones con los actores involucrados puede establecer un número acotado de opciones -habitualmente entre 6 y 15- para cada sector o subsector priorizado, con una ficha que caracterice cada tecnología.
- iii. Propiciar que las discusiones utilicen metodologías participativas con apoyo de expertos, permitiendo la generación ideas entre las partes involucradas relevantes para abordar desafíos y sectores específicos, así como acercando a los generadores de tecnologías con los usuarios.
- iv. Fomentar el uso del análisis multicriterio para la priorización de tecnologías, ya sea para adaptación o mitigación. Esta es una herramienta utilizada para procesos de toma de decisiones, tales como jerarquización de opciones o elaboración de listas cortas de opciones, que permite combinar distintos criterios, sean cualitativos o cuantitativos. Esto es especialmente útil en contextos de diversidad temática, como es la priorización de tecnologías basada en criterios de distintos ámbitos⁸.

⁸ La metodología de TNA identifica distintos pasos en el desarrollo del análisis multicriterio para la priorización de tecnologías, estos son:

1. identificación de objetivos y stakeholders relevantes;
2. identificar las alternativas, esto es, las tecnologías que serán comparadas;
3. identificar los criterios, es decir, los parámetros usados para evaluar hasta qué punto las tecnologías contribuyen a lograr los objetivos;
4. describir el desempeño esperado de cada opción con relación a los criterios establecidos;
5. asignar un peso a cada criterio según la relevancia con relación a los otros criterios;
6. combinar pesos y puntajes;

- v. Velar por que los criterios de selección de las tecnologías tengan coherencia con los objetivos planteados en las prioridades nacionales y locales, además de propiciar sinergia con planes y proyectos que ya existen en el contexto donde se transferirán y difundirán las tecnologías.
- vi. Comprender que las tecnologías son un catalizador y no un fin, y en consecuencia adoptar un enfoque que entienda las opciones tecnológicas como una iniciativa entre otras que aportan a la disminución del impacto del cambio climático. Por lo tanto, es necesaria una instancia mayor -por ejemplo, la Estrategia Climática de Largo Plazo- que considere y pondere otras opciones no tecnológicas.
- vii. Comprender que las tecnologías de observación, monitoreo y seguimiento -asociadas al *big data*- y las que entregan alertas tempranas -asociadas a la inteligencia artificial- son tecnologías habilitantes para apoyar la adaptación al cambio climático, lo que hace necesario avanzar en otras necesidades tecnológicas de los ámbitos y sectores priorizados, además de la generación de nuevas tecnologías vinculadas al ámbito de mitigación.

4.2.2. Identificación y priorización de barreras para el desarrollo y transferencia tecnológica

Las barreras se refieren a los elementos que obstruyen el desarrollo y transferencia tecnológica en el contexto sectorial y/o territorial en donde se busca generar beneficios, tanto en materia de adaptación como de mitigación al cambio climático. Existen categorías comunes de barreras, tales como son: económicas, financieras, institucionales, legales, técnicas, sociales y culturales.

El desarrollo de esta etapa es crucial para el éxito de los PAT, por lo que se enfatiza la necesidad de abocar gran parte de los esfuerzos en el análisis de barrera y la elaboración del marco habilitador con acciones que permita sortear los obstáculos identificados para el desarrollo y transferencia de tecnología. Una de las principales razones para esta consideración es que mientras más específica sea la identificación de las barreras y sus causas, más precisas serán las medidas para superarlas.

El proceso de análisis de barreras consta de tres pasos principales:

- a. identificar todas las posibles barreras;
- b. filtrar la lista de barreras a fin de seleccionar las más relevantes;
- c. clasificar las barreras más relevantes en categorías (económica, legal, cultural, etc.).

Esta EDTTCC propone que en la identificación y priorización de barreras para el desarrollo y transferencia tecnológica se considere:

-
- 7. examinar los resultados;
 - 8. realizar un análisis de sensibilidad de la opción seleccionada.

- i. Distinguir dentro de las barreras normativas, aquellas que están dadas por los instrumentos de política -por ejemplo, sistemas de reconocimiento y acreditación- de aquellas que derivan de las políticas propias de las organizaciones, en particular las universidades.
- ii. Considerar como parte del análisis de las barreras el equilibrio entre las acciones orientadas a estimular la oferta y la demanda tecnológica (*technology push vs demand pull*).

4.2.3. Elaboración de Planes de Acción Tecnológica (PAT)

La definición de un marco habilitador orientado a superar las barreras para el desarrollo y transferencia de las opciones tecnológicas priorizadas es clave para dar viabilidad a los PAT que se elaboren en los ámbitos y sectores priorizados. De esta forma, el PAT se establece como un mecanismo que permite la planificación de acciones concretas para la implementación de las medidas identificadas definiendo responsables, cronograma, recursos necesarios e incluso fuentes de financiamiento si fuese necesario.

El marco habilitador sintetiza los aprendizajes, opciones y decisiones adoptadas en las etapas anteriores, de manera de establecer medidas para diseñar el plan de acciones tecnológicas, considerando :

1. La escala en que se pretenden implementar las medidas;
2. El tipo de acciones y actividades a desarrollar para resolver las barreras identificadas;
3. La identificación de partes involucradas/interesadas/responsables en las acciones y actividades a desarrollar;
4. La estimación de recursos y costos asociados a las acciones y actividades;
5. La identificación de riesgos y medidas de contingencia;
6. La definición del tipo y periodicidad de los reportes;
7. El despliegue de acciones de seguimiento a la implementación de las acciones y actividades.

Iniciativas prioritarias EDTTCC en materia de marco habilitador para la elaboración de PAT, para el periodo 2020-2025

- a. Presentar un proyecto *readiness* al Fondo Verde del Clima para la preparación y apoyo técnico en el desarrollo de una Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y un Plan de Acción Tecnológico para al menos tres sectores priorizados.
- b. Implementar el primer ciclo del Plan de Acción Tecnológica de la EDTTCC para al menos tres ámbitos y/o sectores priorizados.
- c. Elaborar un Sistema de Inventario de Tecnologías Climáticas para ser transferidas que contemple la generación local, como también, la adopción de tecnologías existentes a nivel mundial, derivado de la aplicación de Planes de Acción Tecnológica.
- d. Elaborar un inventario de Centros de Investigación, iniciativas y proyectos de Investigación y Desarrollo asociados a mitigación y adaptación y capacidades para articular el Desarrollo y la Transferencia Tecnológica para el cambio climático.

4.3. Condiciones habilitantes para la EDTTCC y de los Planes de Acción Tecnológicos

Para efectos de la identificación de barreras, esta Estrategia comprende el desarrollo tecnológico como la aplicación de conocimiento para la creación de tecnologías, que va desde las etapas de prototipado de una aplicación hasta su demostración en un entorno real. Complementariamente el Manual de Frascati (OECD 2015), en el que se define “...desarrollo experimental como los trabajos sistemáticos que aprovechan los conocimientos existentes obtenidos de la investigación y/o la experiencia práctica y produciendo conocimiento adicional, y están dirigidos a la producción de nuevos productos o procesos, o a la mejora de productos y procesos existentes”.

Por su parte, la transferencia tecnológica se entiende como los procesos necesarios para transferir y lograr la adopción de tecnología para el desarrollo y bienestar de la sociedad. Esto incluye favorecer la incorporación de tecnología de punta, desarrollada a nivel local o en el extranjero, abriendo nuevas posibilidades a las empresas, instituciones públicas y la sociedad en general. En términos conceptuales se entiende como el flujo -tanto formal como informal- de *know-how*, capacidades, conocimiento técnico, procedimientos, métodos, experticia o tecnología desde un entorno organizacional a otro.

Estas definiciones relevan un espectro muy amplio de procesos y actividades que generan –y son impactados por– las tecnologías, que van desde el desarrollo experimental hasta la adopción masiva de una tecnología en la sociedad. Entre esos dos bordes se encuentran también los procesos difusión y la adopción de tecnologías.

La adopción de tecnologías es otro aspecto relevante en los procesos de transferencia tecnológica, entendido como el proceso a través del cual un individuo, organización o sociedad selecciona y utiliza exitosamente una tecnología. Asimismo, esta EDTTCC entiende como difusión de tecnologías, al proceso a través del que se disemina una nueva tecnología, utilizando varios canales a lo largo del

tiempo, en una sociedad donde la tecnología es adoptada gradualmente por más y más miembros de ella, tales como son las personas, instituciones, empresas, entre otros (UNEP DTU/GEF, 2019).

En este marco, la EDTTCC se beneficia de las definiciones y acciones que la Política Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, 2020) busca generar en su eje de Fortalecimiento del Ecosistema, que considera el desarrollo de iniciativas que apuntan a resolver diferentes ámbitos de las cinco barreras principales que representan un obstáculo para el desarrollo y transferencia tecnológica en el ecosistema de CTCl: financiamiento, capacidades humanas, información, infraestructura y coordinación institucional y del ecosistema.

Este eje de la Política Nacional CTCl tiene como propósito *“fortalecer el ecosistema en su conjunto, con políticas y programas que propicien un avance sustancial de la I+D+i y la colaboración permanente entre actores nacionales e internacionales”*. Se organiza en seis sub-ejes que, en su conjunto, aportan en la generación de condiciones habilitantes para el desarrollo y transferencia tecnológica, estos son:

- i. Investigación y Desarrollo, que tiene como propósito generar más y mejor conocimiento a través de la investigación de excelencia en diferentes áreas del saber, y/o concebir nuevas aplicaciones a partir de este.
- ii. Tecnología, que tiene como propósito fortalecer las capacidades de desarrollo y transferencia de tecnología del país, en distintos ámbitos del quehacer nacional, a través de la integración de dichas capacidades transversalmente en industrias, emprendimientos, iniciativas públicas e innovaciones sociales, instituciones de educación superior, centros I+D+i, entre otros actores. Particularmente, en la dimensión de **desarrollo de tecnologías** busca apoyar el proceso de desarrollo tecnológico, así como la generación de las condiciones habilitantes que lo permiten; mientras que en la dimensión de **transferencia y adopción de tecnologías** busca potenciar las capacidades de transferir y adoptar tecnologías que cuenten con un componente relevante de novedad y disrupción, considerando la ventaja de la adopción temprana en la creación de valor.
- iii. Innovación, que tiene como propósito propiciar capacidades para consolidar un entorno favorable para la innovación en el ecosistema CTCl, enfocado en el desarrollo integral y sostenible del país.
- iv. Desarrollo de talento, que tiene como propósito dotar a Chile de personas dedicadas a las distintas actividades relacionadas con la CTCl, como **generar conocimiento a través de la investigación, a desarrollar y transferir tecnologías**, a innovar, a la divulgación del conocimiento y al fomento de la apropiación social de la CTCl.
- v. Infraestructura y equipamiento, que tiene como propósito contar con infraestructura y equipamiento que sirva de base para ampliar las capacidades de I+D+i del país, a través del impulso de proyectos de infraestructura habilitante y la promoción de infraestructura y equipamiento para el desarrollo de la I+D+i, a través de Laboratorios Naturales de Servicios Tecnológicos.

- vi. Regiones, que tiene como propósito potenciar la I+D+i en regiones diferentes a la Metropolitana, a través del desarrollo de capacidades de I+D+i regional y la investigación asociativa regional.

Es esperable que la implementación de las iniciativas de este eje de la Política Nacional de CTCl mejoren las condiciones para el desarrollo de soluciones vinculadas a los ámbitos de adaptación y mitigación al cambio climático. La oportunidad que presenta la implementación de los Planes de Acción Tecnológica para el cambio climático es la de generar contenidos y requerimientos que apunten a fortalecer las iniciativas contenidas en la Política Nacional de CTCl provocando un ciclo virtuoso que consolide y haga crecer el ecosistema de CTCl en Chile.

Iniciativas prioritarias EDTTCC en materia de condiciones habilitantes, para el periodo 2020-2025

- a. Sistematizar las barreras para el desarrollo y transferencia tecnológica derivada de la aplicación del primer ciclo de Planes de Acción Tecnológica de la EDTTCC.
- b. Diseñar observatorios y/o plataformas de información que integren y permitan visualizar los datos de manera rápida, confiable y abierta en los sectores priorizados para el desarrollo de Planes de Acción Tecnológicos.
- c. Proponer mecanismos e instrumentos de política que articulen los procesos de Desarrollo y Transferencia Tecnológica para el Cambio Climático y el rol de los Centros de Investigación, Institutos Tecnológicos Públicos y Centros de Excelencia Internacional.
- d. Proponer mecanismos e instrumentos de política para la adopción de tecnologías existentes a nivel mundial, con referencia en la aplicación de Planes de Acción Tecnológica.
- e. Proponer ámbitos de modificación o fortalecimiento de las iniciativas contenidas en el Plan de Acción 2020-2022 de la Política Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, con foco en el contenido de Tecnología e Infraestructura Habilitante del eje de Fortalecimiento del Ecosistema.

4.4. Gobernanza para la Estrategia de Desarrollo y Transferencia Tecnológica para el Cambio Climático (EDTTCC)

La institucionalidad para la EDTTCC tendrá como propósito asegurar el despliegue de mecanismos de coordinación institucional asociados a los diferentes ámbitos de implementación de esta Estrategia, los que genéricamente se vinculan con (1) la priorización de ámbitos y sectores; (2) identificación y priorización de opciones tecnológicas, así como también el análisis de barreras para el desarrollo y transferencia tecnológica; (3) el diseño y la gestión de los Planes de Acción Tecnológica (PAT) en los sectores y/o ámbitos priorizados; y, (4) el diseño e implementación de procesos para la actualización de la EDTTCC.

El Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación tiene como mandato velar por la coordinación de las políticas, planes y programas que promuevan y orienten la investigación en todas las áreas del conocimiento, el desarrollo tecnológico y la innovación de base científico-tecnológica tanto a nivel nacional como regional, considerando las características específicas de los territorios y sus estrategias y sus potencialidades de desarrollo (artículo 3, ley Nº 21.105).

Iniciativas prioritarias EDTTCC en materia de Gobernanza, para el periodo 2020-2025

El Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación velará por:

- a. Definir un plan de trabajo en cada uno de los ejes de la EDTTCC que se haga cargo de las iniciativas prioritarias 2020-2025 estableciendo responsables institucionales, acciones, periodo de implementación y recursos asociados.
- b. Actualizar y evaluar esta EDTTCC, apoyado por el Ministerio del Medio Ambiente, en su calidad de coordinador nacional en materia climática y por otros órganos sectoriales competentes.
- c. Definir y delimitar las responsabilidades dentro de la estructura del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para cumplir con estas funciones.
- d. Monitorear la implementación de esta Estrategia en conjunto con el Ministerio del Medio Ambiente y otros ministerios y órganos sectoriales competentes. Para ello, el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación estará en constante interacción con:
 - i. La Oficina de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente, responsable de coordinar la actualización de la NDC y otros instrumentos que orientan la acción climática en el país.
 - ii. El Comité Científico sobre Cambio Climático y el Consejo Científico Asesor Silvoagropecuario Sustentable, de manera de disponer de la mejor evidencia científica disponible como insumo en la identificación y priorización de ámbitos, sectores, opciones tecnológicas y barreras para el desarrollo y transferencia de tecnología en el ámbito del cambio climático y sus efectos en el país.
 - iii. Otros ministerios con competencias sectoriales, especialmente, aquellos encargados de gestionar los planes de adaptación y de mitigación al cambio climático en los ámbitos y sectores priorizados para el desarrollo y transferencia tecnológica.
 - iv. Representantes del sector privado vinculado al desarrollo y transferencia tecnológica para el cambio climático en los ámbitos y sectores priorizados.

En una primera etapa, la actualización de esta EDTTCC se realizará en el año 2025, incorporando el avance de las medidas contenidas en el periodo 2020-2025, para informar sus avances -en los ámbitos de políticas e iniciativas en desarrollo- a los compromisos contenidos en la NDC.

De esta forma, se espera fortalecer la evidencia que permita generar compromisos robustos en la actualización de la NDC, en el año 2025.

Glosario

Adaptación: proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos. En los sistemas humanos, la adaptación trata de moderar o evitar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas. En algunos sistemas naturales, la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado y a sus efectos (IPCC, 2014).

Adopción de Tecnologías: proceso a través del cual un individuo, organización o sociedad selecciona y utiliza exitosamente una tecnología (UNEP DTU/GEF, 2019). Para fines de esta Estrategia, la adopción está comprendida dentro del proceso de Transferencia Tecnológica.

Ámbitos: se entienden como sistemas socio-ecológicos compuestos por elementos socioculturales y biofísicos los cuales se relacionan entre sí a distintos niveles afectando la biodiversidad (por ejemplo, humedales, bosques, océanos, cordillera, incluido los hábitats, especies y su interrelación con el ser humano⁹), como también los bienes y servicios que provee (por ejemplo, recursos hídricos).

Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC, por su sigla en inglés): término utilizado en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) para que los países que se han unido al Acuerdo de París describan sus planes para reducir sus emisiones. Las NDC de algunos países también abordan cómo se adaptan a los impactos del cambio climático y qué apoyo necesitan de otros o les brindarán para adoptar vías bajas en carbono y construir resiliencia climática. De conformidad con el Artículo 4, párrafo 2, del Acuerdo de París, cada parte preparará, comunicará y mantendrá las NDC sucesivas que pretende alcanzar. En el período previo a la 21ª Conferencia de las Partes en París en 2015, los países presentaron Contribuciones previstas determinadas a nivel nacional (INDC). A medida que los países se unen al Acuerdo de París, a menos que decidan lo contrario, esta INDC se convierte en su primera NDC (IPCC, 2018a).

Comités Regionales de Cambio Climático (CORECC): encargados de elaborar planes de acción regional de cambio climático, los que tienen por objeto apoyar la gestión del cambio climático a nivel regional, mediante la implementación de medidas territoriales, en concordancia con la Estrategia Climática de Largo Plazo y los planes sectoriales de mitigación y adaptación.

Desarrollo Tecnológico: la aplicación de conocimiento para la creación de tecnologías, que va desde las etapas de prototipado de una aplicación hasta su demostración en un entorno real. Complementariamente, el Manual de Frascati (OECD, 2015), en donde se define desarrollo experimental como los trabajos sistemáticos que aprovechan los conocimientos existentes obtenidos de la investigación y/o la experiencia práctica y produciendo conocimiento adicional, y están dirigidos a la producción de nuevos productos o procesos, o a la mejora de productos y procesos existentes.

Difusión de Tecnologías: proceso por medio del que se publica y circula una nueva tecnología, utilizando varios canales a lo largo del tiempo, en una sociedad donde la tecnología es adoptada

⁹ Los servicios ecosistémicos son recursos o procesos de los ecosistemas naturales (bienes y servicios) que benefician a los seres humanos. Incluye productos como agua limpia y procesos tales como la descomposición de desechos.

gradualmente por un mayor número de miembros (UNEP DTU/GEF, 2019). Para fines de esta estrategia, Difusión está comprendida en Transferencia Tecnológica.

Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático (ETICC): de acuerdo al Plan Nacional de Cambio Climático 2017-2022, este es el grupo de trabajo integrado por los puntos focales de los ministerios competentes en materia de Cambio Climático (Ministerio de Hacienda, Ministerio de Relaciones Exteriores, Ministerio de Defensa Nacional, Ministerio de Desarrollo Social y Familia, Ministerio de Agricultura, Ministerio de Educación, Ministerio de Energía, Ministerio de Salud, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ministerio de Obras Públicas, Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, Ministerio de Minería, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, Ministerio del Medio Ambiente, la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC), entre otros (Ministerio del Medio Ambiente, 2017; página 251).

Comité Interministerial EDTCC: equipo interministerial compuesto por el Ministerio de Medio Ambiente, el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación; Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; CORFO; ANID; y, la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC).

Mitigación: intervención humana encaminada a reducir las fuentes o potenciar los sumideros de gases de efecto invernadero. En este informe también se analizan las intervenciones humanas dirigidas a reducir las fuentes de otras sustancias que pueden contribuir directa o indirectamente a la limitación del cambio climático, entre ellas, por ejemplo, la reducción de las emisiones de partículas en suspensión que pueden alterar de forma directa el balance de radiación (por ejemplo, el carbono negro) o las medidas de control de las emisiones de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles y otros contaminantes que pueden alterar la concentración de ozono troposférico, el cual tiene un efecto indirecto en el clima (IPCC, 2014).

Sectores: se refiere tanto a los sectores productivos como económicos de las distintas ramas de actividad económica que producen bienes y servicios, como también los “sistemas socio-técnicos”, entendidos como sistemas autoorganizados compuestos de elementos socio-culturales y técnico-productivos acoplados entre sí (Kemp, Loorbach, & Rotmans 2007) como sector silvoagropecuario, pesca y acuicultura, entre otros.

Tecnología: pieza de equipo, técnica, conocimiento práctico o habilidades para realizar una actividad en particular. Y la complementa con la dimensión de tecnología apropiada para dar cuenta que esta debe considerar la pertinencia en el contexto que se aplica, considerando no sólo su adopción, también la capacidad de mantención de la misma (IPCC, 2000). Se identifican tres componentes: (1) *componente tangible o hardware*, como equipos y productos; (2) *software* que considera los procesos asociados a la producción y uso de estos componentes incluyendo conocimientos técnicos (manuales y habilidades), experiencia y prácticas (prácticas agrícolas, de manejo, de cocina y de comportamiento); y, (3) *orgware* que considera el marco institucional, u organización, involucrado en el proceso de adopción y difusión de una tecnología. Estos tres componentes forman parte de una tecnología específica, pero la importancia relativa de cada componente puede variar según el caso.

Tecnología Climática: se refiere a las tecnologías utilizadas para abordar el cambio climático ayudando a reducir los GEI (es el caso de las energías renovables tales como la energía eólica, la energía solar y la energía hidroeléctrica) o bien para adaptarnos a los efectos adversos del cambio climático (es el caso de tecnologías climáticas tales como cultivos resistentes a la sequía, sistemas de alerta temprana y diques). También hay tecnologías climáticas "blandas", como prácticas de eficiencia energética o capacitación para el uso de equipos. <https://unfccc.int/topics/climate-technology/the-big-picture/what-is-technology-development-and-transfer>.

Transferencia Tecnológica: proceso en el que se pone en valor las capacidades de investigación al incorporar sus resultados al quehacer del país facilitando la adopción de tecnología para el desarrollo y bienestar de la sociedad. Esto incluye favorecer la incorporación de tecnología de punta, desarrollada a nivel local o en el extranjero, abriendo nuevas posibilidades a las empresas, instituciones públicas y la sociedad en general. En términos conceptuales se entiende como el flujo -tanto formal como informal- de *know-how*, capacidades, conocimiento técnico, procedimientos, métodos, experticia o tecnología desde un entorno organizacional a otro. El término abarca tanto la difusión de tecnologías como la cooperación tecnológica en y dentro de los países (IPCC, 2018b).

Referencias

- Centro de Cambio Global y Centro de Energía UC (2018). Diagnóstico de las capacidades de transferencia tecnológica del país y desarrollo de la primera etapa del análisis de necesidades tecnológicas en cambio climático. Centro de Cambio Global y Centro de Energía UC para Ministerio de Medio Ambiente.
- CNID (2016). Hacia un Chile resiliente frente a desastres: una oportunidad. Estrategia Nacional de Investigación, Desarrollo e Innovación para un Chile resiliente frente a desastres de origen natural.
- CORFO (2016). Transferencia Tecnológica en Chile. Estudio de caracterización de las actividades y resultados de los procesos de transferencia tecnológica desde los centros de conocimiento en Chile.
- IPCC (2000). Methodological and technological issues in technology transfer.
- IPCC (2014). Cambio Climático 2014. Impactos, adaptación y vulnerabilidad.
- IPCC (2018a). Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change.
- IPCC (2018b). Annex I: Glossary [Matthews, J.B.R. (ed.)]. In: *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. In Press.
- IPCC (2019a). Special Report on Climate Change and Land.
- IPCC (2019b). Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate.
- Kemp, Loorbach, & Rotmans (2007). Transition management as a model for managing processes of co-evolution towards sustainable development, 14, 1–15.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (2020). Política Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.
- Ministerio de Energía (2017). Plan de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero para el Sector Energía. Ministerio de Energía.
- Ministerio del Medio Ambiente (2016). Tercera Comunicación Nacional del Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.
- Ministerio del Medio Ambiente (2017). Plan Nacional de Cambio Climático 2017-2022.

- Ministerio del Medio Ambiente (2020) Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Chile. Actualización 2020.
- OECD (2015). Frascati Manual. Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development.
- Rojas M., P. Aldunce, L. Farías, H. González, P.A. Marquet, J. C. Muñoz, R. Palma-Behnke, A. Stehr y S. Vicuña (editores) (2019). Evidencia científica y cambio climático en Chile: Resumen para tomadores de decisiones. Santiago: Comité Científico COP25; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.
- UNFCCC (2016) INDCS and technology: A synthesis of technology issues contained in intended nationally determined contributions. Disponible en: https://unfccc.int/ttclear/misc_/StaticFiles/gnwoerk_static/HOME_infobox_2/a61f9f4b94704dd78f06b2bc7cd0b547/f7bbe982812a469db476fd4917714813.pdf
- UNDP (2010) Handbook for conducting Technology Needs Assessment for Climate Change.
- UNEP DTU/GEF (2019) TNA Step by Step A guidebook for countries conducting a Technology Needs Assessment and Action Plan.
- UNEP DTU (2018) Summary of country priorities 2018. Technology needs assessments 2015-2018.
- UNFCCC (2018) Technology framework under Article 10, paragraph 4, of the Paris Agreement. Disponible en: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cp24_auv_cop_4_TF.pdf

Anexos

Anexo n° 1

Cinco barreras generales para el desarrollo y transferencia tecnológica para el cambio climático en Chile

A partir de los documentos de trabajo de la Comisión EDTTCC, y considerando diferentes fuentes (Ministerio del Medio Ambiente, 2017; CNID, 2016; Mesa de Trabajo de Agricultura; e insumos de CORFO, 2016), se identificaron un conjunto de dimensiones, que presentan barreras o brechas relevantes para el objetivo de la EDTTCC. Como resultado se identifican barreras generales y específicas para el desarrollo y la transferencia de tecnologías. Es importante destacar que respecto de dentro transferencia tecnológica se considera los procesos de adopción y difusión de tecnologías.

i. Financiamiento

Categorías	Generales	Desarrollo Tecnológico	Transferencia Tecnológica
<i>Fuentes de financiamiento</i>	Falta de acceso y/o conocimiento en cuanto a oportunidades de financiamiento, ya sea de origen público o privado. No consideración de los costos de operación y mantención de tecnologías. Dispersión de instrumentos de financiamiento.	Mercado de capital de riesgo poco desarrollado, que tiende a favorecer emprendimientos con ciclos cortos de escalamiento y rentabilidad. Esto constituye una desventaja para el desarrollo de soluciones tecnológicas disruptivas y/o con altos requerimientos en ingeniería, experimentación y pilotaje para desafíos de largo plazo. Falta de acceso a capitales de riesgo internacional. Ausencia de exigencias para contenido local de desarrollo en inversiones extranjeras y/o proveedores extranjeros instalados localmente.	Importante brecha de financiamiento para el escalamiento industrial. Esto impide la validación de tecnologías ya desarrolladas y probadas a escala de laboratorio.
<i>Criterios de financiamiento</i>	Las inversiones en tecnología son consideradas más riesgosas y no existe la capacidad de evaluarlas en las instituciones que financian. Fuentes de financiamiento público impiden financiar personal permanente.	El Estado no cuenta con criterios para evaluar el efecto de adicionalidad, es decir, las opciones que se abren para el desarrollo y el crecimiento del país al estar desarrollando tipos de tecnologías determinadas. Necesidad de adoptar lógica de portafolio por parte de quien financia (ej. Estado)	

ii. Desarrollo de Talentos

Categorías	Generales	Desarrollo Tecnológico	Transferencia Tecnológica
<i>Capacidades existentes</i>	Necesidad de incorporar disciplinas de las ciencias sociales para dar cuenta de los fenómenos no técnicos que modulan las posibilidades de adopción y el impacto consecuente que pueden tener las tecnologías.	Falta de ingenieros y personal técnico. Capacidades están poco distribuidas a nivel institucional y territorial.	Falta densidad de divulgadores, ingenieros, tecnólogos, especialistas en transferencia tecnológica y propiedad intelectual, gestores tecnológicos y gerentes de proyectos de I+D. Falta de capacidades en operación y mantención de tecnologías.
<i>Anticipación de necesidades de nuevas competencias</i>	Instancias que definen perfiles para formación y capacitación no tienen mirada de largo plazo, no detectan necesidades emergentes. Dificultad de aprovechar y reciclar capacidades locales a distinto nivel, dado que no hay lógica de portafolio.		
<i>Formación</i>	Falta de conocimiento respecto del cambio climático en disciplinas que son relevantes para la toma de decisiones.		

iii. Información

Categorías	Generales	Desarrollo Tecnológico	Transferencia Tecnológica
<i>Capacidades tecnológicas</i>	Falta de información respecto de las capacidades disponibles.	Falta mapeo y difusión de ofertas de desarrollo local y sus estadios de desarrollo.	Mapeo tecnológico focalizado —local y global— de las capacidades tecnológicas globales que se deducen de las patentes que están siendo solicitadas y aprobadas en todo el mundo.

Categorías	Generales	Desarrollo Tecnológico	Transferencia Tecnológica
<i>Detección de necesidades para el Cambio Climático</i>	<p>Dispersión y falta de acceso a esa información. Faltan plataformas integradas y de acceso abierto de información pública y privada. Integrar fuentes de información disponibles no explotadas. Por ejemplo, los monitoreos exigidos por RCA.</p> <p>Calidad de la información: Existen problemas en el aseguramiento de la cobertura, sistematicidad en la recolección pertinencia, periodicidad y validación de los datos.</p>		
<i>Tecnologías para generar información y conocimiento de base de Cambio Climático</i>	<p>Cuatro categorías deficitarias en Chile:</p> <p>Plataformas que integren y permitan visualizar datos</p> <p>Herramientas de modelamiento y simulación para procesar y producir información pertinente.</p> <p>Herramientas de visualización y comunicación</p> <p>Sensores que puedan ser desplegados y conectados para generar los datos.</p>		<p>Falta de estándares mandatorios para la interoperabilidad de datos y softwares.</p> <p>Indefinición político-institucional respecto de alojamiento y operación permanente de plataformas de información.</p>

iv. Infraestructura

Categorías	Generales	Desarrollo Tecnológico	Transferencia Tecnológica
<i>Laboratorio y equipos</i>	Escasez de laboratorios y equipamiento específicos que sean necesarios para validar tecnologías en las distintas etapas de desarrollo y transferencia tecnológica (prueba, prototipado y pilotaje), entre otras. Esto se conecta con la dimensión de capital humano, considerando que la sola infraestructura no sirve de nada si no cuenta con personal que pueda operarla.		Falta de centros de pilotaje que permitan validar a escala industrial. Falta de procesos de validación con los usuarios finales, también a lo largo de todas las etapas de desarrollo y transferencia

v. Coordinación institucional y del ecosistema

Categorías	Generales	Desarrollo Tecnológico	Transferencia Tecnológica
<i>Alineamiento de incentivos</i>	Acreditación de Universidades y evaluación de académicos se enfocan al descubrimiento y la publicación, no valorando la generación, patentamiento y transferencia de tecnologías.	Desconocimiento de lo que implica gestionar adecuadamente la propiedad intelectual, al punto que hay concursos públicos (caso FIC regional) que exigen que el oferente entregue al Estado toda la PI. Esto termina actuando como un desincentivo y limitando el posterior uso, comercialización y transferencia de tecnología.	

Categorías	Generales	Desarrollo Tecnológico	Transferencia Tecnológica
<i>Revisión y actualización normativa</i>	<p>Falta mapeo de marcos normativos directos e indirectos que afectan el desarrollo y la transferencia, incluyendo las instituciones que las dictan y/o fiscalizan.</p> <p>Marco legal insuficiente, que puede mantener ciertas ventajas para tecnologías obsoletas debido a la falta de estándares que tomen en cuenta los impactos en cambio climático.</p> <p>Existencia de subsidios y programas que permiten al usuario continuar recibiendo rentas, con bajo riesgo y continuando las prácticas que se quieren erradicar (ej, pozos).</p> <p>Predominancia de un enfoque normativo de control ex ante, que asume poder dar certidumbre y la exige en todos los ámbitos.</p>		<p>Falta de comprensión amplia respecto de los efectos de algunas iniciativas o políticas, puede llevar al efecto contrario del buscado (ej. Eficiencia en uso de agua y aumento de superficie plantada).</p> <p>Se desaprovechan o desconocen mecanismos de incentivo desde compras o contrataciones públicas que pueden abrir mercado a nuevas tecnologías (ej. Cambio en licitaciones del Ministerio de Energía que permitieron la competencia de parte de proyectos solares y eólicos).</p>
<i>Cultura y costumbres conservadoras</i>			<p>Desconocimiento de preferencias del consumidor, prejuicios sociales y tradiciones que afectan la adopción de nuevas tecnologías.</p> <p>Ausencia de cultura empresarial para buscar soluciones fuera de la empresa</p>
<i>Acuerdos para beneficio colectivo</i>	<p>Costos/beneficios desiguales a lo largo de la cadena de suministro</p>		<p>Débil conectividad entre actores, con redes predominantes que son constantemente favorecidas, y con pocos espacios que vinculen oferta y demanda</p>

Fuente: Comisión EDTTCC (2020)

Anexo n° 2

Criterios para la priorización de ámbitos y sectores

Criterios	Fuentes de información
<i>Mitigación</i>	
Fuentes de mayor emisión de gases efecto invernadero (GEI)*	Inventario Nacional GEI -Ministerio del Medio Ambiente (MMA) Planes de Mitigación (MMA) Sistema Nacional de Prospectiva - Ministerio de Energía (MinEnergía)
Fuentes de mayor captura de GEI*	Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales 2017-2025 – Corporación Nacional Forestal (CONAF) Otras fuentes de información que permitan incluir ecosistemas no vegetacionales que también son sumideros de GEI.
Relevancia estratégica de los sectores (ventajas comparativas naturales o aporte a la competitividad del país)	Estrategia Nacional CTCI (Consejo Nacional CTCI) Informes Comisión Nacional de Productividad
Impacto al crecimiento del país (combinando aporte actual al PIB, con otros indicadores que permitan dar cuenta de impacto potencial futuro)	Data Chile (ANID) Estadísticas Banco Central Informes Comisión Nacional de Productividad
Criterio de gestión de Riesgo económico**	Informes Foro Económico Mundial Informes Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal)
<i>Adaptación</i>	
Grado de vulnerabilidad ante el cambio climático (incluida dimensión territorial)	Planes sectoriales de adaptación (MMA) Atlas de Riesgo Climático (MMA)
Alcance del Impacto en cambio climático (sectores o ámbitos que a su vez impacten otros sectores y ámbitos, tipo efecto paraguas)	Por definir
Grado de exposición	Atlas de Riesgo Climático (MMA)
Impacto potencial de las tecnologías	Reportes de impacto en sectores y ámbitos de países similares a Chile (Climate Technology Centre and Network)
Grado de amenaza	Atlas de Riesgo Climático (MMA)
Grado de riesgo	Atlas de Riesgo Climático (MMA)
Grado de resiliencia	Informes Instituto Tecnológico Resiliencia frente a Desastres Naturales (Itrend)

* Se considera que estos criterios tienen mayor relevancia que los otros establecidos para priorizar ámbitos o sectores en mitigación.

** Cambio de patrones de consumo o acuerdo internacional/nacional que impacte a los sectores con alta emisiones GEI.

Fuente: Comisión EDTTCC (2020)

Anexo nº 3

Puntajes obtenidos en el proceso de priorización por sector y criterio

<i>Puntajes directos</i>	Económicos		Sociales				Técnico-Ambientales			Factibilidad de implementación Mitigación al Cambio Climático en el sector		Puntaje Mitigación	Puntaje Final
	Aporte al PIB	Aporte al Empleo	Prioridad Desarrollo País	Calidad empleo	Mejora en aceptación social del sector por mitigar	Generación de capital humano por mitigar	Aporte Emisiones GEI Nacionales	Potencial de mitigación costo efectivo	CoBeneficios ambientales de la mitigación	Nivel de capacidades tecnológicas para los desafíos de mitigación en	Calidad del marco político-administrativo facilitante en el sector		
<i>SM Energía</i>	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	36,2
<i>SM Procesos industriales y uso de productos</i>	20,4	14,0	100,0	84,0	66,7	0,0	0,0	0,0	44,4	47,4	44,4	32,3	11,7
<i>SM Agricultura, Silvicultura y otros usos de la tierra</i>	2,8	9,4	100,0	12,0	66,7	100,0	29,7	12,2	0,0	10,5	0,0	27,9	10,1
<i>SM Residuos</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	0,6	66,7	0,0	0,0	5,7	2,1

<i>Puntajes directos</i>	Impactos en el sector del Cambio Climático				Factibilidad de implementación Medidas Adaptación al Cambio Climático en el sector					Puntaje Adaptación	Puntaje final
	Nivel de riesgo por Cambio Climático	Nivel de Oportunidades por Cambio Climático	Nivel conocimiento vulnerabilidad al cambio climático	Valor social del sector	Nivel de capacidades tecnológicas para los desafíos de adaptación en el sector	CoBeneficios ambientales de la Adaptación del sector	CoBeneficios Sociales de la Adaptación del sector	Calidad del marco político-administrativo facilitante en el sector			
<i>SA Recursos hídricos</i>	100	40	95,45454545	100	86,95652174	84,61538462	92,30769231	23,07692308	83,6	53,3	
<i>SA Biodiversidad</i>	80	0	36,36363636	58,33333333	39,13043478	100	15,38461538	46,15384615	50,2	32,0	
<i>SA Silvoagropecuario</i>	50	100	95,45454545	54,16666667	82,60869565	46,15384615	53,84615385	38,46153846	66,7	42,6	
<i>SA Pesca y acuicultura</i>	25	40	22,72727273	8,33333333	39,13043478	23,07692308	38,46153846	46,15384615	27,5	17,5	
<i>SA Energía</i>	20	66,66666667	100	25	100	46,15384615	30,76923077	100	56,4	36,0	
<i>SA Infraestructura</i>	10	66,66666667	50	25	65,2173913	0	38,46153846	76,92307692	37,6	24,0	
<i>SA Ciudades</i>	25	73,33333333	31,81818182	50	56,52173913	61,53846154	100	30,76923077	45,2	28,8	
<i>SA Salud</i>	0	13,33333333	9,090909091	58,33333333	17,39130435	23,07692308	69,23076923	84,61538462	25,8	16,4	
<i>SA Turismo</i>	0	53,33333333	22,72727273	0	0	23,07692308	0	15,38461538	12,9	8,2	
<i>SA Zonas costeras</i>	25	20	0	25	17,39130435	38,46153846	15,38461538	0	17,1	10,9	

Fuente: Centro de Cambio Global y Centro de Energía UC (2018)

Anexo n° 4

Criterios para la priorización de opciones tecnológicas

Criterios	Descripción
<i>Impacto directo</i>	Reducción de emisiones y captura de GEI desde la atmósfera Aumento de la resiliencia, reducción en la vulnerabilidad, mejora en la capacidad de adaptación
<i>Impacto indirecto</i>	Apoyo para Marco de Sendai Apoyo para el Cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 6 ODS 10) Generación de empleo Salud Impacto en las economías locales/regionales Impacto en la sostenibilidad
<i>Costo efectivo</i>	Costos de inversión, de operación y mantenimiento
<i>Impacto del desarrollo y/o la transferencia de la tecnología</i>	Alcance y masividad Replicabilidad en otras áreas
<i>Viabilidad económica de financiamiento</i>	Apoyo financiero internacional (Fondo verde) Sector financiero Bonos verdes Instrumentos de fomento existentes
<i>Democratización de la tecnología</i>	Código abierto Facilidad de adopción para distintos usuarios
<i>Cooperación Chile a la región</i>	Posibilidad de ser proveedor de servicio Posibilidad de exportación de tecnología
<i>Implementabilidad</i>	Aceptación social Grado de capacitación Compromiso del sector privado Probabilidad de implementar tecnología en el corto plazo Existencia de infraestructura de administración para apoyar la tecnología Bajas barreras regulatorias/ normativas
<i>Posibilidad de producción local de la tecnología</i>	Producción local de la tecnología Servicio de mantenimiento local de la tecnología Etapa de desarrollo de la tecnología en el país Capacidades en recursos humanos Capacidades tecnológicas del sector/ámbito Capacidades de infraestructura del sector/ámbito

Fuente: Comisión EDTTCC (2020)