

Recomendaciones de política para la integración de Tecnologías Ecológicamente Racionales en los Sistemas Nacionales de Innovación

Juan Carlos Salazar, coordinador

División de Cambio Climático

NOTA TÉCNICA N°
IDB-TN-01757

Recomendaciones de política para la integración de Tecnologías Ecológicamente Racionales en los Sistemas Nacionales de Innovación

Juan Carlos Salazar, Coordinador

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático INECC México
Technopolis Group
Hinicio
Tecnalia

Noviembre 2019



Catalogación en la fuente proporcionada por la

Biblioteca Felipe Herrera del

Banco Interamericano de Desarrollo

Recomendaciones de política para la integración de tecnologías ecológicamente racionales en los sistemas nacionales de innovación / Juan Carlos Salazar; coordinador p. cm. — (Nota técnica del BID ; 1757)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Green technology-Government policy-Latin America. 2. Technological innovations-Government policy-Latin America. 3. Technological innovations-Environmental aspects-Latin America. 4. Climate change mitigation-Latin America. 5. Environmental policy-Latin America. I. Salazar, Juan Carlos, coordinador. II. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Cambio Climático. III. Serie. IDB-TN-1757

Códigos JEL: O21, O32, O33, O38, P11, Q54, Q55

Palabras clave: Cambio climático, tecnologías verdes, transiciones tecnológicas, transferencia de tecnología, adopción tecnológica, integración de tecnologías a sistemas de innovación, sistema nacional de innovación, tecnologías ecológicamente racionales.

<http://www.iadb.org>

Copyright © 2019 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.

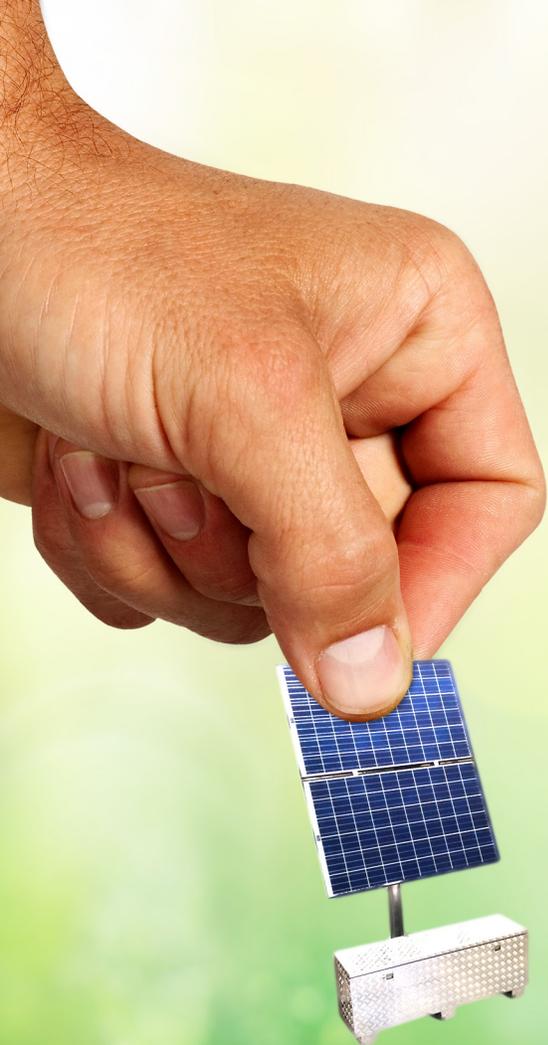


Esta publicación es un aporte para que los países de Latinoamérica avancen, individualmente y como región, en la definición de los retos y las estrategias de política que –desde la perspectiva del desarrollo científico y tecnológico, la innovación y la transferencia de tecnología– les permita hacer de los sistemas nacionales de innovación (SIN) una herramienta eficaz para hacer frente al cambio climático y, más allá, avanzar en el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Así mismo, el informe aporta recomendación para la reforma de los sistemas nacionales de innovación y la integración de tecnologías ecológicamente racionales en dichos sistemas.

Este documento es el resultado del esfuerzo de numerosas personas e instituciones. El INECC, a través de su Directora General, María Amparo Martínez; y de su Coordinadora General de Cambio Climático, Claudia A. Octaviano; concibió y lideró esta iniciativa. Este liderazgo se apoyó en las contribuciones de Óscar Sebastián Araiza y Roberto Ulises Ruiz y en especial en la decisiva coordinación de Ana María Contreras y la colaboración de Julio Yáñez, todos miembros del equipo del INECC. El BID, con Matteo Grazzi, de la División de Competitividad e Innovación, y Claudio Alatorre y Claudia Hernández, de la División de Cambio Climático, acompañó desde el punto de vista técnico el desarrollo del proyecto.

La elaboración de este informe fue liderada técnicamente por Juan Carlos Salazar, consultor asociado de Technopolis Group, y contó con contribuciones de: Patrick Maio, Ana Milena Ángel y Juan Camilo Ramírez, de Hincio; Carlos Hinojosa, Javier Blanco, Liliana Pinzón, David Jácome y Fernando Díaz, de Technopolis Group; y Begoña Sánchez y Eva Arrilucea, de Tecnalía. Finalmente, pero no menos importante, un grupo de más de 40 expertos (académicos, del gobierno, del sector privado y de organizaciones civiles) de 15 países de Latinoamérica y el Caribe contribuyeron con sus aportes a la formulación de las recomendaciones de política pública que se proponen en esta publicación.

**RECOMENDACIONES DE
POLÍTICA PARA LA
INTEGRACIÓN DE
TECNOLOGÍAS
ECOLÓGICAMENTE
RACIONALES EN LOS
SISTEMAS NACIONALES
DE INNOVACIÓN.**



FONDO PARA EL MEDIO AMBIENTE MUNDIAL
INVERTIMOS EN NUESTRO PLANETA



INECC
INSTITUTO NACIONAL
DE ECOLOGÍA Y
CAMBIO CLIMÁTICO



BID
Banco Interamericano
de Desarrollo

Índice de Contenido

Abreviaturas.....	7
Resumen.....	11
Introducción.....	28
I. Elementos conceptuales y de contexto.....	31
I.1 Tecnologías Ecológicamente Racionales.....	31
I.2 El contexto	32
I.3 La relación entre los SNI y las TER.....	34
I.4 Las categorías para el análisis de los SNI.....	36
II. Desafíos y oportunidades en materia de acción climática y de innovación en Latinoamérica y el Caribe	38
II.1 Los retos frente al cambio climático	38
II.2 Los Sistemas Nacionales de Innovación en LAC: un marco general de condiciones insuficientes.....	41
III. Desafíos y oportunidades para la integración de las políticas de acción climática e innovación en los países seleccionados: México, Colombia y Ecuador.....	45
III.1 Los desafíos de los países seleccionados frente al cambio climático	46
III.2 Los Sistemas Nacionales de Innovación en los países seleccionados	55
III.3 El marco institucional y de políticas para integración de las políticas de Acción Climática y las de Innovación.....	72
III.4 Conclusiones.....	74
IV. Principales lecciones de la experiencia internacional.....	81
IV.1 Políticas orientadas por misión frente al cambio climático.....	82
IV.2 Un creciente interés en la integración de las TER a los SNI	83
IV.3 Un enfoque de combinación de políticas (policy mix).....	84
IV.4 Una mejor coordinación entre actores de la cuádruple hélice, así como entre los diferentes niveles de gobierno (gobernanza multinivel).....	85

IV.5 Selección de sectores.....	85
V. Recomendaciones de política para promover la integración de las TER en los SNI	86
V.1 Alcance y lógica general de las recomendaciones.....	86
V.2 Liderazgo, visión y misión.....	90
V.3 Políticas horizontales: Crear condiciones marco apropiadas para la integración de las TER y los SNI (Subsistema político y de marco regulatorio).....	91
V.4 Políticas verticales: Desarrollar capacidades de innovación en TER en sectores prioritarios para la acción climática y los ODS.....	95
V.5 Algunas Iniciativas regionales	112
V.6 Fortalecimiento institucional	113
Bibliografía	115
Anexo A Perfiles y tendencias de las emisiones en LAC.....	124
Anexo B Opciones de mitigación y de tecnologías asociadas según sectores prioritarios en LAC	129
Anexo C Marcos de institucionales y de política de cambio climático en los países seleccionados	131
Anexo D Red de Centros de Investigación e Innovación en México.....	149
Anexo E Estructura de la Guía “Marco Analítico y guías para la planeación ante el cambio climático y Tecnologías Ecológicamente Racionales (TERs)”.....	153
Anexo F Taxonomía de las Tecnologías Ecológicamente Racionales.....	156

Índice de Figuras

Figura 1. Taxonomía de las TER	12
Figura 2. Los cuatro subsistemas de los SNI.....	13
Figura 3. Marco general de las recomendaciones.....	22
Figura 4 Taxonomía de TER en áreas tecnológicas priorizadas(ejemplos)	32
Figura 5. Los cuatro subsistemas de los SNI.....	36

Figura 6. Tasas anuales de crecimiento en emisiones de las principales actividades económicas en comparación con los históricos de las emisiones en Colombia 51

Figura 7. Marco general de las recomendaciones 88

Figura 8. Distribución de los recursos de financiación en la cadena de valor de la innovación 92

Figura 9. Emisiones de gases efecto invernadero (incluyendo y excluyendo cambios en el uso del suelo) de países** de la región de Latinoamérica y el Caribe durante el periodo 1990-2014. (Cifras en Millones de CO₂e)..... 125

Figura 10. Cambio porcentual de emisiones de gases efecto invernadero (excluyendo LULUCF) del periodo 2000 a 2014.....126

Figura 11 Cambio porcentual de la intensidad de emisiones de gases efecto invernadero (excluyendo LULUCF) por PIB (millones de USD\$ en precios constantes de 2010) durante el periodo 2000 a 2014.....126

Figura 12 Cambio (aumento o reducción) en los niveles de GEI per cápita entre el 2010 y la meta 2030 (en porcentajes) 127

Figura 13. Participación (porcentual) de las distintas fuentes de emisión de gases efecto invernadero de países de la región de Latinoamérica y el Caribe en el año 2014 (excluyendo cambios del uso de suelo).127

Figura 14. Desagregación (porcentual) de emisiones energéticas de los países de la región de Latinoamérica y el Caribe..... 128

Figura 15. Participación (Porcentual) de las fuentes de generación de energía eléctrica en países de la región en el año 2015.....129

Figura 16. Marco Institucional del Sistema Nacional de Cambio Climático 132

Figura 17. Estructura de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático - CICC. 133

Figura 18. Instancias de articulación y coordinación para la gestión del cambio climático en el SISCLIMA ...136

Figura 19. Elementos que articulan la Política Nacional de Cambio Climático 137

Figura 20. Ciclo de Política para la Gestión del Cambio Climático en Colombia 139

Figura 21. Estructura de formulación de los Planes de Acción Sectoriales (PAS) de Mitigación 140

Figura 22. Organización Institucional para desarrollar e implementar las acciones de adaptación y mitigación en Ecuador 145

Figura 23. Etapas y pasos del proceso de evaluación de políticas y planeación climática 153

Figura 24. Taxonomía de TER en áreas tecnológicas priorizadas(ejemplos) 156

Abreviaturas

ACTI	Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación
BAU	Negocios como siempre (por su sigla en inglés)
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BM	Banco Mundial
BUR	Informe Bienal de Actualización (por su sigla en inglés)
CAC	Captura y Almacenamiento de Carbono
CAF	Corporación Andina de Fomento
CAR	Corporación Autónoma Regional
CAR	Corporaciones Autónomas Regionales (Colombia)
CC	Cambio Climático
CEL	Certificados de Energías Limpias (México)
CEMIE	Centros Mexicanos de Innovación en Energía (México)
CFE	Comisión Federal de Energía (México)
CFI	Corporación Financiera Internacional
CICC	Comisión Intersectorial de Cambio Climático (Colombia)
CICC	Comité Interinstitucional de Cambio Climático (Ecuador)
CICC	Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (México)
CITiS	Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Innovación y Saberes Ancestrales (Ecuador)
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CONUEE	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (México)
CNUMAD	Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo
CODECTI	Consejos Departamentales de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colombia)
COLCIENCIAS	Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colombia)
CONPES	Consejo de Política Económica y Social (Colombia)
COPCI	Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones (Ecuador)
CTCN	Centro y Red de Tecnología del Clima (por sus siglas en inglés)
CTI	Ciencia, Tecnología e Innovación
ECDBC	Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (Colombia)
ENAREDD+	Estrategia Nacional REDD+

ENCC	Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40 (México)
ERNC	Energías Renovables No Convencionales
FCTel-SGR	Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colombia)
FFJC	Fondo Francisco José de Caldas (Colombia)
FOMIN	Fondo Multilateral de Inversiones
FORDECYT	Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación (México)
GAD	Gobierno Autónomo Descentralizado (Ecuador)
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GIDE	Gasto en Investigación Científica y Desarrollo Experimental
GNCTI	Gasto Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación
ha	Hectárea
I+D	Investigación y Desarrollo
I+D+i	Investigación, Desarrollo e Innovación
IDE	Investigación Científica y Desarrollo Experimental
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Colombia)
IEA	International Energy Agency
IES	Instituciones de Educación Superior
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México)
INER	Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, por sus siglas en inglés
IPI	Institutos Públicos de Investigación (Ecuador)
LAC	Latinoamérica y el Caribe
LAERFTE	Ley de Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (México)
LGCC	Ley General de Cambio Climático (México)
LOES	Ley Orgánica de Educación Superior (Ecuador)
MACC	Curvas de Costo Marginal de Abatimiento, por sus siglas en inglés
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (Colombia)
MAE	Ministerio de Ambiente (Ecuador)
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería (Ecuador, actualmente)
MAGAP	Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (Ecuador, anteriormente)

MCP	Mecanismo Coordinación País (Ecuador)
mdd	Millones de dólares de Estados Unidos de América
MICSE)	Ministerio de Coordinación de Sectores Estratégicos (Ecuador)
MIPRO	Ministerio de Industrias y Productividad (Ecuador)
MSTI	Main Science and Technology Indicators (OECD)
MtCO₂e	Millones de Toneladas de CO ₂ Equivalente
Mton	Megatoneladas
NAMA	Medidas Nacionales Apropriadas de Mitigación, por su sigla en inglés
NAP	Planes Nacionales de Adaptación, por su sigla en inglés
NDC	Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional, por sus siglas en inglés
NEBT	Nuevas Empresas de Base Tecnológica
NRCC	Nodos Regionales de Cambio Climático
OCAD	Órgano Colegiado de Administración y Decisión del Sistema General de Regalías (Colombia)
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
ONG	Organización No Gubernamental
OTRI	Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación
OTT	Oficinas de Transferencia de Tecnología
PAI	Programa de Atracción e Inserción de Capital Humano Avanzado (Chile)
PAS	Planes de Acción Sectorial de Mitigación (Colombia)
PCTI	Parques Científicos, Tecnológicos y de Innovación
PEA	Población Económicamente Activa
PECC	Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 (México)
PECiTI	Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (México)
PI	Propiedad Intelectual
PIB	Producto Interno Bruto
PIGCCT	Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales (Colombia)
PNCC	Política Nacional de Cambio Climático (Colombia)
PND	Plan Nacional de Desarrollo (Colombia)
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

PRODETES	Proyecto de Desarrollo de Tecnologías de Energía Sustentable para el Cambio Climático (México)
PSS	Sistemas Producto-Servicio, por su sigla en inglés
PYMES	Pequeñas y Medianas Empresas
MIPYMES	Micro, Pequeñas y Medianas Empresas
RCP	Trayectoria Representativa de Concentración (por sus siglas en inglés)
REDD+	Reducción de Emisiones de la Deforestación y Degradación Forestal y el Papel de la Conservación, la Gestión Forestal Sostenible y el Aumento de los Stocks de Carbono del Bosque en Países en Desarrollo
REDNACECYT	Red Nacional de Consejos Estatales y Organizaciones de Ciencia y Tecnología (México)
RICYT	Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana
RIS3	Estrategias Regionales de Innovación para la Especialización Inteligente (por su sigla en inglés)
SENA	Servicio Nacional de Aprendizaje (Colombia)
SENESCYT	Secretaría de Educación Superior, Ciencia Tecnología e Innovación (Ecuador)
SINACC	Sistema Nacional de Cambio Climático (México)
SISCLIMA	Sistema Nacional de Cambio Climático (Colombia)
SNCCTI	Sistema de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación (Colombia)
SNCI	Sistema Nacional de Competitividad e Innovación (Colombia)
SNCTI	Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación
SNI	Sistema Nacional de Innovación
SNIE	Sistema Nacional de Incubación de Empresas (México)
SNITT	Sistema Nacional de Investigación y Transferencia Tecnológica (México)
TEC	Technology Executive Committee
TER	Tecnologías Ecológicamente Racionales
TIC	Tecnologías de la Información y Comunicación
TNA	Evaluación de Necesidades Tecnológica, por sus siglas en inglés
TRL	Nivel de madurez de una tecnología, por su sigla en inglés (Technology Readiness Level)
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
USCUSS	Uso del Suelo, Cambio del Uso del Suelo y Silvicultura

RESUMEN

CONTEXTO

El presente documento **sintetiza los resultados del estudio realizado** con el objeto de *“elaborar recomendaciones de política para integrar las tecnologías ecológicamente racionales (TER) en los sistemas nacionales de innovación (SNI)”*. Se han considerado aquellas tecnologías que favorecen el cumplimiento de las contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC, por sus siglas en inglés), las mejores prácticas internacionales en la materia, los retos de su adaptación en Latinoamérica y Caribe (LAC)¹, así como el Mecanismo Tecnológico de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)¹.

Los resultados del estudio se obtuvieron de la aplicación de una **metodología** que combinó un trabajo de investigación documental (p. ej. estudios y documentos de política), trabajo de campo (entrevistas y diálogos con expertos y actores relevantes) y en especial un trabajo dinámico con expertos y representantes de países de LAC, quienes participaron de manera activa en tres talleres regionales realizados en Ciudad de México (21 y 22 de noviembre de 2017), Quito (11 y 12 de abril de 2018) y Antigua, Guatemala, (16 y 17 de octubre de 2018). El estudio incluyó, además, el análisis detallado de los casos de México, Ecuador y Colombia; y el análisis de mejores prácticas internacionales, para lo cual se examinaron los casos de República de Corea, Canadá, Alemania y Suecia.

Tres secciones componen este resumen. En la primera se introducen los conceptos básicos alrededor de los cuales se desarrolló el presente estudio: las TER, los SNI y la integración de las TER en los SNI; en la segunda se presentan, a la luz de la revisión de las experiencias de los tres países latinoamericanos seleccionados y de las experiencias internacionales, las principales oportunidades y desafíos que enfrenta la región de LAC en cuanto al desarrollo de sus SNI y su potencial para promover las TER; y finalmente, en la tercera sección se proponen un conjunto de recomendaciones de política. Estas recomendaciones, dirigidas a hacedores de política

y tomadores de decisión, son de carácter estratégico e incluyen también criterios y tipos de instrumentos de política pública. En todo caso, su aplicación deberá adaptarse y reconocer las particularidades y el contexto de cada país de LAC, en cuanto a sus desafíos, prioridades y políticas nacionales frente al CC, y al nivel de desarrollo de sus respectivos SNI.

CONCEPTOS BÁSICOS

El uso del concepto de TER no está del todo generalizado. A lo largo del estudio se hace alusión principalmente **al concepto de TER** , pero también a conceptos afines como, por ejemplo, tecnologías climáticas, tecnologías ambientales, eco-innovación o innovación verde. La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD)² definió las TER como *“aquellas tecnologías que, en relación con otras, tienen el potencial de mejorar de manera considerable el desempeño ambiental. Son tecnologías que protegen el medio ambiente, son menos contaminantes, utilizan los recursos de manera sostenible, reciclan más de sus desechos y productos y manejan todos los desechos residuales de una manera más aceptable desde el punto de vista ambiental que las tecnologías de las que son sustitutos”*³.

La figura 1 muestra, aunque no de manera exhaustiva, la amplia variedad de TER relevantes para la mitigación y la adaptación al CC en algunas áreas tecnológicas (energía y eficiencia energética) y sectores específicos (transporte, agricultura, ganadería y silvicultura). La figura denota igualmente la amplitud del concepto de TER y la importancia del uso de una aproximación comprensiva para su análisis. En efecto, la TER no son sólo tecnologías individuales. Son también sistemas totales que incluyen conocimientos técnicos, procedimientos, bienes y servicios, y equipos, así como procedimientos organizativos y de gestión para promover la sostenibilidad ambiental.

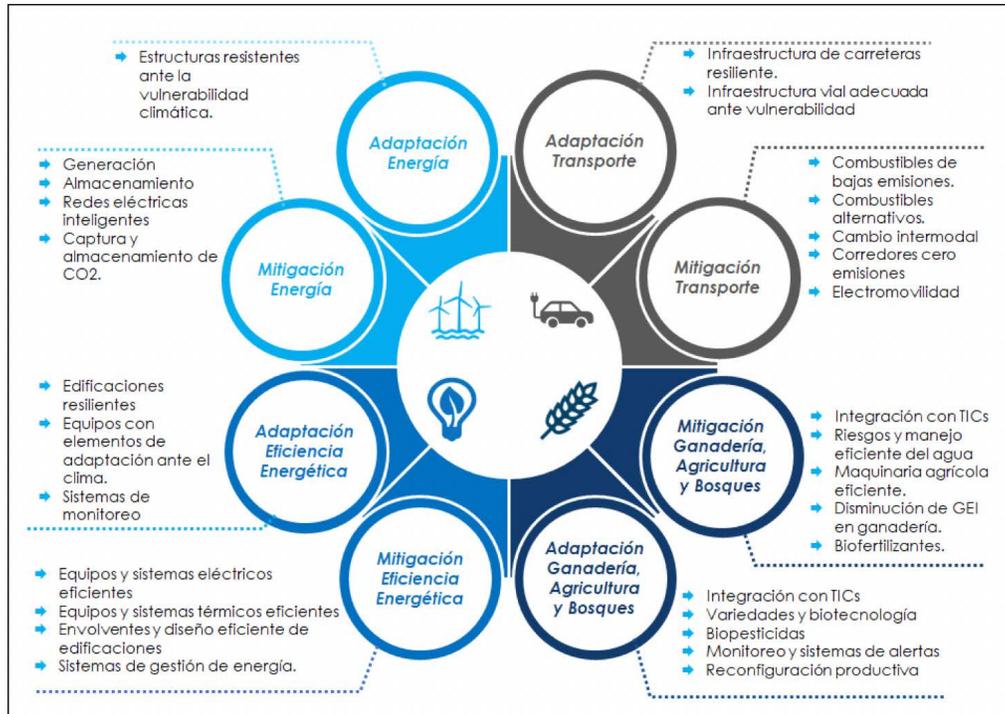
Las TER son pues un elemento esencial para enfrentar el CC, el desafío ambiental más apremiante de la humanidad. Sin embargo, a pesar del consenso científico sobre su causa principal, los políticos y los gobiernos todavía no han enfrentado la crisis de manera efectiva. Tres años después de la adopción del Acuerdo de París, a finales de 2018 en la COP24,

¹ Ver: <https://unfccc.int/ttclear/support/technology-mechanism.html>. El Acuerdo de Copenhague (COP 15) estableció la necesidad de establecer un “mecanismo tecnológico integral para acelerar el desarrollo y la transferencia de tecnología en apoyo de las medidas de adaptación y mitigación”. En Cancún (COP 16) el Mecanismo Tecnológico se elaboró más a fondo mediante la definición de su mandato y su estructura, que comprende un Comité Ejecutivo de Tecnología y un Centro y Red de Tecnología del Clima.

² Reunión en Río de Janeiro de 1992 el Programa 21, capítulo 34.

³ <https://www.unenvironment.org/regions/asia-and-pacific/regional-initiatives/supporting-resource-efficiency/environmentally-sound>.

Figura 1. Taxonomía de las TER



Fuente: Consorcio Hincio, Technopolis Group y Tecnalia.

las partes finalmente definieron las reglas de su aplicación.

A los compromisos adquiridos por los países de LAC en el Acuerdo de París, como parte de la CMNUCC, se ha sumado la Agenda 2030 y sus 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). La implementación del ODS 13, “Acción por el Clima”, que llama a la adopción urgente de medidas para combatir el CC, podrá conseguirse de la mano con la implementación de otros ODS⁴. Por lo tanto, la acción climática deberá ser parte de una iniciativa conjunta y coordinada de diversos sectores en busca de objetivos nacionales, regionales y globales.

En el presente estudio, la integración de las TER a los SNI se refiere al fortalecimiento del papel que deben desempeñar los SNI como facilitadores y promotores del desarrollo, aprovechamiento y difusión de las TER. Este fortalecimiento debe, no solo contribuir a la mitigación y adaptación al CC, sino también al logro de los ODS. Las políticas de innovación y la

implementación de los ODS dependen y se moldean mutuamente. Sin embargo, los SNI en LAC no son aún un instrumento eficaz para la acción climática. Por lo tanto, la Agenda 2030 y el CC demandan un replanteamiento fundamental de la política de innovación a fin de fortalecer el papel de los SNI en el desarrollo y aprovechamiento de las TER para enfrentar los desafíos que plantean el CC y la Agenda 2030.

El análisis, los hallazgos y las recomendaciones sobre los SNI en LAC, el objeto de estudio, se han estructurado bajo el supuesto de que estos están compuestos por cuatro subsistemas. Estos subsistemas se han definido desde una perspectiva funcional. Ellos son:

- **El subsistema político y de marco regulatorio:** comprende los gobiernos nacionales y subnacionales; las estructuras de gobernanza de las políticas de CTI (Ciencia, Tecnología e Innovación) y de CC; las políticas, programas e instrumentos de promoción de CTI; y las políticas,

⁴ Así por ejemplo: aumentar la capacidad productiva agrícola y el desarrollo de sistemas de producción alimentaria sostenibles (ODS 2); asegurar el acceso universal a servicios de energía con un mejor rendimiento energético y un mayor uso de fuentes renovables (ODS 7); apoyar un progreso tecnológico basado en innovaciones que mejoren la eficiencia energética de los procesos de industrialización y al tiempo permitan alcanzar objetivos medioambientales (ODS 9); lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles, y asegurar la calidad del aire que se respira allí (ODS 11); garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles (ODS 12); hacer una gestión efectiva y sostenible de los océanos, los mares, los recursos marinos, así como de los bosques y de la tierra, y asimismo detener la pérdida de biodiversidad (ODS 14 y 15).

programas e instrumentos de CC. Sus retos están relacionados con la construcción de una visión alrededor de la CTI y con los procesos de articulación y coordinación.

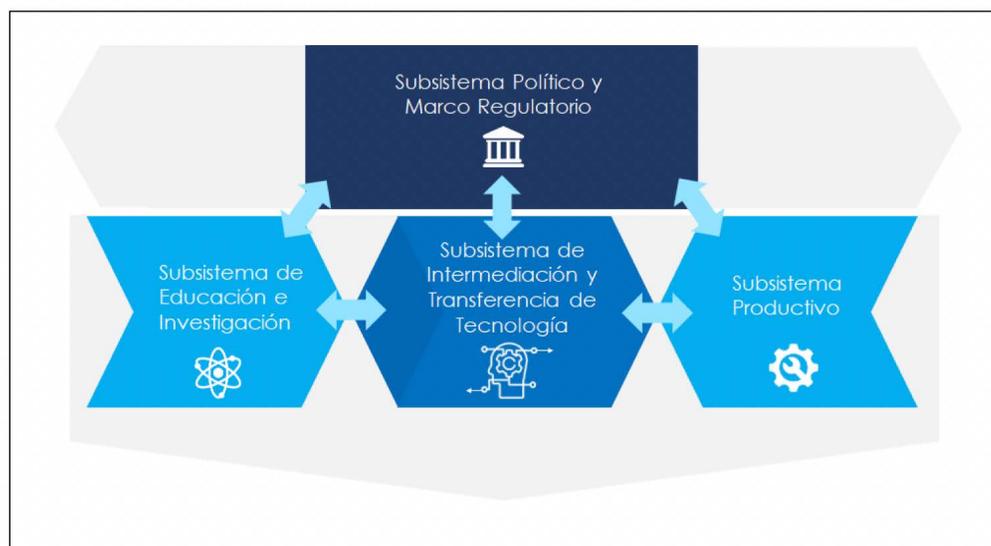
- **El subsistema de educación e investigación:** incluye instituciones de educación técnica y tecnológica, instituciones de educación superior e investigación, centros de Investigación públicos. Los retos de este subsistema se refieren al desarrollo de capacidades de ciencia y tecnología, de la infraestructura de I+D+i, y de la formación de RRHH de alto nivel y con capacidades para el mercado laboral.
- **El subsistema productivo:** comprende las empresas grandes, Pymes maduras, nuevas empresas de base tecnológica, sectores agroindustrial y silvícola, sector energético, asociaciones, cámaras, gremios empresariales

y sectoriales. Los desafíos que enfrenta están asociados con procesos de innovación en empresas existentes, el emprendimiento innovador, el financiamiento de la innovación, los estímulos fiscales y los regímenes de propiedad intelectual.

- **El subsistema de intermediación y transferencia de tecnología y conocimiento:** corresponde las instituciones encargadas de facilitar el flujo de conocimiento, en dos direcciones, entre el subsistema productivo y el subsistema de educación e investigación. Abarcan, entre otros, centros de investigación aplicada de la industria, centros tecnológicos y de desarrollo de competencias, incubadoras de empresas, parques científicos y tecnológicos, oficinas de transferencia tecnológica, clústeres y redes.

El estudio utiliza las siguientes premisas de partida

Figura 2. Los cuatro subsistemas de los SNI



Fuente: Consorcio Hincio, Technopolis Group y Tecnalia.

acerca de los atributos de los SNI:

- La interconexión y la interdependencia entre los actores que integran los SNI son críticas.
- Además de los gobiernos y la academia, las empresas y las organizaciones de la sociedad

civil son actores centrales.

- Las actividades de innovación son mucho más que I+D.
- La demanda de conocimiento y de tecnologías, no sólo la oferta, impulsa los sistemas de innovación.

- Las medidas de política deben buscar una combinación equilibrada de medidas que promuevan tanto la oferta como la demanda de conocimiento.
- Los sistemas nacionales de innovación son internacionalmente abiertos.

SISTEMA NACIONALES DE INNOVACIÓN EN LAC: OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS

Panorama general

En la región de LAC existe una amplia heterogeneidad en cuanto al grado de desarrollo de los SNI y los desafíos que en materia de acción climática y desarrollo sostenible afronta cada país. Para efectos del presente estudio, el balance sobre la situación de la innovación en la región se basa en un examen general de la situación de LAC, así como en una revisión más detallada de los tres países seleccionados (México, Colombia y Ecuador). Las principales oportunidades y desafíos que, para la integración de las TER, enfrentan los SNI de la región se presentan a continuación.

El mercado mundial de las TER ha estado en expansión desde la década de los 90, tanto en países desarrollados como en países en desarrollo. Durante la última década, el tamaño del mercado europeo de los “bienes ambientales” ha crecido 40%. Y se espera que el sector siga creciendo de manera sostenida durante las próximas décadas. En el caso de las energías renovables, Latinoamérica y el Caribe ofrecen un terreno fértil para el despliegue de estas tecnologías. De hecho, vienen experimentando un rápido crecimiento en los últimos años, y el interés por su desarrollo sigue aumentando aun con mayor celeridad. Además, la región es uno de los más importantes mercados emergentes en el mundo. Todo lo cual hace que LAC sea un mercado prometedor para las TER.

Las capacidades en (CTI) en LAC han venido aumentando en las últimas décadas. Pero persisten brechas significativas con respecto a países desarrollados. Y, dado que la región está dotada de una inmensa riqueza de recursos naturales, el fortalecimiento de sus SNI en función del logro de los

ODS es igualmente una oportunidad para iniciar una senda de crecimiento sostenible. Los países de LAC, al adoptar medidas para hacer frente al CC, tienen la oportunidad de forjar en el largo plazo un crecimiento económico fundamentado en una transformación de sus estructuras productivas e, incluso, de su modelo de desarrollo.

No obstante, el desempeño de los SNI en los países de LAC, en términos generales, muestra un rezago en relación con los de otras economías emergentes y de los países desarrollados. Este rezago es incluso mayor en cuanto a su papel como instrumento para el desarrollo social y económico inclusivo y sostenible, así como para hacer frente al CC. La región adolece de un severo déficit en cuanto a la incorporación de conocimiento y tecnología, no solo en sus procesos productivos, sino también en la búsqueda de beneficios sociales y ambientales. Una visión clara y una decisión y un liderazgo firmes al más alto nivel de gobierno contribuirían a este propósito y en especial a la integración de las TER a los SNI. Pero igualmente será necesario el desarrollo de una estructura de gobernanza más operativa y que efectivamente permita articular y coordinar visiones, estrategias, políticas y programas de acción climática y de CTI.

Débiles marcos y capacidades institucionales, así como una insuficiente financiación de la innovación

En general en LAC, el marco de condiciones habilitantes, que corresponde al subsistema político y de marco regulatorio, es insuficiente para promover la innovación:

- Los **marcos institucionales** para la promoción de la innovación en LAC se encuentran aún **en etapas tempranas de desarrollo** en cuanto a: la capacidad para el establecimiento y la gestión de políticas; la articulación y coordinación entre sectores en los gobiernos, entre niveles de gobierno, y entre el sector público y el privado; la formulación y mantenimiento de políticas de largo plazo; y las capacidades para formular, supervisar, monitorear y evaluar las políticas de innovación, así como para experimentar y aprender para mejorar los procesos de planificación y ajuste de las políticas.

- En el campo de las TER y de los SNI, la experiencia de los países seleccionados (México, Ecuador y Colombia) muestra avances en cuanto a la creación de **marcos institucionales y de política** mediante los cuales se le ha asignado al más alto nivel de gobierno la responsabilidad de la orientación y la **coordinación** de las estrategias y **políticas de CC**. Existen procesos sectoriales de alineación de las agendas de política pública de CC y de ciencia, tecnología e innovación. Sin embargo, **no existen procesos decididos y sistémicos de integración de las TER en los SNI**.
- **La inversión tanto pública como privada** en (CTI) en la región es asimismo **relativamente baja**. Si bien existe una enorme heterogeneidad en cuanto a los niveles de desarrollo de los SNI de los países de la región, la relativa baja inversión en CTI ayuda a explicar la baja intensidad de conocimiento. La inversión en I+D se ha concentrado especialmente en instituciones públicas, mientras la participación del sector privado, incluso en innovación, es escasa.

Políticas de innovación de largo plazo relacionadas con la oferta y la demanda de conocimiento y tecnología, como por ejemplo la creación de una masa crítica de recursos humanos en ciencia y tecnología o el desarrollo de capacidades de I+D+i en las empresas privadas, ayudarían a superar esta situación. Se requiere igualmente reforzar la capacidad institucional para formular, supervisar y evaluar las políticas de innovación, de manera que se conviertan en un elemento central de la práctica de las políticas de innovación; así como fortalecer capacidades para experimentar, monitorear, evaluar y aprender a fin de mejorar los procesos de planificación e implementación de políticas.

Una oferta aún limitada de capacidades de CTI

Desde la perspectiva del **subsistema de educación e investigación**, las características más comunes en la región son:

- **La oferta de capacidades** en CTI y de conocimiento científico y tecnológico en la región **es aún limitada**.
- **El capital humano para** la innovación, en términos

del número de investigadores, es escaso en la región en relación con países de la OCDE y las principales economías emergentes.

- Si bien en los últimos años ha habido avances en cuanto a la capacidad de **generación de conocimiento** científico, la producción de publicaciones y en especial las solicitudes de patentes siguen siendo relativamente bajas en el contexto global.
- Y en el caso de la **investigación aplicada**, especialmente en ingeniería y tecnología, esta actividad es aun sustancialmente menor.
- El sistema educativo, según algunos empresarios de LAC, no está respondiendo adecuadamente a la mayor demanda de mano de obra calificada necesaria para aprovechar las TER en el mercado. Y la oferta del sistema educativo requiere también adecuarse a las necesidades y oportunidades que se tiene en el nivel subnacional de los países de LAC.

Las fallas del mercado de las TER

Los retos del subsistema productivo están asociados a la demanda, tanto de conocimiento y tecnología por parte de los empresarios, como de bienes y servicios asociados con las TER por parte del mercado. En el caso de LAC, se trata de un mercado en proceso de maduración en el que aún existen importantes fallas que demandan una acción estatal. Estas fallas se reflejan en hechos como:

- La inversión en tecnologías climáticas es insuficiente debido principalmente a sus perfiles, a menudo desfavorables en cuanto a rentabilidad y riesgo. Estas tecnologías demandan mayores capital inicial y costos económicos en comparación con las tecnologías tradicionales, y constituyen por lo tanto mayores riesgos. Esto ha traído consigo que los inversionistas en los sistemas de innovación prefieran invertir en otras iniciativas de base tecnológica.
- **Los beneficios** vinculados con el uso de TER son difícilmente cuantificables y apropiables por parte de los actores privados. Adoptar una TER no siempre mejora la rentabilidad privada.
- El **capital de riesgo** en LAC está muy por debajo del

nivel encontrado en las economías desarrolladas, e incluso de las economías emergentes.

- La **incertidumbre acerca de la demanda** del mercado y de las políticas ambientales. Las energías renovables, por ejemplo, se ven afectadas por un entorno económico de precios energéticos relativamente bajos.
- De manera generalizada en la región existe un débil reconocimiento de la importancia de desarrollar **capacidades para la absorción**, es decir, capacidades de las empresas y en general de las organizaciones para identificar, adaptar y usar conocimiento, ideas, procesos, maquinarias o productos ya existentes en otro contexto para responder a necesidades o condiciones locales o individuales específicas.

Bajo dinamismo de la transferencia de tecnología

Las actividades de transferencia de tecnología que adelantan instituciones de intermediación, usualmente financiadas con recursos públicos, facilitan el intercambio de conocimiento y tecnología entre el subsistema productivo y de educación e investigación. Sus desafíos se refieren a actividades como el extensionismo tecnológico, la innovación endógena, la validación de tecnologías, el prototipado, la estimulación de la demanda y los servicios industriales.

Las instituciones dedicadas a la transferencia y difusión tecnológica contribuyen a generar las condiciones de entorno que las empresas necesitan para que se produzca la transferencia de conocimientos y de tecnología. Ayudan a enfrentar las fallas de mercado existentes, como las asimetrías de información y los problemas de coordinación. En LAC, este subsistema presenta las siguientes características:

- **El financiamiento público de la investigación** en LAC ha privilegiado la generación de conocimiento no necesariamente aplicado, y ha tenido limitados avances en la dinamización de la innovación tecnológica. Por lo tanto, no ha propiciado la colaboración entre la industria y las universidades, ni la transformación de nuevos conocimientos en innovación.

- Esto ha traído consigo una **débil incorporación de conocimiento y tecnología en los procesos productivos** y la baja valoración de la propiedad intelectual, todo lo cual afecta los procesos de transferencia de tecnología.
- Desde hace más de una década, algunas de las principales universidades de Latinoamérica y el Caribe han empezado a crear **Oficinas de Transferencia de Tecnología (OTT)** para interactuar con el sector productivo. La mayoría de ellas no están funcionando a nivel internacional. Es necesario fortalecer sus capacidades para mejorar la calidad y eficacia de los servicios que están prestando, así como para el desarrollo de redes de colaboración.

Situación y experiencias de México, Colombia y Ecuador: Integración de las TER en los SNI

Los casos de México, Colombia y Ecuador⁵ se enfocaron en los desafíos relacionados con la acción climática e innovación, así como en las oportunidades que existen para la integración de las políticas en estos dos ámbitos. Estos casos aportan evidencias, experiencias y lecciones que ejemplifican y enriquecen los análisis y recomendaciones que, en general para LAC, se presentan más adelante en el presente informe.

Se requiere consolidar los mecanismos que aseguren una mejor coordinación y articulación de los actores de los SNI

Existen importantes avances en cuanto al desarrollo de los SNI de los países seleccionados. Tales avances abarcan aspectos como el normativo, el institucional y el de capacidades en materia de CTI, así como la formación de alto nivel de recursos humanos. No obstante, consolidar la articulación y coordinación de sus componentes y actores es un desafío prioritario, en especial entre el subsistema de educación e investigación y el subsistema productivo; entre sectores a nivel nacional o federal; y entre niveles de gobierno.

Aún no se cuenta con los mecanismos necesarios para asegurar que —de manera sistemática, estratégica y participativa con los actores de la cuádruple hélice— se dé una clara integración de las políticas y programas de los SNI con los objetivos y necesidades

⁵ Los tres países fueron seleccionados teniendo en cuenta la diversidad de algunas de sus características: el tamaño de sus economías, el perfil de las NDC, los marcos institucionales, y las estrategias de política en torno a la acción climática y la promoción de la innovación.

de los países frente al CC.

Asimismo, se requiere prestar una mayor atención al desarrollo de capacidades de innovación a nivel subnacional. Desde hace ya unos años se han puesto en marcha programas de promoción de la CTI a nivel local o regional. El fortalecimiento de los sistemas regionales de Innovación (SRI) es un área en la que los tres países vienen trabajando. Sin embargo, siguen existiendo enormes desafíos en este campo.

Igualmente, en el ámbito del CC se identificaron en los tres países muy variadas y numerosas estrategias y programas de política pública orientados a cumplir los compromisos adquiridos en el marco de las NDC. Frente a los desafíos que plantea el CC, las respuestas de los países seleccionados, en términos de estrategias de política pública, se vienen alineando con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Los gobiernos de los tres países ofrecen un discurso asertivo sobre la importancia de la innovación para el crecimiento económico a largo plazo y el bienestar de sus poblaciones; para hacer frente al CC; así como para promover la transición hacia una economía competitiva y sustentable, y un desarrollo bajo en carbono. Se ha buscado que estas iniciativas sean transversales, y se han venido conformando sistemas nacionales, o al menos instancias para coordinar las políticas de CC, en los cuales los roles tanto del nivel nacional como regional son decisivos.

El marco institucional y de políticas para la Acción Climática y la Innovación

Los tres países seleccionados han expedido varias normas e implementado arreglos institucionales y políticas públicas para cada uno de estos dos ámbitos de política. En el ámbito del CC, el marco institucional y de políticas le ha asignado al más alto nivel de gobierno la responsabilidad de la orientación y la coordinación de las estrategias y políticas para hacer frente al CC.

El diseño de los arreglos institucionales y de las estrategias de política ha tenido un enfoque transversal que busca asegurar la integralidad de las intervenciones por medio de la participación, tanto de los sectores de gobierno directamente relacionados con la mitigación y la adaptación al CC, como de otros actores clave: la academia, el sector

empresarial y las organizaciones de la sociedad civil. Igualmente, ha habido un claro interés por asignar de manera concurrente y subsidiaria responsabilidades a los distintos órdenes de gobierno, esto es, tanto al orden nacional o federal, como a los órdenes regional y local.

México y Colombia han expedido leyes de CC. Ambas leyes coinciden en establecer medidas, no solo para mitigar la emisión de GEI y reducir la vulnerabilidad al CC, sino también para promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable y un desarrollo bajo en carbono. Ecuador, por su parte, incluyó en la Constitución de 2009 disposiciones que de manera explícita establecen la obligación del Estado de adoptar medidas adecuadas y transversales para hacer frente al CC. Y mediante Decreto Ejecutivo, en 2009 declaró como política de Estado la adaptación y mitigación del CC.

Los tres países han incluido el tema de CC en los Planes Nacionales de Desarrollo de los últimos gobiernos. Y de manera complementaria también han expedido estrategias (México y Ecuador) y políticas nacionales (Colombia) de CC. En el desarrollo de estas estrategias y políticas, los tres países han implementado un conjunto de iniciativas, algunas sectoriales y otras dirigidas a atender áreas en las que existen riesgos para la población, el medio ambiente o la infraestructura asociados con el CC. Estas iniciativas en general han surgido como respuesta a las prioridades que se han identificado para el cumplimiento de sus NDC en materia de mitigación y adaptación, así como para el logro de otros objetivos de política y, en especial, de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

En cuanto a los arreglos institucionales, México y Colombia han conformado sistemas para la gestión del CC. En México, la Ley de CC creó en 2012 el Sistema Nacional de CC (SINACC). Colombia creó en 2016 el Sistema Nacional de Cambio Climático (SISCLIMA). Ecuador no ha creado formalmente un sistema específicamente dirigido al CC. Pero, al igual que en México y Colombia, existe una instancia de coordinación al más alto nivel de gobierno:

- **Ecuador** creó en 2010 el **Comité Interinstitucional de Cambio Climático**, entre otras consideraciones, para abordar de manera integral y transversal

los desafíos que plantea el CC, y darle “un nivel apropiado de coordinación intersectorial y de cooperación e intervención de actores públicos y privados inherentes a esta problemática”. De esta manera, se busca “implementar de manera efectiva las políticas, las estrategias y las medidas de mitigación, adaptación, desarrollo de capacidades, tecnología e innovación, y financiamiento”.

- **México** conformó la **Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC)**, cuyo objetivo es: “coordinar acciones de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, para la formulación e instrumentación de las políticas nacionales para la acción climática relativos al cumplimiento de los compromisos suscritos por México en la CMNUCC”.
- **Colombia** ha conformado dos instancias. Una de ellas es la **Comisión Intersectorial de Cambio Climático (CICC)**, que está encargada de la coordinación de la gestión del CC a nivel nacional. Para el nivel territorial, se crearon los **Nodos Regionales de Cambio Climático (NRCC)**.

A través de sus programas o líneas de acción, las instituciones rectoras de las políticas de CTI en los tres países cuentan con distintos instrumentos a través de los cuales apoyan iniciativas sectoriales relacionadas con CC. Se han puesto en marcha numerosas y diversas iniciativas de política que apuntan hacia el desarrollo de las TER a través de actividades que contribuyen al fortalecimiento de los SNI.

Sin embargo, los organismos rectores del sector de CTI de los países seleccionados tienen una débil participación en las instancias de coordinación transversal de las políticas de CC, al menos como miembros titulares o permanentes. Esto es una muestra de que la generación y difusión de conocimiento, tecnologías y de innovaciones no es aún en la práctica una dimensión transversal, un motor que dinamice las transformaciones que se han propuesto las políticas de CC en los países seleccionados.

Se encontraron evidencias de procesos sectoriales, no generalizados, de alineación de las agendas

de política pública de CC, de un lado, y de ciencia, tecnología e innovación, de otro, que facilitan la integración de las TER en los SNI (el caso por ejemplo de los CEMIES en el sector de energía en México). Y existen normas y arreglos institucionales que buscan propiciar espacios de articulación y coordinación entre las agendas de estos dos ámbitos de política pública, y en las normas y políticas públicas del más alto nivel claramente se vincula la CTI con los objetivos de las políticas de CC. Sin embargo, en la práctica esto no es un proceso que se esté dando de manera sistémica y decidida.

Conclusiones sobre los países seleccionados

La diversidad de sectores y de temas en los que el CC plantea desafíos a los países seleccionados pone de relieve el papel que deben desempeñar el conocimiento, el desarrollo tecnológico y la innovación para la generación, tanto de soluciones a la problemática del CC, como de evidencias y metodologías que orienten la toma de decisiones y el diseño de intervenciones de adaptación y mitigación del CC.

La naturaleza transversal de las medidas de política que se requieren para hacer frente al CC debería reflejarse en el ámbito de las políticas de innovación. Estas deben integrar elementos e instrumentos de diversos ámbitos de política pública. Así, por ejemplo: el económico, el fiscal, el industrial, el comercial, el empresarial, el del desarrollo regional, y en especial el científico tecnológico y el de la educación y formación. Las políticas de innovación también deben desarrollarse mediante políticas sectoriales específicas, como las que se centran en la agricultura, la energía, el transporte, la salud o la infraestructura. Dichas políticas, a menudo incluyen, por ejemplo, programas de I+D, de transferencia de tecnología, de educación, así como también medidas de regulación.

Por esta razón, los gobiernos deben desempeñar un papel clave en la definición de consensos sobre: las prioridades de las políticas de desarrollo y CTI; la orientación de recursos hacia estos objetivos; el desarrollo de capacidades; la creación de vínculos en el sistema de innovación; y la promoción de la colaboración entre los gobiernos y otros actores clave. Deben también garantizar que las estrategias

de desarrollo sean el resultado de una combinación coherente de políticas de CTI. Por esta razón, es ideal que la responsabilidad por las políticas de CTI le corresponda al más alto nivel de gobierno; y que su formulación sea el resultado de un proceso que cuente con la participación de nuevos actores y la facilitación de nuevas colaboraciones estratégicas.

Y esto requiere el compromiso político, el liderazgo y la capacidad de colaboración de los responsables de la formulación de políticas, así como de otros actores del sistema de innovación. El fomento de la colaboración en materia de CTI centrada en prioridades específicas de desarrollo sostenible, y en particular de CC, requiere acciones coordinadas de diversos ministerios, departamentos y organismos, así como de los principales agentes del sistema de innovación: el sector productivo, el sector académico, las entidades financieras y la sociedad civil.

El compromiso político y el liderazgo deberán también garantizar que las estrategias de desarrollo son el resultado de una combinación coherente de políticas de CTI. De esta manera se podrá proporcionar un entorno estable y previsible para la innovación, en el cual los instrumentos de política están debidamente articulados y coordinados. De ahí que la dimensión institucional, esto es, el diseño de los arreglos institucionales, la definición de roles, de mecanismos y reglas de coordinación, seguimiento y evaluación, y el desarrollo de capacidades, sean elementos esenciales para mejorar los procesos de diseño e implementación de las políticas públicas que promueva la integración de las TER en los SNI.

Principales lecciones de la experiencia internacional

El análisis de los casos de Corea, Canadá, Suecia y Alemania en torno a la integración de las TER a los SNI ofrece las siguientes lecciones aprendidas:

Las políticas frente al CC están orientadas por misión

En los últimos años, conceptos como misiones o grandes retos globales están obteniendo un gran protagonismo en la escena global. Si bien no son conceptos nuevos, han pasado de un enfoque centrado en el desarrollo de tecnologías, a otro

enfoque en el que prima la resolución de grandes retos de la humanidad, entre los cuales se encuentra la lucha contra el CC. Una misión puede entenderse como la respuesta concreta a un reto global. Y en este sentido las políticas asociadas buscan proporcionar nuevas soluciones a desafíos específicos que están en la agenda política. La principal diferencia entre las políticas orientadas por misión y las que tienen una orientación tradicional radica fundamentalmente en dos dimensiones: la justificación y el diseño.

Las políticas orientadas por una misión en el área de CC se han intensificado desde la adopción del Acuerdo de París dentro de la CMNUCC. Las principales características de estas políticas son: la naturaleza intersectorial y sistémica; el impulso principalmente del sector público; cuentan con un órgano de gobernanza; involucran la sociedad civil y están asociadas a instrumentos de política específicos.

Creciente interés en la integración de las TER a los SNI

La importancia de la integración de las TER en los SNI como prioridad, al menos en la formulación de políticas, ha aumentado considerablemente a nivel global en los últimos años. Este fenómeno no se limita solamente a países desarrollados con sólidas trayectorias tecnológicas, sino también a países en desarrollo. Hay una tendencia general a nivel internacional en las últimas tres décadas hacia un mayor reconocimiento de la necesidad de integrar TER en SNI como prioridad de políticas nacionales de I+D+i y de CC. Se trata de una tendencia vinculada con la aparición de un nuevo paradigma de desarrollo en torno a iniciativas que se ha dado en denominar de “crecimiento verde”.

Ahora bien, el fomento y la integración de las TER en el marco de los SNI no suele reconocerse de manera explícita como un objetivo de política pública. En algunos casos, ciertos países han decidido adoptar estrategias y herramientas de apoyo, explícitamente enfocados al fomento de las TER. En otros casos, el fomento de la TER forma parte de documentos, estrategias y políticas públicas de otros ámbitos o sectores (por ejemplo, política científica o medio ambiental). De manera general, sin embargo, la mayoría de los países por fuera de LAC analizados

en la presente consultoría (Corea, Suecia, Alemania y Canadá) cuentan con un marco político y regulatorio específico destinado a fomentar el desarrollo y la integración de TER en sus respectivos SNI.

Un enfoque de combinación de políticas (policy mix)

Los casos exitosos de integración de las TER en el SNI obedecen en buena medida a una clara combinación de políticas públicas que se han implementado a nivel nacional y local en las últimas tres décadas. Dada la naturaleza sistémica que debe tener el fomento de las TER, ha cobrado relevancia el concepto de policy mix, es decir, la combinación adecuada de políticas e instrumentos que involucran igualmente varios sectores para estimular el desarrollo e integración de las TER en los SNI.

Una combinación de políticas puede cubrir desde la estructuración de la I+D+i (desarrollo de infraestructuras, clústeres) y el apoyo a los emprendedores, hasta la verificación tecnológica y la creación de un marco financiero atractivo en donde el gobierno suele encabezar las actividades de I+D en colaboración con el sector industrial, el sector académico y los institutos de investigación.

La importancia de una mejor coordinación entre actores de la cuádruple hélice, así como entre los diferentes niveles de gobierno (gobernanza multinivel)

Los ecosistemas de innovación incorporan nuevos agentes y tienden a desarrollar o modificar los roles o la asignación de responsabilidades de los agentes existentes, de tal manera que estén alineados con las prioridades estratégicas nacionales en este ámbito. Tales ecosistemas vienen generalmente acompañados de sistemas de gobernanza más y mejor estructurados, destinados a coordinar las acciones de los diferentes agentes del sistema. Es decir, las políticas buscan romper silos de acción y generar acciones con objetivos comunes entre todos los agentes que reconocen la naturaleza transversal de las TER, y la necesidad de desarrollar e implementar formas de colaboración y coordinación entre los actores.

Además, si bien estas políticas destinadas a fomentar

el desarrollo y la integración de TER en SNI suelen enfocarse en las políticas implementadas a nivel nacional, en algunos de los países analizados, las regiones y territorios subnacionales también desempeñan un papel fundamental en este ámbito. El papel de los actores locales ha venido aumentando su importancia en materia de fomento y promoción de las TER.

Selección de sectores

En la mayoría de los casos analizados, los países han implementado un proceso riguroso con la finalidad de identificar cuáles son los sectores y tecnologías prioritarios, en el marco de las políticas de apoyo a la integración de TER en los SNI. En general, se buscan los sectores y tecnologías a los cuales le deciden apostar con base en fortalezas y desafíos futuros. Han puesto un gran énfasis en las energías renovables o en procesos de fabricación más eficientes desde el punto de vista de los recursos (economía circular, por ejemplo). También en el sector transporte, en donde han desarrollado e implementado varias incitativas de movilidad sostenible, como es el uso de vehículos cero emisiones, combustibles alternativos y la integración de TIC para cambios modales en transporte. De esta manera, en los casos analizados se han identificado las estrategias de adaptación al CC mediante el uso de modelos prospectivos; y se ha buscado formalizar sistémicamente el funcionamiento de la economía y de sus conexiones energéticas y tecnológicas.

Recomendaciones

Enfoque general

La integración de las TER en los SNI de los países de LAC se entiende como el mejoramiento, dentro de los SNI, de las condiciones marco, las capacidades y los incentivos que promuevan el desarrollo, transferencia, adopción, absorción y difusión de TER. Se asume que una mayor integración de las TER a los SNI contribuye a que los países reduzcan sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y así cumplan sus compromisos en cuanto a Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC); disminuyan su vulnerabilidad al CC; y, en materia de la Agenda 2030, se alcancen los ODS.

Las siguientes recomendaciones están dirigidas principalmente al desarrollo y fortalecimiento de los SNI. Tienen un propósito transformativo: la innovación y la transferencia de TER deberán impactar la acción climática y el desarrollo sostenible. Aportan elementos de carácter estratégico, criterios y tipos de instrumentos que sirven para orientar la formulación de medidas de política. Pero, en todo caso, su aplicación debe adaptarse a las particularidades y el contexto de cada país en la región de LAC: tanto a sus desafíos, prioridades y políticas nacionales frente al CC, como a los atributos y características de su respectivos SNI.

Las recomendaciones de política que se hacen están dirigidas principalmente a tomadores de decisiones. Instan a los gobiernos nacionales a que revisen y reformulen su visión, sus objetivos y metas, así como los marcos y procesos políticos para la formulación e implementación de estrategias y medidas para la promoción de la innovación. De esta manera, se pretende que la innovación desempeñe un papel central en la implementación de la Agenda 2030 y en particular de los ODS relacionados con el CC. Es decir, se busca que los objetivos de las políticas de innovación tengan impacto, no solo en el ámbito del desarrollo económico, sino también en el desarrollo social y la sostenibilidad ambiental.

La integración de las TER a los SNI requiere estrategias deliberadas de desarrollo y fortalecimiento de los SNI. A tal fin, se recomienda una combinación de tipos de políticas: horizontales, verticales; y medidas para el desarrollo de capacidades institucionales requeridas por los gobiernos para diseñar y gestionar eficazmente tales políticas:

- **Las políticas horizontales** buscan tener efectos en una base amplia de la economía y no necesariamente beneficiar algún sector en particular. Para el caso de la integración de las TER en los SNI podrían abarcar todos aquellos sectores en los que la innovación y la transferencia de tecnología son indispensables para hacer frente al CC. Su objetivo es crear condiciones habilitantes para fortalecer estructuralmente los SNI y favorecer así los procesos de integración de las TER. Estas políticas están asociadas al subsistema político y marco regulatorio que, en

el presente estudio, se propuso para el análisis de los SNI.

- **Las políticas verticales** se centran en fortalecer sectores o áreas tecnológicas específicas cuyo potencial es decisivo para el logro de objetivos de desarrollo sostenible y especialmente de acción climática. Estas políticas deberán orientarse de manera selectiva hacia sectores que cada país haya priorizado. La selección de sectores, que implica algunos riesgos de captura y de ineficiencia, dependerá de los objetivos de política más importantes que haya determinado cada país. Podrá hacerse usando criterios relacionados, por ejemplo, con las tendencias de las emisiones de GEI y el panorama de vulnerabilidad al CC; con las brechas tecnológicas de sectores con altos niveles de emisiones y el potencial de reducción de estas últimas mediante el cierre de tales brechas; con el potencial que ofrecen los sectores en términos de beneficios ambientales, sociales y económicos como, por ejemplo, generación de empleo, inclusión productiva o mejoras en productividad y competitividad; o con el valor estratégico de los sectores para la generación de capacidades productivas o tecnológicas de las cuales podrían obtener provecho otros sectores clave para el desarrollo económico del respectivo país. Así entonces, las políticas verticales están asociadas con tres subsistemas: el de educación e investigación, el productivo y el de intermediación y transferencia de tecnología.

- **Las medidas para el fortalecimiento de capacidades institucionales** para el diseño y gestión que se requieren, tanto para lograr los beneficios potenciales que ofrecen las mencionadas medidas de política, como para mitigar el riesgo de fallas de gobierno, es decir, cuando las intervenciones del gobierno, en ocasiones justificadas con la idea de corregir una falla de mercado, resultan en una situación aun más desfavorable para la sociedad en relación con la problemática que se pretendía resolver.

Así entonces, estas políticas apuntan al fortalecimiento de los SNI desde dos perspectivas:

- **La estructural y estratégica de largo plazo**, que corresponde al ámbito de las políticas

horizontales, las cuales deberán estar alineadas con los objetivos de desarrollo sostenible y los objetivos de las políticas de acción climática de cada país.

- La del **logro de objetivos de política verticales**, es decir, correspondiente a sectores y áreas tecnológicos específicos que hayan sido priorizados por su potencial de contribuir al cumplimiento tanto de los objetivos de desarrollo sostenible como de las metas de sus respectivos NDC y NAP.

Liderazgo y construcción de una visión

A los compromisos adquiridos por las partes que suscribieron el Acuerdo de París, se ha sumado la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Este marco de objetivos globales de desarrollo establece un norte en la definición de las estrategias de desarrollo con las cuales debería estar alineado el objetivo de integrar las TER en los SNI.

La integración plantea el reto de repensar los SNI teniendo presente que su transformación debe

contribuir al logro de objetivos más ambiciosos de desarrollo. Y requiere por lo tanto que en cada país se cuente con el liderazgo y el compromiso políticos al más alto nivel para la construcción de una visión que oriente el desarrollo del respectivo SNI. Esta visión ayudará a fijar en cada país la ruta para emprender un cambio tecnológico que privilegie las TER de manera acorde con los desafíos del CC y con la Agenda 2030.

El liderazgo y compromiso políticos deberán surgir cuando el nivel político de los gobiernos en LAC— con base en evidencias sólidas, y motivados por una movilización social creciente, diversa y plural— reconozca la oportunidad que brindan las ventajas y beneficios sociales, económicos y ambientales de impulsar cambios en los SNI para promover las TER. Por lo tanto:

- La visión deberá igualmente adoptar principios y valores éticos, sociales y ambientales que sean consistentes con los desafíos que pretende superar, y que promuevan la articulación y alineación de los objetivos de política de los distintos sectores relevantes.

Figura 3. Marco general de las recomendaciones



Fuente: Consorcio Hincio, Technopolis Group y Tecnalía.

- Esta construcción será liderada desde el más alto nivel político, pues ello demanda, tanto la coordinación de diferentes niveles de gobierno, actores y sectores de la economía, como un rol central del sector privado y del conjunto de la sociedad. Por consiguiente, dicha visión deberá construirse con base en mecanismos participativos.
- La visión no deberá ser construida desde una perspectiva meramente nacional, sino también regional y global. Los países de la región deberán estudiar y encontrar, no solo de manera individual sino también de forma cooperativa, las soluciones adecuadas para las condiciones de los países de LAC.

Una estrategia orientada por misión

El logro de la visión deberá alcanzarse por medio de una “estrategia orientada por misión” que integre desafíos económicos, sociales y ambientales de los países. Dada la naturaleza intersectorial y sistémica del desafío, la misión comporta un cambio estructural en cuanto a los usos y costumbres de la sociedad, e incluso en la mentalidad y la cultura en relación con las TER y su importancia frente al CC. Acerca de la estrategia orientada por misión, se hacen las siguientes recomendaciones:

- Debe contar con un objetivo social, ambiental o tecnológico concreto y claramente definido, preferiblemente en términos cuantificables.
- Su horizonte temporal deberá situarse, tanto en el mediano (2030) como en el largo plazo (2050), y deberá alinearse con la implementación de los ODS.
- Buscará transformar en el largo plazo la economía mediante el fortalecimiento de los SNI. Por lo tanto, las políticas de innovación deberán incorporar entre sus objetivos la reducción tanto de emisiones de GEI como de la vulnerabilidad a los impactos del CC.
- Será una estrategia creíble, no sujeta a cambios frecuentes ni impredecibles. Sus políticas, programas y procesos tendrán continuidad. La agenda para su implementación incluirá metas, acciones, responsables, así como recursos institucionales, humanos y financieros.
- El diseño e implementación tendrán un enfoque

de combinación de políticas (policy mix), a fin de garantizar el equilibrio y complementariedad de las medidas de fomento a la oferta y a la demanda⁶.

- Implementar o fortalecer, dentro del sector público y entre este y el sector privado, mecanismos de gobernanza, coordinación y evaluación que aseguren una mayor eficiencia de la combinación de políticas de promoción de las TER por medio de evitar duplicaciones, efectos contraproducentes o aumentos innecesarios de los costos administrativos.

Recomendaciones de política horizontales: Crear condiciones marco apropiadas para la integración de las TER a los SNI

Las recomendaciones horizontales están dirigidas a todos los países de la región, es decir, su adopción debería darse independientemente del nivel de desarrollo de los SNI y de las prioridades sectoriales en materia de acción climática de cada país.

Crear un marco regulatorio propicio

Para el desarrollo e implantación de las TER, este marco deberá generar confianza, garantizar un entorno estable a los agentes del sistema involucrados en su generación, y contribuir a eliminar las barreras para la transferencia de tecnología al mercado y a las comunidades. Y ello implica:

- Establecer un régimen adecuado de protección de la propiedad intelectual que garantice, para el sector de las TER, retornos económicos a los inversores.
- Implementar cambios en las políticas y reglamentos de las universidades que difundan los potenciales beneficios, incentiven y asesoren la generación y explotación de la propiedad intelectual por parte de los académicos, así como la participación de los académicos en la consolidación de tecnologías en el sector privado.

Mejorar la financiación de Innovación en TER

Incrementar la financiación pública de CTI en LAC y especialmente dirigir su utilización de manera estratégica para impulsar y apalancar la inversión del sector privado. Para ello, se deberá:

⁶ Un formato que podría servir de referencia en este sentido es el de hojas de ruta o roadmaps, Naciones Unidas ha venido promoviendo este formato para el aprovechamiento de la CTI en el logro de los ODS. Ver <https://sustainabledevelopment.un.org/tfm#roadmaps>

- **Elevar los niveles de inversión pública en CTI** asociada a las TER, para lo cual se sugieren, entre otras, medidas orientadas a determinar las necesidades de financiación en el campo de las TER; promover la incorporación de las TER en las agendas nacionales de I+D+i; y aprovechar los procesos de compras públicas para promover estas actividades.
- **Crear un entorno que estimule la inversión privada** en I+D+i asociada a las tecnologías climáticas. Para ello, se propone estimular la combinación de fondos públicos de I+D+i con un conjunto de instrumentos de política para catalizar la inversión del sector privado. Estos instrumentos deben dirigirse a corregir la percepción, a menudo desfavorable, de baja rentabilidad y riesgo asociados a los mayores costos económicos y de capital inicial que, en comparación con las tecnologías tradicionales, ofrecen las TER.
- **Mejorar el acceso a financiamiento de las TER y la Eco-innovación** mediante la creación de incentivos financieros apropiados para cada tipo de actor y tecnología, y para cada tipo de barrera que existe según la etapa en la que se encuentre el desarrollo de una tecnología o de un proceso de innovación. Tales incentivos financieros pueden ser: fondos específicos para la financiación de TER soportados con recursos nacionales o regionales, garantías de política verde, y bonos verdes.
- Gestionar y estimular otras fuentes de financiamiento, tales como: **fondos de cooperación internacional**, los cuales comparten en muchos casos los costos de la inversión pública y suelen enfocarse particularmente en procesos de transferencia de tecnología para facilitar economías de escala, aumentar el intercambio de conocimientos y fomentar el desarrollo y la difusión de tecnologías; el crowdfunding; los sistemas producto-servicio (PSS); así como mecanismos de micro-financiación.

Recomendaciones de políticas verticales: Desarrollar capacidades de innovación en TER en sectores prioritarios para la acción climática y los ODS

Las políticas verticales en cada país deberán estar **alineadas** con las **estrategias de desarrollo** de los sectores que se prioricen y deberán estar articuladas con metas más ambiciosas de **desarrollo sostenible** y de **acción climática**. Las intervenciones verticales, específicas para sectores o áreas de aplicación tecnológica, utilizarán un enfoque basado en la demanda a fin de mitigar los riesgos, tanto de captura como de ineficiencia derivada de un enfoque de selección de ganadores.

Así entonces, el diseño e implementación de políticas verticales debe **iniciarse** con un **proceso de selección y priorización de sectores y áreas tecnológicas**. Y, de acuerdo con esta priorización, se propone diseñar e implementar una serie de recomendaciones para el subsistema de educación e investigación, el subsistema productivo y subsistema de intermediación y transferencia de tecnología.

Priorizar sectores y áreas tecnológicas que permitan alinear estrategias de acción climática, ODS e innovación

En el proceso de selección y priorización de sectores y áreas tecnológicas deberá haber una alineación entre las políticas de innovación, los objetivos de desarrollo sostenible y los compromisos y metas en materia de mitigación y adaptación al CC. Para la priorización de sectores y áreas tecnológicas existen diversos modelos y herramientas. Su uso depende de los fines de la priorización.

En el presente estudio se ha utilizado un método que, en los países seleccionados, identifica los sectores que más emiten GEI y los más intensivos en emisiones con relación con su valor agregado, a fin de analizar los esfuerzos sectoriales requeridos para cumplir con las metas de mitigación de las NDC. Esto permite identificar aquellos que son prioritarios en cuanto a la necesidad de implementar cambios tecnológicos a partir de procesos de innovación y de transferencia de TER. En este sentido, un criterio que podría complementar este método de priorización se refiere al tamaño de la brecha tecnológica de los sectores que se hayan identificado que tienen el mayor potencial de reducción de emisiones. Así entonces, entre dos sectores con el mismo potencial, y bajo el criterio de costo-beneficio, se debería priorizar aquel sector que está más alejado de la frontera tecnológica, pues el cierre de brechas implicaría, para la misma reducción

de emisiones, un menor esfuerzo desde el punto de vista de desarrollo tecnológico.

También en este informe se propone un análisis, basado en las últimas Comunicaciones Nacionales presentadas por los países a la CMNUCC, para priorizar los sectores más vulnerables frente a los efectos del CC. El propósito es identificar estrategias y acciones en materia de desarrollo y transferencia de tecnología que contribuyan a responder a los desafíos en materia de **adaptación**.

En BID (2014)⁷, por ejemplo, se ofrece una amplia discusión desde el punto de vista conceptual y práctico sobre algunos modelos para seleccionar sectores prioritarios desde una perspectiva de desarrollo productivo. En este sentido, se indica que “la objetividad del análisis de la evidencia y la evaluación independiente, a salvo de la captura”, deben ser las dos características clave seleccionar sectores que serán objeto de políticas verticales. Y se señalan distintos criterios para la selección, como la identificación de fallas de mercado que justifique una intervención de política; el grado de sofisticación de un sector como un indicador de su potencial para generar ingresos; o el análisis prospectivo de las tendencias del mercado para evaluar el potencial valor de ciertos sectores.

Ahora bien, ante el propósito de integrar las TER a los SNI mediante la alineación de los objetivos de la política de innovación con los objetivos de la acción climática y con la Agenda 2030, el reto de priorizar sectores y áreas tecnológicas puede ser aun más complejo. Con este fin, la metodología “Marco Analítico y guías para la planeación ante el CC y Tecnologías Ecológicamente Racionales (TER)”⁸ brinda orientación para que los países de LAC evalúen y prioricen tanto los sectores como las tecnologías más apropiadas para conseguir los objetivos de política pública que hayan fijado los países en el marco de la visión y la estrategia de innovación orientada por misión que se recomiendan en el presente estudio. Dicha guía propone un proceso de toma de decisiones informado y consensuado, mediante una metodología participativa que usa modelos y herramientas analíticas, e incorpora en el análisis escenarios y prospectivas nacionales y sectoriales.

Desarrollar la oferta mediante el fortalecimiento capacidades científicas, tecnológicas y de innovación para la integración de las TER a los SNI en sectores priorizados (subsistema de educación e investigación)

El desarrollo de TER deberá contar con una clara estrategia de **formación de capital humano y con el desarrollo de instrumentos de fortalecimiento de la oferta** tales como programas de apoyo directo a la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico y la innovación. Esta estrategia deberá alentar la colaboración intersectorial, y en general entre los actores de los SNI. Para ello, resulta igualmente necesario el fomento a la formación y desarrollo de redes. En particular se recomienda:

- **Consolidar los procesos de formación de capital humano** para la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico en TER, por medio de la alineación de los objetivos de las políticas de formación de capital humano con las prioridades que se establezcan en la visión y la estrategia de integración de las TER al SNI y en particular alrededor de las áreas tecnológicas seleccionadas como resultado de los procesos nacionales de priorización y selección de tecnologías.
- **Priorizar las TER en las agendas de investigación nacionales**, y en torno a objetivos sociales y económicos estratégicos de la política de acción climática. Esto incluiría, entre otros aspectos, la financiación pública de apoyo a la investigación aplicada y a desarrollos tecnológicos en fase de escalamiento, así como a la conformación y desarrollo de redes y comunidades de práctica nacionales, regionales e internacionales.
- Crear programas de **apoyo a la movilidad de investigadores** entre la academia y los centros de investigación aplicada, y entre estos y el tejido empresarial

Estimular la demanda y el desarrollo del mercado de las TER (subsistema productivo)

Varias medidas de política pueden implementarse para estimular la demanda y el desarrollo de los mercados nacionales de TER.

- Promover entre el empresariado de la región una **cultura de innovación**, lo cual debe venir de

⁷ BID (2014). ¿Cómo repensar el desarrollo productivo?: políticas e instituciones sólidas para la transformación económica. G. Crespi, E. Fernández-Arias, & E. Stein, Eds. Banco Interamericano de Desarrollo.

⁸ Esta guía hace parte del proyecto de “Mecanismos y redes de transferencia de tecnologías de cambio climático en Latinoamérica y el Caribe (LAC)”, financiado por el GEF e implementado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), del cual hace parte también el presente informe. La guía corresponde al proyecto “Marco Analítico y guías para la planeación ante el cambio climático y Tecnologías Ecológicamente Racionales (TERs)”.

la mano de iniciativas que ayuden a demostrar cómo la innovación y la tecnología son factores **clave de competitividad**.

- **Establecer regímenes de compras públicas sostenibles** que estimulen el uso de TER impulsaría su comercialización y tendrían un efecto demostrativo de su madurez y eficiencia.
- Incentivar la demanda de TER mediante **programas de difusión** sobre los beneficios ambientales, sociales y económicos asociados a su uso. De esta manera, no solo se promovería la conservación de los recursos y del medioambiente, sino también se ayudaría a cumplir con las NDC e implementar los NAP.
- Crear programas regionales de **verificación de tecnologías ambientales** que estimulen la aceptación en el mercado de las tecnologías innovadoras, proporcionando a los usuarios o consumidores información sobre el desempeño y calidad del bien o servicio, y disminuyendo así la incertidumbre en las decisiones de compra. Un ejemplo de esto son los programas de etiquetado energético utilizados para informar al público y orientarlo hacia decisiones de comprar informada.
- Promover la formación o actualización de **mano de obra calificada** para el uso de nuevas tecnologías energéticas, que satisfaga la creciente demanda del sector productivo de talentos calificados en el uso de tecnologías de energías limpias y alternativas.
- Implementar **incentivos normativos y fiscales**, así como de subvenciones, dirigidos, por ejemplo, a promover la inversión privada en I+D+i y la participación de la academia; el uso y consumo de bienes y servicios desarrollados a partir de TER.

Promover el desarrollo y fortalecimiento de estructuras de intermediación y de transferencia de tecnología

El intercambio de conocimiento para el desarrollo y difusión de las TER, entre los actores del subsistema de educación e investigación y el subsistema productivo, deberá ser una oportunidad para que los sectores económicos relevantes y la sociedad se beneficien de los resultados de la investigación,

los desarrollos tecnológicos y las innovaciones que, asociadas con el CC, se haya llevado o se esté llevando a cabo, en la comunidad académica dentro y fuera de LAC. Es también una oportunidad para acceder a los desarrollos que están disponibles en el mercado y a través de mecanismos de cooperación técnica internacional. Así entonces, se propone:

- Estimular la articulación universidad-empresa mediante la creación y fortalecimiento de **oficinas de transferencia de tecnología (OTT)** en las universidades. Estas oficinas pueden actuar como intermediarios en los sistemas de innovación y facilitar la colaboración universidad-industria, a través, por ejemplo, de la transferencia del conocimiento generado por las universidades y los centros de investigación a la industria. A la vez, pueden proporcionar soluciones técnicas para empresas y gestionar la propiedad intelectual generada por las universidades, y apoyar la creación de empresas a partir de las nuevas tecnologías.
- Fomentar la creación y fortalecimiento de **centros investigación, transferencia de tecnología y extensión tecnológica** en áreas tecnológicas priorizadas. Su naturaleza puede ser pública, privada o mixta, pero debe ser el resultado de alianzas estratégicas entre el sector público, la industria y el sector académico, alrededor de actividades de I+D en áreas tecnológicas y/o sectores que hayan sido seleccionados.
- Desarrollar **“clústeres industriales verdes”** como instrumento para la promoción de transferencia de tecnología. Se definen como una concentración geográfica de industrias verdes, proveedores de servicios, centros de investigación, universidades e instituciones gubernamentales. En este contexto, el término “verde” se refiere al objetivo de lograr un “crecimiento verde bajo en carbono” a través de la producción de bienes y servicios ecológicos, como el aumento de la eficiencia del consumo de energía y recursos.
- Implementar **otras medidas habilitantes y complementarias** para la promoción de los servicios de transferencia y extensión tecnológicas:

- Crear **mecanismos de financiación específicos** y ágiles para promover la formación de capacidades de absorción alrededor de las TER por parte de empresas
- Implementar **plataformas de información y redes multiactor** que ofrezcan servicios de vigilancia tecnológica en el campo de las TER; de acceso abierto a resultados de investigación financiada con recursos públicos; y de facilitación de espacios para la construcción de comunidades de práctica y para promover la realización de proyectos conjuntos entre los actores de los subsistemas.

Fortalecimiento institucional

La implementación de estas recomendaciones de política depende del grado de madurez de los SNI de cada país. En todo caso, requiere que en los marcos institucionales de los países de LAC se refuercen las capacidades para el establecimiento y gestión de la estrategia de política orientada por misión que se propone para la integración de las TER en los SNI. En particular se propone:

Implementar una estructura de gobernanza apropiada para la implementación de estrategias orientadas por misión.

- El liderazgo dentro de esta estructura de gobernanza deberá recaer en el sector público. En ella, se tendría la participación de una gran diversidad de sectores y de un ecosistema de agentes procedentes de diferentes administraciones, de diferentes niveles dentro de la misma administración y, por último y no menos importante, del sector privado y de las organizaciones de la sociedad civil. En todo caso, se requerirá el liderazgo y el compromiso político al más alto nivel.

Desarrollar capacidades institucionales estratégicas

- Se trata del desarrollo de capacidades para desempeñar funciones, resolver problemas, fijar y lograr objetivos que contribuyan a las metas nacionales para la acción climática. En particular, se trata de capacidades orientadas a:
 - La formulación de estrategias y de

mecanismos de coordinación para identificar y desarrollar prioridades de acción de común interés de varios sectores, de acuerdo con las necesidades de adaptación y mitigación de cada país.

- La generación de diagnósticos sectoriales frente al CC.

Algunas iniciativas regionales

Se propone finalmente adelantar iniciativas regionales en LAC que promuevan el desarrollo de capacidades y la creación de condiciones favorables para que las TER se integren a los SNI. Si bien en la región hay una marcada diversidad y heterogeneidad de contextos en materia tanto de desarrollo de los SNI como de desafíos de los países en cuanto a sus políticas de acción climática, no son pocos los desafíos e intereses comunes entre los países de la región, que alientan la idea de aunar esfuerzos. Algunas iniciativas que surgieron en el desarrollo de los talleres son:

- Una visión común: Construir una visión del desarrollo de los SNI que permita que los países emprendan un cambio tecnológico hacia las TER que responda a los desafíos que plantea el CC. Su perspectiva no será meramente nacional, sino también regional. Los países de la región deberán estudiar y encontrar, no solo de manera individual sino también cooperativa, las soluciones adecuadas para las condiciones de los países de LAC. Por lo tanto, deberá integrar desafíos económicos, sociales y ambientales.
- Red Latinoamericana de Innovación en TER: Con la creación de este Centro se promoverá el trabajo en red desde una perspectiva regional. Su enfoque podría ser, o bien en temas específicos, o bien multisectorial. A este centro podrían sumarse voluntariamente los países de la región.
- Marco y red regional de verificación tecnológica: Se trata de crear un marco regional para definir mecanismos de verificación tecnológica y conformar una red regional a este fin que apoye el uso y comercialización de tecnologías en energías renovables, y el desarrollo de capacidades y de iniciativas de eficiencia energética en sectores como transporte e industria. Esta red tendría que

homologarse con sus pares internacionales.

- **Plataforma sobre oferta y demanda:** Será una plataforma de oferta y demanda de tecnologías ambientales que contará con el liderazgo de las instituciones nacionales a cargo de la política de CTI y de CC. En principio tendría un carácter nacional, pero con el propósito de integrarse a nivel de la región de LAC. Su objetivo sería vincular la oferta en investigación con las demandas por parte del sector productivo y reducirá así las asimetrías de información, entre los subsistemas productivo, de educación e investigación y de estructuras de intermediación. Ofrecería servicios de vigilancia tecnológica en el campo de las TER; de acceso abierto a resultados de investigación financiada con recursos públicos de los países de la región; y de facilitación de espacios para la construcción de comunidades de práctica y para promover la realización de proyectos conjuntos entre los actores de los subsistemas.
- **Crear un sistema regional de indicadores de innovación enfocados en TER.** La creación de este sistema deberá seguir los siguientes pasos:
 - Definir un marco de indicadores comunes.
 - Establecer un sistema de levantamiento de información en cada país.
 - Hacer y compartir reportes anuales o bienales para entender cómo se está avanzando, mediante el establecimiento de sistemas de actualización y monitoreo.

Introducción

Los principales mensajes

En el informe que presentó en octubre de 2018, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el CC (IPCC, por sus siglas en inglés)⁹ afirmó que el mundo experimentará, antes de lo esperado, graves problemas a medida que las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) sigan aumentando. El panorama sobre las consecuencias inmediatas del CC es mucho más alarmante de lo que se pensaba hace pocos años. Y, para evitar sus perjuicios, es necesario transformar la economía mundial a una velocidad

y escala que no tiene “ningún precedente histórico documentado”.

En efecto, **el CC es el desafío ambiental más apremiante que enfrenta la humanidad.** Los países de Latinoamérica y el Caribe (LAC), en el contexto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), han asumido el compromiso de apoyar el esfuerzo global de reducción de emisiones. Con este fin, los países de la región han establecido sus contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC, por sus siglas en inglés).

Más allá de este compromiso, la reducción de las emisiones y la adopción de medidas para fortalecer la capacidad de adaptación a los efectos adversos del CC y aumentar la resiliencia, constituyen también una oportunidad para que los países de la región mejoren la calidad de vida de sus poblaciones. **Los países de la región podrían encauzar la acción climática hacia la transformación de sus estructuras productivas e, incluso, de sus modelos de desarrollo** en aras de alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que componen la Agenda 2030.

El artículo 10 del Acuerdo de París prevé que la innovación y la transferencia de tecnología deberán desempeñar un papel fundamental para cumplir con los objetivos que se ha fijado la CMNUCC. Por lo tanto, es preciso que los países de la región desarrollen y fortalezcan las capacidades de sus sistemas nacionales de innovación (SNI). Los SNI deben ser instrumentos, no solo para promover un crecimiento económico duradero, sino para reducir los riesgos del CC y apoyar el desarrollo social y la sostenibilidad ambiental. Sin embargo, el desempeño de los SNI en LAC es aún insuficiente, en términos de incorporación de conocimiento, tecnología e innovación en el logro de estos propósitos.

Se requiere por lo tanto promover en LAC el fortalecimiento de los SNI, a fin de que estos faciliten el desarrollo, la innovación, la difusión y la transferencia de tecnologías ecológicamente racionales (TER). De esta manera, se apoyaría el cumplimiento de las NDC, la reducción de la vulnerabilidad al CC y la implementación de los ODS. Pero ello demanda una **nueva generación de políticas públicas de CTI que deberá adaptarse a los niveles de desarrollo y**

⁹ Ver <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/summary-for-policy-makers/>

características de cada país de la región. Es decir, se requiere: un liderazgo político que facilite la definición, de manera participativa, de una dirección, una misión y unas prioridades colectivas de las políticas de innovación; el desarrollo de formas de gobernanza que faciliten la coordinación y la coherencia estratégica entre las políticas de ciencia, tecnología e innovación (CTI) y las de otros ámbitos de la política de desarrollo, no solo a nivel nacional, sino también a nivel regional y global; así como facilitar la experimentación y el aprendizaje con nuevos tipos de políticas.

Así entonces, el presente informe pretende contribuir a que los países de LAC avancen, individualmente y como región, en la definición de los retos y las estrategias de política que —desde la perspectiva del desarrollo científico y tecnológico, la innovación y la transferencia de tecnología— les permita hacer de los SNI una herramienta eficaz para hacer frente al CC y, más allá, avanzar en el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Objetivo y estructura del informe

Este informe presenta los resultados del estudio cuyo objeto ha sido “elaborar recomendaciones de política para integrar las tecnologías ecológicamente racionales (TER) en los sistemas nacionales de innovación (SNI)”. Para ello, se han considerado aquellas tecnologías que favorecen el cumplimiento de las contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC, por sus siglas en inglés), las mejores prácticas internacionales en la materia, así como los retos de su adaptación en Latinoamérica y Caribe. La elaboración de las recomendaciones de política también ha tomado en consideración el Mecanismo Tecnológico de la CMNUCC.

Los resultados obtenidos están basados en una metodología que ha combinado un trabajo de investigación documental (p. ej. estudios y documentos de política), trabajo de campo (entrevistas y diálogos con expertos y actores relevantes) y en especial un trabajo dinámico con expertos y representantes de países de LAC, quienes participaron de manera activa en tres talleres regionales realizados en Ciudad de México (21 y 22 de noviembre de 2017), Quito (11 y 12 de abril de

2018) y Antigua, Guatemala (16 y 17 de octubre de 2018). El estudio incluyó el análisis detallado de los casos de México, Ecuador y Colombia; y el análisis de las mejores prácticas internacionales, para lo cual se examinaron los casos de Corea, Canadá, Alemania y Suecia.

Además del presente capítulo de Introducción, el informe incluye cuatro capítulos más. El capítulo I ofrece un panorama general desde el punto de vista conceptual y del contexto en el que se sitúa la presente consultoría. Incluye una definición y un análisis del concepto de tecnologías ecológicamente racionales. Sitúa este concepto en el contexto de los desafíos globales en acción climática¹⁰ y de la institucionalidad que en las últimas décadas ha surgido para hacer frente a estos desafíos, en particular del Mecanismo Tecnológico de la CMNUCC; y da un panorama de las principales características de los mercados, así como de la economía política de las TER. A continuación, brinda una aproximación conceptual y metodológica sobre los sistemas nacionales de innovación y su relación con las TER. Y a partir de esta aproximación se proponen las categorías que se usarán para organizar tanto el análisis de las evidencias que se presentan en los siguientes capítulos, como, desde una perspectiva estratégica, las recomendaciones de política.

El capítulo II presenta los desafíos que en materia de CC enfrenta la región de LAC. Se presenta un panorama general de las tendencias y el perfil de las emisiones de GEI en la región y se propone una clasificación de los países de acuerdo con tales tendencias. Se hace una revisión de la situación de vulnerabilidad de LAC frente al CC y se propone una priorización de los sectores para la adaptación al CC y de las tecnologías asociadas. Además, este capítulo presenta un panorama general de la situación de los SNI en LAC: se revisan las condiciones marco habilitantes para la innovación, que están asociadas al subsistema de política y marco regulatorio; la situación de la oferta de capacidades de CTI, que corresponde a los subsistemas de educación e investigación; se señalan las fallas de mercado de las TER (subsistema productivo); y finalmente, se aborda el subsistema de intermediación y transferencia de tecnología y conocimiento.

¹⁰ Por acción climática se entiende “cualquier política, medida o programa con miras a reducir los gases de efecto invernadero, construir resiliencia al cambio climático o apoyar y financiar esos objetivos”. (Action LAC, 2017)

El capítulo III presenta un análisis sobre los casos de México, Colombia y Ecuador en relación, tanto con los desafíos que en materia de acción climática e innovación enfrentan estos países, como con las oportunidades que existen para la integración de las políticas en los dos ámbitos. Los tres países fueron seleccionados teniendo en cuenta la diversidad de algunas de sus características: el tamaño de sus economías, el perfil de las NDC, las vulnerabilidades al CC, los marcos institucionales, y las estrategias de política en torno a la acción climática y la promoción de la innovación.

La estructura del capítulo III sigue una lógica hacia la formulación de recomendaciones de políticas para la integración de las políticas de acción climática y las de innovación: ¿Cuáles son los desafíos que, en materia de CC, enfrentan los países los países seleccionados? ¿Qué evidencias hay sobre la

madurez de los SNI en cuanto a las condiciones e incentivos que favorecen tanto el desarrollo, difusión y transferencia de TER como el fortalecimiento de las capacidades de CTI? ¿Cómo son los marcos institucionales en los cuales, a nivel de países, se definen las políticas, las regulaciones y los mecanismos de coordinación relacionados tanto con CC como con innovación?

El capítulo IV resume las principales lecciones derivadas de la revisión de experiencias internacionales. Se hace una presentación del enfoque de políticas orientadas por misión frente al CC; de cómo ha habido una tendencia en los últimos años en numerosos países hacia la integración de las TER a los SNI; de la forma como el éxito de estos procesos de integración ha estado fundamentado en estrategias que, teniendo en cuenta la naturaleza sistémica de los procesos de fomento de las TER, se han concebido e implementado como una combinación de políticas públicas (policy mix); de la trascendencia que tienen, para el éxito de las estrategias de integración de las TER en los SNI, los mecanismos de coordinación entre los distintos niveles de gobierno y entre los actores de la cuádruple hélice; y finalmente, de la importancia que, en el marco de las políticas de apoyo a la integración de TER en los SNI, ha tenido la priorización de sectores y áreas tecnológicas.

Por último, el capítulo V contiene las recomendaciones

de política que están dirigidas de manera general a los países de la región de LAC. Son recomendaciones que aportan elementos de carácter estratégico, así como criterios y líneas de acción que sirven para orientar la formulación de medidas que, de acuerdo con el contexto de cada país en la región de LAC, deberían específicamente diseñarse e implementarse para iniciar o acelerar procesos de integración de las TER en sus SNI. Las recomendaciones que se proponen son de dos tipos. En primer lugar, recomendaciones horizontales, que buscan tener efectos de manera general en todos los sectores de la economía, y en particular en el conjunto de todos aquellos sectores en los que la innovación y la transferencia de TER son directamente relevantes para el propósito de hacer frente al CC. Y, en segundo lugar, se hacen recomendaciones de tipo vertical, es decir dirigidas en especial a sectores prioritarios que cada país debería identificar según las tendencias de sus emisiones y el panorama de vulnerabilidad al CC. Y se complementan con recomendaciones de medidas para el desarrollo de capacidades institucionales requeridas por los gobiernos para diseñar y gestionar eficazmente las políticas.

Las recomendaciones para la integración de las TER a los SNI se formulan bajo el supuesto según el cual el objeto principal del estudio son los SNI. La promoción de las TER deberá darse en la medida en que los SNI se hayan desarrollado y ofrezcan las condiciones, capacidades e incentivos adecuados para tal fin. Por lo tanto, las recomendaciones de política apuntan al fortalecimiento de los SNI desde dos perspectivas igualmente consistentes con la estructura del capítulo: en primer lugar, desde una perspectiva estructural y estratégica de largo plazo, que corresponde al ámbito de las políticas horizontales, las cuales deberán estar alineadas con los objetivos de desarrollo sostenible y los objetivos de las políticas de acción climática de cada país. Y, segundo, desde la perspectiva del logro de objetivos de política verticales, es decir, correspondiente a sectores y áreas tecnológicas específicos que hayan sido priorizados por su potencial de contribuir al cumplimiento tanto de los objetivos de desarrollo sostenible como de las metas de sus respectivos NDC y sus planes nacionales de adaptación (NAP, por su sigla en inglés).

Todas estas medidas están dirigidas a hacer frente al

CC, el desafío ambiental más apremiante que enfrenta la humanidad; y también a que la acción climática se encauce hacia la transformación de sus estructuras productivas o de sus modelos de desarrollo en aras de alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que componen la Agenda 2030. Esto demanda una nueva generación de políticas públicas de CTI que deberá adaptarse a los niveles de desarrollo y características de cada país de la región. Y requiere: un liderazgo político que facilite la definición, de manera participativa, de una dirección, una misión y unas prioridades colectivas de las políticas de innovación; el desarrollo de formas de gobernanza que faciliten la coordinación y la coherencia estratégica entre las políticas de ciencia, tecnología e innovación (CTI) y las de otros ámbitos de la política de desarrollo, no solo a nivel nacional, sino también a nivel regional y global; así como facilitar la experimentación y el aprendizaje con nuevos tipos de políticas.

I. Elementos conceptuales y de contexto

I.1 Tecnologías Ecológicamente Racionales

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) adoptó en su reunión en Río de Janeiro de 1992 el Programa 21. De acuerdo con el capítulo 34 de dicho Programa, las tecnologías ecológicamente racionales (TER) son aquellas que, en relación con otras tecnologías, tienen el potencial de mejorar de manera considerable el desempeño ambiental. Son tecnologías que protegen el medio ambiente, son menos contaminantes, utilizan los recursos de manera sostenible, reciclan más de sus desechos y productos y manejan todos los desechos residuales de una manera más aceptable desde el punto de vista ambiental que las tecnologías de las que son sustitutos. Las tecnologías ecológicas no son sólo tecnologías individuales. También pueden definirse como sistemas totales que incluyen conocimientos técnicos, procedimientos, bienes y servicios, y equipo, así como procedimientos organizativos y de

gestión para promover la sostenibilidad ambiental.¹¹

Ahora bien, el concepto de TER se usa ampliamente en el ámbito de las organizaciones e iniciativas de las Naciones Unidas relacionadas con temas ambientales; también en alguna literatura y en particular en el presente estudio. No obstante, la revisión de varias experiencias internacionales y de otra literatura y documentos sobre este tema mostró que el uso de este concepto no está del todo generalizado. También se suelen utilizar términos y conceptos afines tales como tecnologías climáticas, tecnologías ambientales, eco-tecnologías, eco-industrias, tecnologías verdes (greentech), eco-innovaciones o bienes y servicios ambientales, entre otros.

Esta diversidad sugiere que no existe una clara delimitación del concepto de TER, al menos en lo que tiene que ver con el estudio de la experiencia internacional en políticas públicas en el campo ambiental y de CC. Las definiciones y términos empleados por los países analizados comparten algunos elementos comunes. Por ejemplo, al referirse a las TER o a términos afines, se alude a productos o tecnologías que ayudan a reducir el impacto de los métodos de producción en el medio ambiente, apalancan el logro de los objetivos del desarrollo sostenible y reducen la presión sobre la explotación de los recursos¹². En el presente estudio se usa principalmente el concepto de TER, pero en algunos casos se hace mención de conceptos muy cercanos, como tecnologías climáticas o tecnologías ambientales.

La ilustración abajo, sobre una taxonomía de las TER en algunos sectores y áreas tecnológicas que se privilegiaron para efectos del estudio, muestra una gran variedad de tecnologías que podrían situarse bajo el concepto de las TER. Si bien la ilustración no pretende ser exhaustiva en cuanto a dicho concepto, indica la amplitud del concepto y la importancia del uso de aproximaciones conceptuales comprensivas para su estudio.

I.2 El contexto

¹¹ <https://www.unenvironment.org/regions/asia-and-pacific/regional-initiatives/supporting-resource-efficiency/environmentally-sound>.

¹² Así, por ejemplo, el Acto para el Desarrollo y Apoyo de Tecnologías Ambientales Coreano define las tecnologías ambientales como las tecnologías necesarias para conservar y gestionar el medio ambiente, incluyendo el fortalecimiento de la capacidad de asimilación; eliminar las causas de daños ambientales a la sociedad y la naturaleza; prevenir y reducir la contaminación ambiental; y recuperar espacios y zonas contaminadas y dañadas. En la práctica, el gobierno ha extendido este concepto al vincularlo a los mecanismos de "convergencia tecnológica. El concepto de "convergencia tecnológica verde" busca fomentar la convergencia de tecnologías existentes y / o emergentes como las tecnologías de información, biotecnologías, y nanotecnologías con el objetivo de maximizar las oportunidades para mejorar el desempeño ambiental (Global Green Growth Institute, 2015). En términos generales, Canadá no ha adoptado una definición extensiva de las TER. En vez de esto, el enfoque adoptado se basa en los resultados esperados de cierta tecnología en cuanto a su impacto ambiental. El Marco Pan Canadiense de Crecimiento Verde y Cambio Climático ("Pan-Canadian Framework on Clean Growth and Climate Change") de 2016, refleja este enfoque basado en resultados. Dicho documento define a las TER como tecnologías que "facilitan el crecimiento económico, la creación de empleos a largo plazo, la responsabilidad medioambiental y la sostenibilidad". Los efectos medioambientales esperados incluyen: reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), mejora de calidad del aire, del agua y del suelo. Con base en esta visión y enfoque, cada agencia pública y organismos de apoyo al desarrollo de TER tiene la responsabilidad de validar si una tecnología es conforme a este paradigma. Esto tiene la ventaja de no restringir a priori el enfoque de las TER.

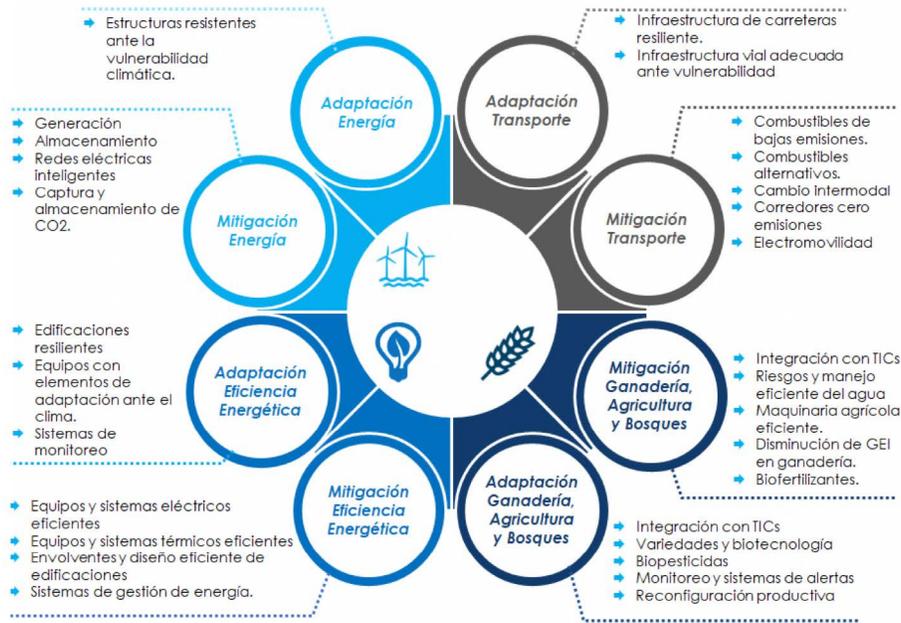
I.2.1 El marco institucional global: la CMNUCC

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) han aumentado en las últimas cuatro décadas en distintas regiones incluyendo aquellas en donde se encuentran las economías en transición. En Asia, las emisiones de GEI crecieron 330%, Oriente Medio y África en un 70%, en Latinoamérica en un 57% (Blanco, y otros, 2014)¹³. Frente a este hecho, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) fijó como objetivo la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antrópicas peligrosas en

de tecnología tanto para mejorar la resiliencia al CC como para reducir las emisiones de GEI. Y establece que, para cumplir el objetivo de la CMNUCC y reducir la vulnerabilidad a los impactos del CC, serán necesarios esfuerzos innovadores y más intensos que permitan transferir tecnologías para mitigar las emisiones de GEI y adaptarse al CC.

La CMNUCC ha adoptado decisiones para garantizar recursos destinados a fomentar la capacidad y la transferencia de tecnología, facilitar el acceso a tecnologías ecológicamente racionales en las Partes que son países en desarrollo, y realizar actividades colaborativas de investigación y desarrollo a fin de

Figura 4. Taxonomía de TER en áreas tecnológicas prioritizadas (ejemplos)



Fuente: Consorcio Hincio, Technopolis Group y Tecnalía.

el sistema climático y en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al CC. De esta manera, se deberá asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada, y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.

El artículo 10 del Acuerdo de París plantea la visión de realizar plenamente el desarrollo y la transferencia

que las Partes que son países en desarrollo puedan mejorar sus medidas de mitigación y adaptación. También destacó la necesidad de establecer vínculos mutuamente beneficiosos y funcionales entre el Mecanismo Tecnológico¹⁴ y el Mecanismo Financiero a través de sus entidades operativas.

La CMNUCC pidió además al Comité Ejecutivo de Tecnología (TEC)¹⁵, al Centro y Red de Tecnología

¹³ En IPCC (2014).

del Clima (CTCN, por sus siglas en inglés)¹⁶ y a las entidades encargadas del funcionamiento del Mecanismo Financiero que siguieran celebrando consultas sobre los vínculos entre el Mecanismo Tecnológico y el Mecanismo Financiero, y continuaran desarrollándolos. El propósito, en última instancia, ha sido facilitar el acceso a tecnologías ecológicamente racionales en los países en desarrollo y colaborar en actividades de investigación y desarrollo a fin de que los países en desarrollo puedan mejorar sus medidas de mitigación y adaptación¹⁷.

El desarrollo y la transferencia de tecnologías climáticas son fundamentales para alcanzar el objetivo último de la Convención. Por lo tanto, las Partes deberán promover el desarrollo y la transferencia de tecnologías que reduzcan las emisiones de GEI. Asimismo, las Partes que son países desarrollados han sido instadas a que adopten todas las medidas posibles para promover, facilitar y financiar la transferencia de tecnologías climáticas o el acceso a ellas a otras Partes con economías emergentes o países en desarrollo. Además, la Convención establece que, en la medida en que las Partes que son países en desarrollo cumplan efectivamente sus compromisos en materia de NDC, las Partes que son países desarrollados deberán dar cumplimiento efectivo a los compromisos contraídos en relación con los recursos financieros y la transferencia de tecnología.

1.2.2 Mercados y economía política de las TER

La lucha contra el CC a través del desarrollo y uso de tecnologías climáticas se da en un terreno políticamente controvertido en el que los actores e instituciones proyectan y buscan hacer avanzar sus propios intereses. Esto se refleja en las distintas versiones que adoptan los desarrollos y usos de las tecnologías, ya sea a través del mercado o a través de la acción estatal o de las organizaciones de la sociedad civil. Los discursos que predominan suelen ser los que reciben financiación y apoyo institucional,

y dan lugar a proyectos e iniciativas concretas (Clapp, Newell, & Brent, 2018). Así, por ejemplo, como lo muestran Renkamp et al (2017), países de ingresos medios (como es el caso de México, Sudáfrica y Tailandia) incentivan la energía renovable a pesar de que cuentan con recursos de combustibles fósiles nacionales de bajo costo y no tienen apoyo internacional. Sin embargo, allí los programas de energía renovable se convierten en opciones de políticas implementables porque las coaliciones de poderosos actores políticos los apoyan¹⁸.

Por otra parte, hoy se observa cómo las empresas, las ciudades y las ONG se han convertido en fuerzas impulsoras de herramientas innovadoras para promover un cambio de comportamiento enmarcado en la acción climática. Ha surgido una compleja red de instituciones, instrumentos y actores que buscan participar con iniciativas de acción climática. Y todo esto se da en el contexto de una creciente dinámica del mercado y el flujo bienes, servicios y recursos financieros a nivel global alrededor de las tecnologías ambientales. El mercado mundial de las TER ha estado en plena expansión desde los años 90. Durante la última década, el tamaño del mercado europeo de los “bienes ambientales” (que incluye las TER) ha crecido 40 % (según Eurostat). Y se espera que el sector siga creciendo de manera sostenida durante las próximas décadas.

En el caso de las energías renovables en Latinoamérica, estas “están experimentando un rápido crecimiento, con un interés por el desarrollo de estos recursos que crece incluso con mayor celeridad. Los altos precios de la electricidad en la mayor parte de la región, la creciente demanda, los problemas de seguridad energética y, en algunos casos, el potencial para la exportación, proporcionan un terreno fértil para el despliegue de tecnologías de energía renovable, hecho que se ve potenciado aun más por los recientes descensos en algunos costes tecnológicos y el aumento de la competitividad. Asimismo, la

14 COP estableció el Mecanismo Tecnológico con el objetivo de acelerar y mejorar el desarrollo y la transferencia de tecnología sobre el clima. Consta de dos órganos complementarios que trabajan juntos: el Comité Ejecutivo de Tecnología (CET) y el Centro y Red de Tecnología del Clima (CTCN). El mecanismo también estará al servicio del Acuerdo de París.

15 El Comité Ejecutivo de Tecnología (TEC) es el brazo político del Mecanismo de Tecnología. Se centra en la identificación de políticas que puedan acelerar el desarrollo y la transferencia de tecnologías de bajas emisiones y resistentes al clima. Ver <http://unfccc.int/ttclear/tec>

16 La CTCN es el brazo operativo del Mecanismo Tecnológico de la CMNUCC. El Centro promueve la transferencia acelerada de tecnologías ecológicamente racionales para un desarrollo con bajas emisiones de carbono y resistente al clima a petición de los países en desarrollo. Proporciona soluciones tecnológicas, creación de capacidad y asesoramiento sobre marcos normativos, jurídicos y reglamentarios adaptados a las necesidades de cada país aprovechando la experiencia de una red mundial de empresas e instituciones de tecnología. Ver <https://www.ctc-n.org/>

17 Green Fund (2016) “Support for facilitating access to environmentally sound technologies and for collaborative research and development”

18 Este estudio presenta un análisis de las coaliciones nacionales en apoyo y en oposición a las políticas de energía renovable desde una perspectiva de red discursiva. Las redes de discurso reflejan las declaraciones en apoyo u oposición de los actores y los argumentos que comparten para avanzar o dificultar el proceso de las políticas de la energía renovable. Los tres países revelan fuertes vínculos entre consideraciones ambientales y económicas. Los autores encuentran que en estos países existen estructuras similares en las redes discursivas entre los principales actores involucrados en dichas redes: Ministerios de Energía y Medio Ambiente, Organizaciones internacionales, asociaciones industriales y académicas. Estos actores ocupan posiciones centrales en todas las redes del discurso y desempeñan papeles importantes en el discurso nacional respectivo. En los tres países analizados (México, Sudáfrica y Tailandia), la mayoría de las declaraciones favorece las políticas de energía renovable actuales o planificadas.

región cuenta con un largo historial de desarrollo de la energía hidroeléctrica. Todo esto se ha traducido en numerosas políticas y leyes destinadas a fomentar las energías renovables” (IRENA, 2015, pág. 8)

La creciente atención que se presta en los foros económicos internacionales a la infraestructura para el crecimiento, la aparición de nuevos bancos de desarrollo y mecanismos de financiación, y las tasas de interés históricamente bajas en algunas economías, crean una oportunidad importante para estimular el crecimiento con bajas emisiones de carbono tanto en los países en desarrollo como en los desarrollados. Sin embargo, las inversiones en infraestructura siguen siendo insuficientes en casi todas partes. Los resultados siguen viéndose limitados por los efectos prolongados de la crisis financiera mundial, los fallos de los mercados profundamente arraigados, las deficiencias subyacentes de las políticas e instituciones y la inercia de un modelo económico de larga data con altas emisiones de carbono (New Climate Economy, 2015).

1.3 La relación entre los SNI y las TER

1.3.1 Los SNI como factor esencial para el desarrollo de las TER y la acción climática

La innovación y la difusión tecnológica apoyan el crecimiento económico y determinan la intensidad energética de la producción económica y, por lo mismo, la intensidad de las emisiones de carbono. Por eso existe un amplio reconocimiento a nivel global de la relación entre la regulación ambiental y la actividad innovadora en las tecnologías ambientales. La capacidad de los países para enfrentar los desafíos que plantea el CC está también vinculada a los niveles de desarrollo de sus SNI y con su desempeño en el propósito de promover el desarrollo, adopción o adaptación de conocimiento y de tecnologías para potenciar las medidas de mitigación y adaptación al CC (Hekkert & Negro, 2009).

El desarrollo de los SNI implica complejos procesos de compartir conocimientos y adaptar la tecnología a las condiciones locales. Las capacidades técnicas y administrativas internas, las instituciones y las inversiones en el aprendizaje tecnológico influyen en la eficacia con que la tecnología puede ser absorbida y adaptada. Los recursos humanos y el

desarrollo institucional son cruciales para facilitar la utilización de la tecnología. El desarrollo institucional incluye capacidades para la evaluación de tecnología y negocios, incubación, pruebas de tecnología y demostración. Las capacidades de mitigación y adaptación de los países pueden mejorarse cuando las políticas climáticas se integren en las estrategias nacionales de desarrollo sostenible (UNDESA, 2008)¹⁹. Los SNI deben buscar el desarrollo de la capacidad tecnológica de sus respectivos países para apoyar los esfuerzos dirigidos a la mitigación y adaptación al CC, así como a la atención de las necesidades y el logro de los objetivos de desarrollo y crecimiento económico.

Desde una aproximación sistémica, este fortalecimiento implica varias consideraciones: la interconexión y la interdependencia entre los actores que integran los SNI son críticas; además de los gobiernos y la academia, las empresas son actores centrales; las actividades de innovación son mucho más que I+D; la demanda, no solo la oferta, impulsa los sistemas de innovación; los sistemas nacionales son internacionalmente abiertos; y las medidas de política deben buscar una combinación equilibrada de medidas que promuevan tanto la oferta como la demanda de conocimiento. Todo esto implica, a su vez, considerar los elementos de mercado, entre ellos, los usuarios y los proveedores de tecnología, redes y enlaces entre las instituciones públicas y privadas, academia, centros tecnológicos regionales, la interacción internacional, la evaluación de tecnologías y la difusión de buenas prácticas.

1.3.2 La importancia de un enfoque de SNI para la formulación de políticas de innovación

La investigación, el desarrollo tecnológico, la transferencia de tecnología y la innovación son elementos esenciales para explicar el desempeño social y económico de los países. El funcionamiento y las capacidades de empresas, universidades, instituciones gubernamentales y sus estructuras de gobernanza, institutos y centros de investigación, el sistema de educación, el sistema financiero, las leyes tributarias y otras “condiciones marco”, explican, en buena medida, dicho desempeño. También lo explica la forma como estos componentes se interconectan e interactúan, y cómo se coordinan. Este conjunto

¹⁹ UNDESA, 2008. Climate Change: Technology Development and Technology Transfer. Background paper. Prepared for the Beijing High-level Conference on Climate Change: Technology Development and Technology Transfer. United Nations Department of Economic and Social Affairs.

de elementos y su articulación, dentro de un país, conforman lo que hoy por hoy se suele denominar Sistema Nacional de Innovación (SNI).

El nivel de desarrollo de un SNI no depende de la simple adición de las capacidades individuales de cada uno de los actores que lo conforman. También depende de qué tan adecuadas son las condiciones marco de las actividades de innovación y del nivel de desarrollo de las formas de cooperación entre los distintos actores que los integran. La importancia de estas interrelaciones ha venido aumentando en las últimas décadas. La creciente producción de conocimiento está orientada hacia la solución de problemas concretos de la sociedad y de la economía, mediante un trabajo multidisciplinario en el que participan investigadores, tanto en empresas como en instituciones de investigación y universidades.

La importancia económica de la ciencia, la tecnología y la innovación ha tendido a elevarse. Las patentes están citando cada vez más literatura científica. Las tecnologías de información y comunicación (TIC) han estimulado nuevas formas colaborativas de hacer investigación y realizar negocios. La globalización de la industria, la I+D industrial y la ciencia han cambiado el contexto en el que la innovación tiene lugar. El comportamiento de la I+D ha cambiado, tanto en el sector privado como en el contexto de programas públicos de investigación, hacia un modelo mucho más “abierto”, en el que las empresas dependen cada vez más del Estado y de los demás actores económicos para obtener insumos clave de conocimiento, especialmente en relación con la investigación básica.

Así entonces el enfoque de Sistemas Nacionales de Innovación viene cobrando cada día más importancia para entender, intervenir y mejorar la forma como se dan los procesos de innovación. En este sentido, la descripción, análisis y comprensión de los SNI se basa en el reconocimiento de que:

- **Las empresas son actores centrales en el sistema.** Numerosos informes se han concentrado en organizaciones del sector público y las estructuras de formulación de políticas. Sin embargo, los procesos de innovación dependen de las interacciones entre las empresas como usuarios y productores de tecnologías y soluciones

innovadoras.

- **Las actividades de innovación son mucho más que I+D.** Discusiones sobre las funciones del núcleo científico-tecnológico en los sistemas nacionales de innovación suelen rápidamente saltar de “ciencia y tecnología” a “investigación y desarrollo”. Esto tiende a ser reforzado por la fuerte dependencia de datos sobre los insumos y productos de la I+D como indicadores de las principales características de los sistemas de innovación. Esto proporciona una imagen distorsionada sobre la innovación porque deja por fuera muchos otros tipos de actividades de ciencia y tecnología que desempeñan un papel importante en la misma.
- **La interconexión y la interdependencia están al centro del concepto de sistemas de innovación.** Cada componente del sistema necesita tener niveles de calidad y eficiencia aceptables, y las interrelaciones entre ellos deben funcionar adecuadamente.
- **La demanda, no sólo la oferta, impulsa los sistemas de innovación.** La articulación de demanda efectiva para la innovación y para conocimientos y habilidades como insumos para la innovación, son centrales para estimular o restringir la innovación y las orientaciones que toma. Las implicaciones en materia de política pública incluyen la oportunidad de utilizar la contratación pública y la regulación, así como la mejora de la comunicación y cooperación entre los proveedores y los usuarios como formas para fomentar la innovación.
- **La actividad innovadora abarca una amplia gama de fenómenos.** Los sistemas de innovación no se refieren únicamente a tipos de innovación que son globalmente nuevos. Especialmente dado el número creciente de Encuestas de Innovación siguiendo los lineamientos del Manual de Oslo²⁰, se reconoce ahora que las formas importantes de actividad innovadora incluyen cambios que son nuevos para determinadas industrias o empresas individuales. La innovación abarca, no solo las innovaciones tecnológicas “duras”, sino también formas “blandas” relativas, por ejemplo, a arreglos organizacionales o procedimientos.

- **Los sistemas nacionales son internacionalmente abiertos.** Componentes internacionales del sistema incluyen la tecnología incorporada y desincorporada, la colaboración en las cadenas de valor y de investigación y desarrollo, proyectos locales de inversión basados en el conocimiento internacional, los flujos externos e internos de inversión extranjera directa, los flujos de entrada y salida de estudiantes y mano de obra cualificada. Las cantidades, cualidades y direcciones de todos esos flujos son muy variables, y esta variabilidad tiene importantes implicaciones para los componentes nacionales de los SNI. En muchos países, la gestión activa de estas interfaces internacionales del sistema de innovación es cada vez más un área importante para la formulación de políticas.
- **Los sistemas de innovación se desarrollan en culturas específicas y tienen historias únicas.** Sus instituciones evolucionan conjuntamente, por lo que diferentes sistemas pueden emplear diferentes estructuras para realizar funciones similares.

Para efectos prácticos del desarrollo y análisis, en el presente estudio se empleó una síntesis, desde un punto de vista funcional, del enfoque sistémico propuesto, esto es: desde la perspectiva de las funciones que desempeñan los actores más relevantes de los SNI. Bajo esta aproximación, se proponen cuatro categorías para el análisis, las cuales corresponden a igual número de subsistemas de los SNI:

1. Subsistema político y de marco regulatorio
2. Subsistema de educación e investigación (oferta)
3. Subsistema productivo (demanda)
4. Subsistema de intermediación y transferencia de tecnología

Tal como se muestra en la Figura 5, las relaciones y procesos de desarrollo, adaptación y transferencia de tecnologías tienen lugar como resultado de la participación e interacción de diferentes actores dentro de cada uno de estos subsistemas, desde la demanda, la oferta, la intermediación (flujo de conocimiento, en los dos sentidos, entre los subsistemas productivo y de educación e investigación) y de la creación de condiciones institucionales, de políticas públicas o

I.4 Las categorías para el análisis de los SNI

Figura 5. Los cuatro subsistemas de los SNI



Fuente: Consorcio Hincio, Technopolis Group y Tecnalía.

20 El Manual de Oslo es un guía que publica la OCDE para la recolección, interpretación, reporte y uso de información sobre innovación. Ver <https://www.oecd.org/science/oslo-manual-2018-9789264304604-en.htm>

regulatorias.

En la demanda se encuentran todos los actores que son receptores, en ocasiones desarrolladores, y usuarios de nuevas tecnologías y procesos innovadores. Del lado de la oferta, se pueden encontrar todos los generadores de conocimiento y desarrolladores de tecnología, bien sean locales o extranjeros dependiendo del contexto del país. Los intermediarios son todos estos actores que ayudan a articular la demanda y facilitan los procesos de generación y transferencia de conocimientos, de recursos y finalmente de tecnologías. El subsistema político y regulatorio contribuye en la creación de condiciones y capacidades adaptativas para que dicha transferencia tecnológica se dé mucho más fácil y ágil. Los siguientes son, para cada uno de estos subsistemas, sus principales actores y retos.

- **El subsistema político y de marco regulatorio:** abarca los gobiernos nacionales y subnacionales; las estructuras de gobernanza de las políticas de CTI y de CC; las políticas, programas e instrumentos de promoción de CTI; y las políticas, programas e instrumentos de CC. Sus retos están relacionados con la construcción de una visión alrededor de la CTI y con los procesos de articulación y coordinación
- **El subsistema de educación e investigación:** incluye instituciones de educación técnica y tecnológica, instituciones de educación superior e investigación, centros de Investigación públicos. Los retos de este subsistema se refieren al desarrollo de capacidades de ciencia y tecnología, de la infraestructura de I+D+i, y de la formación de recursos humanos de alto nivel y con capacidades para el mercado laboral
- **El subsistema productivo:** comprende las empresas grandes, Pymes maduras, nuevas empresas de base tecnológica, sectores agroindustrial y silvícola, sector energético, asociaciones, cámaras, gremios empresariales y sectoriales. Los desafíos que enfrenta están asociados con procesos de innovación en empresas existentes, el emprendimiento innovador, el financiamiento de la innovación, los estímulos fiscales y los regímenes de propiedad intelectual.

- **El subsistema de intermediación y transferencia de tecnología y conocimiento:** corresponde las instituciones encargadas de facilitar el flujo de conocimiento, en dos direcciones, entre los sistemas industrial y el de educación e investigación. Incluye, entre otros, centros de investigación aplicada de la industria, centros tecnológicos y de desarrollo de competencias, incubadoras de empresas, parques científicos y tecnológicos, oficinas de transferencia tecnológica, clústeres y redes. Sus desafíos se refieren a temas como el extensionismo tecnológico, la innovación endógena vs la externa, la validación de tecnologías, el prototipaje, la estimulación de la demanda y los servicios industriales.

Esta estructura de cuatro subsistemas dentro de los SNI es, en adelante, la que permite organizar tanto el análisis de las evidencias que se presentan en los siguientes capítulos, como, desde una perspectiva estratégica, las recomendaciones de política que se presentan en el último capítulo. De esta manera, el análisis del nivel de desarrollo de los SNI en su conjunto en LAC gira en torno a las capacidades de los actores de los sistemas de innovación y de los mismos subsistemas, así como a la forma en que se dan las interacciones entre estos.

Qué tan adecuadas son estas capacidades y cómo se dan tales interacciones determinan la existencia y eficacia de procesos tales como: la generación de conocimiento; la articulación de la oferta y la demanda; la difusión y transferencia de conocimiento; la creación de capacidades adaptativas; el reconocimiento —por parte de empresarios, consumidores y de la sociedad en general— de las bondades y conveniencias de las TER y la reducción de la resistencia a su adopción y uso; la movilización de recursos humanos y financieros; la formación de mercados; o el impulso a las actividades de emprendimiento y creación de empresas relacionadas con las TER²¹.

II. Desafíos y oportunidades en materia de acción climática y de innovación en Latinoamérica y el Caribe

Este capítulo consta de dos secciones. La primera presenta los retos que en materia de CC enfrenta la

región de LAC. Se presenta un panorama general de las tendencias y el perfil de las emisiones de GEI en la región y se propone una clasificación de los países de acuerdo con tales tendencias. Asimismo, se hace una revisión de la situación de vulnerabilidad de LAC frente al CC y se propone una priorización de los sectores para la adaptación al CC y de las tecnologías asociadas.

En la segunda sección del capítulo se presenta un panorama general de la situación de los SNI en LAC. Se revisan las condiciones marco habilitantes para la innovación, que están asociadas al subsistema de política y marco regulatorio; luego, se aborda el tema la situación de la oferta de capacidades de CTI, que corresponde a los subsistemas de educación e investigación; enseguida se señalan las fallas de mercado de las TER (subsistema productivo); y finalmente, se aborda el subsistema de intermediación y transferencia de tecnología.

II.1 Los retos frente al cambio climático

II.1.1 Retos en mitigación en LAC

II.1.1.1 *Tendencias de las emisiones²² de GEI en LAC*

De acuerdo con el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), entre 1970 y 2010, las emisiones mundiales aumentaron 80%. En 2010, LAC aportó el solamente el 8% de las emisiones globales, pero este aporte ha tenido un crecimiento sostenido en los últimos años. El crecimiento obedece principalmente a emisiones diferentes a aquellas asociadas con el sector USCUS, que comprende principalmente emisiones por la conversión de bosques a pastos o cultivos (deforestación) y captura de CO₂ por el crecimiento de nuevas áreas forestales (reforestación).

Algunos países se destacan por la reducción en la deforestación en el período 2000-2010 (Nicaragua, Colombia, Brasil y Guatemala); otros han aumentado su deforestación y por lo tanto sus emisiones de CO₂ (Perú y Paraguay); y unos terceros han aumentado su cobertura forestal y, de esta manera, la captura de CO₂ (Chile, Costa Rica y Argentina). En este sector, las emisiones netas han venido disminuyendo en la región.

En contraste, durante el periodo 2000 a 2014 las emisiones de otros sectores distintos a USCUS han tenido una tendencia creciente en la región. El crecimiento económico no se ha desacoplado de las emisiones. No obstante, en general los países de la región han disminuido su nivel de intensidad de emisiones por producto interno bruto (PIB) en el mismo período. Los países que más han reducido su intensidad son Cuba, República Dominicana, Colombia, Uruguay, Panamá y Nicaragua; mientras que Haití y Guatemala han aumentado su intensidad y México, Bolivia y Brasil han disminuido menos del 10% su intensidad durante el periodo.

Las NDC de los países de la región tienen una alta variación en cuanto a sus niveles de ambición. Para comparar estos niveles, (Black, 2018) calculó, de un lado, las emisiones per cápita en el año 2010 y, de otro, las emisiones per cápita que tendrían si se cumple su contribución en el año 2030. El resultado de este cálculo, en términos de cambio porcentual (aumento o reducción) de los niveles de GEI per cápita entre el 2010 y la meta 2030 muestra que países que como Brasil, Granada, República Dominicana, Barbados, México y Uruguay se han propuesto una reducción significativa en sus emisiones per cápita son; mientras que otros proponen un incremento respecto a sus niveles de 2010 como, Paraguay, Chile y Venezuela.

Ahora bien, entre mayores sean los niveles de ambición de los países, muy probablemente mayores deberán ser los cambios estructurales que se emprendan en los sectores generadores de emisiones en cuanto a procesos de desarrollo tecnológico e innovación, o de adaptación, difusión y transferencia de TER. La determinación de tales tecnologías deberá partir de la identificación de los principales sectores y tipos de fuentes que emiten GEI en los países de la región. En el caso de LAC, en general se observa que los principales tipos de fuentes que emiten GEI en la región corresponden a las energéticas y las agropecuarias. Estas últimas son muy significativas en países con alta producción de ganadería bovina, como Paraguay Uruguay, Nicaragua, Bolivia, Brasil, Colombia y Argentina. Las principales fuentes de emisión energéticas en la región son transporte y la generación de energía eléctrica y, en menor proporción, las provenientes de la industria manufacturera y la construcción.

21 Desarrollado con base en (van Alphen, Hekkert, & van Sark, 2008).

22 En el Anexo B se presenta información más detallada sobre perfiles y tendencias de las emisiones en la región de LAC.

La participación de los sectores de generación de energía eléctrica en las emisiones energéticas depende de la utilización de fuentes renovables. Algunos países generan mayoritariamente con fuentes basadas en combustibles fósiles como petróleo, gas y carbón (República Dominicana, Cuba, Haití, Nicaragua y México); mientras que países como Paraguay, Costa Rica, Colombia, Venezuela, Brasil, Panamá y Uruguay incluyen principalmente fuentes hidroeléctricas. En la mayoría de los países de la región, las fuentes renovables no convencionales como viento, solar y geotermia no son significativas en cuanto a su participación en la generación total de electricidad, exceptuando a Costa Rica (geotermia), Uruguay (viento y biocombustibles), El Salvador (geotermia y biocombustibles) y Nicaragua (viento y geotermia).

II.1.1.2 Clasificación de los países según sus tendencias de emisiones de GEI

El anterior análisis permite clasificar los países de la región en los siguientes grupos²³:

Países con una matriz energética intensiva en carbono: Estos países se caracterizan por tener más del 60% de sus emisiones provenientes de actividades energéticas, principalmente por la generación de energía eléctrica con base en termoeléctricas y actividades industriales intensivas en energía (ej. refinación de petróleo). En este grupo estaría República Dominicana, Cuba, México, Chile y El Salvador. El principal reto de estos países es incorporar fuentes renovables tanto en la generación de energía eléctrica como en la industria. Así mismo, la eficiencia energética es de igual importancia para disminuir sus emisiones.

La importancia de tener una matriz de generación eléctrica baja en emisiones de carbono radica en que habilita las opciones eléctricas en los demás sectores como alternativas de reducción de emisiones. Es el caso del sector transporte, donde los vehículos eléctricos son una alternativa efectiva siempre y cuando la matriz de generación sea limpia.

Países con actividad agropecuaria intensiva en emisiones de carbono. En este grupo se encuentran países con una gran actividad agropecuaria que genera emisiones significativas de GEI y además, en algunos de ellos una presión a la deforestación de

sus bosques naturales. En este grupo encontramos a países como Paraguay, Uruguay, Bolivia, Brasil, Nicaragua, Argentina y Colombia. El reto de estos países corresponde a la incorporación de nuevas tecnologías que mejoren productividad y reduzcan emisiones en el sector agropecuario, incluyendo la ganadería. Así mismo, la transferencia tecnológica que conlleven mejoras productivas en pequeños agricultores es fundamental para disminuir emisiones en el sector, tanto directas como indirectas por cambio de uso del suelo.

Países con una matriz energética limpia con alta participación del sector transporte. En estos países encontramos el uso principalmente de hidroeléctricas para la generación de energía, y por lo tanto sus principales emisiones energéticas provienen de transporte: Paraguay, Costa Rica, Uruguay, Colombia y Brasil. Estos países deben asegurar que la expansión de sus sistemas de generación de energía eléctrica continúe limpia, considerando las crecientes dificultades ambientales de la construcción de nuevas hidroeléctricas. Por lo tanto, también se hace indispensable la incorporación de energías renovables no convencionales en dicha expansión. La eficiencia energética también es fundamental para disminuir la dinámica de expansión del sistema.

Por lo tanto, se puede concluir que los sectores con mayores retos para la reducción de emisiones de gases efecto invernadero en LAC corresponden a la generación y uso de energía eléctrica con fuentes renovables no convencionales (eólica, solar, geotérmica), el sector agropecuario (principalmente ganadería bovina), el sector de transporte y el sector industrial. En el Anexo B, se presentan opciones de mitigación y de tecnologías asociadas a estos sectores.

II.1.2 Vulnerabilidad al cambio climático en LAC

II.1.2.1 Panorama general

De acuerdo con el cuarto informe de evaluación del IPCC, se han observado tendencias significativas de cambios en temperatura y precipitación en las regiones de Centroamérica y Suramérica, así como cambios en la variabilidad de eventos extremos que han afectado a la región (Magrin, y otros, 2014). De acuerdo con el mismo informe, las proyecciones con

²³ Esta clasificación no es excluyente, es decir, un país puede clasificarse en varios grupos.

CC sugieren que en la región se producirá aumentos en la temperatura de 1,6°C - 4°C en Centroamérica y de 1,7°C a 6,7°C en Suramérica. Por otra parte, se espera que el CC genere una disminución en la precipitación en la mayor parte de Centroamérica, mientras que en Suramérica se incrementa en algunas regiones (ej. región costera de Ecuador y Perú) y disminuye en otras (ej. noreste del Brasil).

Estos cambios generarán impactos en la disponibilidad del agua para los distintos usos. En la región de Centroamérica se espera una disminución en la escorrentía de sus principales cuencas (ej. cuenca del Lempa). En la región andina, se espera que continúe la reducción de los glaciares, o incluso su desaparición, lo cual afectaría la disponibilidad hídrica en épocas secas. En la región central de Chile (cuenca de Limarí) también se esperan cambios en la disponibilidad de agua, como resultado de una reducción en la precipitación y un aumento en la evapotranspiración. Resultados similares también se esperan en regiones áridas del nordeste del Brasil (Magrin, y otros, 2014). Los cambios en la disponibilidad de agua afectarán a los sectores con mayores demandas del recurso en la región: la agricultura, la generación de energía eléctrica y los sistemas de abastecimiento de agua de la población.

El aumento del nivel del mar tendrá impactos significativos en los países de la región, especialmente aquellos en donde la mayor parte de su población se ubica en zonas costeras (p.ej. El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Perú y Chile). El CC no sólo generará impactos por el aumento del nivel del mar, sino también por la disminución de los ecosistemas marino-costeros que prestan servicios de protección costera y sustento a recursos pesqueros.

Existe una gran incertidumbre sobre el efecto del CC en los cultivos agrícolas de la región. Por ejemplo, es probable que los cultivos como el maíz, la soya y la caña de azúcar, aumenten su productividad bajo condiciones de mayor temperatura y precipitación. Sin embargo, para las regiones de Centroamérica, parte de los Andes y nordeste de Brasil, el CC puede afectar el rendimiento de los cultivos y la seguridad alimentaria. Así mismo, el aumento en la temperatura puede afectar la producción de ganadería y leche

en países como Brasil (región de Pernambuco) y Nicaragua.

Por último, teniendo en cuenta que la región se caracteriza por que el 80% de su población se concentra en ciudades, los impactos del CC en los asentamientos urbanos son prioritarios. Además de los impactos anteriormente identificados como la reducción en disponibilidad de agua y energía, los eventos extremos y aumentos en precipitación conllevan también impactos tales como inundaciones (p.ej. en ciudades como Buenos Aires y Sao Paulo) y el aumento del riesgo de otros tipos de desastres.

II.1.2.2 Sectores prioritarios y opciones de adaptación en LAC

De acuerdo con la sección anterior, los sectores que más serán impactados por el CC en la región serían también los de mayor prioridad para la adaptación. A continuación, se presentan dichos sectores y las tecnologías asociadas para su adaptación:

Sector agropecuario: los avances genéticos de los cultivos combinados con un adecuado manejo de la fertilización y suelo pueden incrementar su productividad en condiciones de cambio climático. Así mismo, el mejoramiento del manejo del agua, con tecnologías asociadas a la irrigación, cosecha de agua lluvia, sistemas de almacenamiento y uso eficiente del agua, son opciones adaptativas para las regiones con escenarios de reducción en precipitación. Así mismo, las prácticas sostenibles de manejo de cultivos, incluyendo el conocimiento de comunidades locales e indígenas, pueden traer soluciones a los cambios de las condiciones climáticas.

Sector de acueducto y saneamiento: La principal estrategia de adaptación que adoptan los países para afrontar presiones en la disponibilidad hídrica, corresponde al mejoramiento de la gobernanza del agua y el manejo integrado de los recursos hídricos. A nivel tecnológico, se resaltan tecnologías que disminuyen el uso del agua en las viviendas, permiten el aprovechamiento del agua lluvia y aguas grises, disminuyen pérdidas y mejoran la medición del uso del agua. De igual manera, para la prevención de desastres se implementan estrategias integrales de gestión del riesgo en los procesos de conocimiento (monitoreo de fenómenos, generación de mapas de

riesgos, etc.), reducción (medidas estructurales y no estructurales, medidas basadas en ecosistemas) y manejo (sistemas de alerta temprana, atención y reconstrucción). Adicionalmente, el mejoramiento de los alcantarillados y drenajes urbanos son opciones importantes para la adaptación a los impactos de inundaciones.

II.2 Los Sistemas Nacionales de Innovación en LAC: un marco general de condiciones insuficientes

II.2.1 Panorama general: oportunidades y desafíos en LAC

II.2.1.1 Un contexto favorable para las TER

El mercado mundial de las TER ha estado en expansión desde la década de los 90, tanto en países desarrollados como en países en desarrollo, y se prevé que el sector siga creciendo de manera sostenida durante las próximas décadas. LAC ofrece un terreno fértil para el despliegue de estas tecnologías asociadas con las energías renovables. De hecho, las energías renovables vienen experimentando un rápido crecimiento en los últimos años, y el interés por su desarrollo sigue aumentando aun con mayor celeridad en LAC, una región que es uno de los más importantes mercados emergentes en el mundo.

Las capacidades en ciencia, tecnología e innovación (CTI) en LAC han venido aumentando en las últimas décadas, aunque persisten brechas significativas con respecto a países desarrollados. Dado que la región está dotada de una inmensa riqueza de recursos naturales, el fortalecimiento de sus SNI en función del logro de los ODS es igualmente una oportunidad para iniciar una senda de crecimiento sostenible. La Agenda 2030 ofrece además un marco de acción para estructurar y coordinar los distintos objetivos y estrategias de política, así como sus múltiples interacciones.

Los países de LAC, al adoptar medidas para hacer frente al CC, tienen la oportunidad de forjar en el largo plazo un crecimiento económico fundamentado en la transformación de sus estructuras productivas. En efecto, el mercado de TER brinda a los países de LAC la oportunidad de dar saltos cualitativos en el campo de la tecnología, a través del fortalecimiento de los

mecanismos de transferencia de tecnología y del desarrollo de capacidades de absorción. Pero para aprovechar todas estas oportunidades, los países de LAC deben superar desafíos, algunos de los cuales son transversales, es decir, relevantes para todas las tecnologías. Pero otros son específicos de las TER.

II.2.1.2 Los desafíos de la política de innovación en LAC

El desempeño de los SNI en los países de LAC, en términos generales, muestra un rezago en relación con los de otras economías emergentes y de los países desarrollados. Este rezago es incluso mayor en cuanto a su papel como instrumento para el desarrollo social y económico inclusivo y sostenible, así como para hacer frente al CC. En LAC el fortalecimiento del papel de los SNI para que se conviertan en instrumentos que contribuyan a hacer frente al CC y al logro de los ODS plantea enormes desafíos. Las economías de la región “presentan un severo déficit en cuanto a la incorporación de conocimiento y tecnología a sus procesos productivos [...] En sectores como la minería, agricultura, ganadería, las empresas de Latinoamérica tienden a tener un distintivo rezago en términos de aprovechar el conocimiento existente y de su capacidad de adaptarlo y utilizarlo de forma provechosa” (BID, 2016, p. 4). Así entonces, en su conjunto, las economías latinoamericanas se caracterizan por su baja intensidad tecnológica, evidente en los principales sectores de exportación que conforman la mayor parte de la estructura económica de la región, la cual se ha mantenido prácticamente invariable en los últimos 50 años.

La inversión en I+D en LAC es de 0,76% del PIB de la región, la cual es relativamente muy baja. También son relativamente bajos el número de investigadores y becarios EJC²⁴ (491 por millón de habitantes), la producción científica (5,2 % de las publicaciones científicas mundiales en 2014), la tasa de registro de patentes (0,32% del total de patentes registradas por la OMPI en 2013), el número de empresas de base tecnológica, y la inversión en I+D dentro del sector privado y empresarial (por debajo de 0,4% de las ventas)²⁵ (Lemarchand, 2016). En estas dimensiones, los países de LAC difieren en gran medida de las economías más avanzadas, e incluso de economías emergentes como China.

Los sistemas de innovación en la región de LAC muestran muy distintos niveles de desarrollo. Y eso se refleja igualmente al revisarse, para cada país, estas dimensiones (BID, 2017). Argentina, Brasil, Chile y México, por ejemplo, en los últimos años han evolucionado hacia un perfil tecnológico que se acerca al de las economías avanzadas. Los países en donde ya existe una capacidad de investigación científica deberían enfocarse en mantener y fortalecer esta capacidad, y en dirigir sus esfuerzos hacia estrechar los vínculos del sector académico y de investigación con el sector productivo. En contraste, el énfasis de las recomendaciones para países cuyas capacidades son aún incipientes, tendrían muy probablemente que comenzar por desarrollar esas capacidades, entre otras medidas, a través de la formación de una masa crítica de capital humano para la innovación (Ibid.).

II.2.2 Un marco institucional y de condiciones habilitantes insuficiente

II.2.2.1 *Los marcos institucionales en etapas tempranas de desarrollo*

Los marcos institucionales para la promoción de la innovación en LAC se encuentran aún en etapas tempranas de desarrollo, en contraste con los que existen en países de economías avanzadas, en donde se tiene una considerable capacidad de establecimiento de políticas y de gestión²⁴. En LAC la falta de instituciones bien desarrolladas genera el riesgo de que las políticas adolezcan de problemas de inconsistencia dinámica²⁵, mala coordinación y captura²⁶.

Si bien hay casos exitosos en la región en el campo institucional de las políticas de CTI, en la mayoría de los países la evolución de los marcos institucionales aún no ha redundado en una mayor eficiencia y estabilidad (BID, 2017, p. 35). En LAC no se han consolidado prácticas institucionales tales como: un diálogo público-privado particularmente fuerte, una sólida coordinación intergubernamental y una clara distinción entre el establecimiento de estrategias, la

formulación de políticas y las agencias e instancias de implementación de políticas.

En la región es necesario mantener políticas a largo plazo, en particular en lo que tiene que ver con las políticas de innovación, y especialmente en lo que se refiere a la oferta y la demanda. Es decir, en la creación de una masa crítica de recursos humanos en ciencia y tecnología, y de capacidades de I+D+i en las empresas privadas. Se requiere igualmente reforzar la capacidad institucional para formular, supervisar y evaluar las políticas de innovación, de manera que se conviertan en un elemento central de la práctica de las políticas de innovación. Igualmente, es preciso desarrollar capacidades para experimentar, monitorear, evaluar y aprender para mejorar los procesos de planificación y ajuste de las políticas (BID, 2017, p. 36).

II.2.2.2 *Una insuficiente financiación de la innovación*

La inversión actual en CTI tanto pública como privada es, como se señala arriba, aún insuficiente. Partiendo de este hecho, y teniendo en cuenta que el desarrollo de nuevas tecnologías ocurre principalmente en las etapas de I+D y demostración y depende principalmente de fondos públicos, se puede afirmar que las necesidades para los países de la región son significativas. Esta tendencia se mantiene en las siguientes etapas del ciclo de vida de los proyectos de innovación: ideación, escalamiento, demostración e implementación.

En la etapa de implementación aparecen los ángeles inversionistas. De acuerdo con un estudio de IESE Business School, en 2012, en Latinoamérica y el Caribe el número de redes era pequeño y no en todos los países se habían creado. Argentina, Chile, Colombia y México eran países que contaban con más de una red activa, para un total entonces de 21 en toda la región (Lerner, Leamon, & García-Robles, 2013).

En cuanto al capital de riesgo, Latinoamérica está muy por debajo del nivel encontrado en las

24 Equivalente de jornada completa

25 El promedio entre los países de la OCDE es 1,89%, según BID (2014), citado en Lemarchand (2016)

26 Rivas et al (2014), citado en (BID, 2017, p. 35).

27 Este concepto se refiere a "la dificultad que enfrentan las autoridades públicas para perseverar con acciones cuyos beneficios se manifestarán fuera de su período de mandato. En el caso de la innovación, éste es un riesgo evidente no sólo porque los beneficios se distribuyen por lo general en el largo plazo, sino también por lo difícil que es evaluar el impacto de las acciones. De esta manera, la existencia de un espacio de discusión acerca de las políticas que promuevan la innovación y sus actividades relacionadas, que sea independiente del ciclo político y que tenga los incentivos correctos para definir, implementar y evaluar una estrategia de largo plazo, es indispensable para la gobernabilidad de un SNI." Ver Benavente, J.M. (2009).

28 "[Cuando] el Estado [interviene] en respuesta a la demanda de grupos de interés. Por ejemplo, en el caso de la innovación, una persona o grupo puede pretender extraer beneficios particulares de ciertos programas, solicitando que el Estado financie actividades cuyos beneficios son en realidad altamente apropiables desde el punto de vista privado y que por lo tanto se habrían realizado incluso en ausencia de subsidio; el apoyo público será entonces "redundante." Benavente (2009)

economías desarrolladas, y también por debajo del de China e India. No obstante, en la última década ha crecido rápidamente. Experiencias en Brasil, México y Chile han traído consigo aprendizajes en este campo. Uruguay, por su parte, ha avanzado en el desarrollo del ciclo de financiación de emprendimientos innovadores, incluye capital semilla, ángeles inversionistas y capital de riesgo. Otras economías de la región están avanzando rápidamente. Se han extraído valiosas lecciones, tanto a nivel regional como mundial, que proporcionan una plataforma sólida para acelerar el proceso de convergencia en esta esfera (Lerner, Leamon, & García-Robles, 2013).

Una fuente adicional de recursos financieros de la que disponen los países en desarrollo para enfrentar el CC son los instrumentos bilaterales y multilaterales. De acuerdo con un reporte de UNEP (2012), LAC ha sido la región que ha atraído la menor cantidad de la financiación disponible. Entre 2000 y 2007, recibió el 10% de estos recursos, comparada con Asia que recibió el 31%. La mayor parte de esta financiación se ha destinado a actividades de mitigación, especialmente en el ámbito de la reducción de emisiones derivadas de la deforestación (REDD).

II.2.3 Una oferta aún limitada de capacidades de CTI para las TER

En LAC el capital humano para la innovación es escaso. Según datos de la RICYT²⁹ y MSTI³⁰ de la OCDE, presentados (BID, 2017, p. 31), en 2014 solo había un promedio de 1,30 investigadores por cada 1.000 habitantes en la fuerza laboral de LAC. Esto es seis veces menor que el promedio de la OCDE y siete veces menor que el de Estados Unidos. El promedio de doctores en la región es de 4,0 por cada 100.000 habitantes en LAC, de los cuales solo 2,1 son en ciencia e ingeniería. En España en 2013 era de 23,1, de los cuales 15,0 en ciencia e ingeniería (Ibid). En cuanto al número de investigadores empleados por empresas, en LAC es el 15% en promedio, mientras que en los países de la OCDE es del 61%.

Varios factores explican esta situación: “mecanismos inadecuados para la inserción en el mercado, la orientación de las competencias de investigación en muchos casos hacia la investigación básica, un desajuste entre la oferta y la demanda (es decir, la falta de pertinencia o aplicabilidad de las especialidades a

las necesidades de la industria) y las particularidades de los entornos institucionales que preservan la separación de los sistemas de investigación y educación del sector privado, es decir, la falta de incentivos para la movilidad” (BID, 2017, p. 31).

En LAC hay un bajo reconocimiento de la importancia de la investigación para el aprendizaje y la innovación por parte de industria. Y se privilegia la compra de la tecnología en lugar de la generación endógena de nuevas ideas y del desarrollo de capacidades de investigación para la absorción de la tecnología. Es decir, las empresas no utilizan las capacidades ni las ideas que ofrecen las universidades y los centros de investigación.

La generación de conocimiento científico muestra avances, pero persiste un rezago en materia de patentes. Mientras que en LAC se producen 200 publicaciones científicas por millón de habitantes, en los países de la OCDE son 1.500, según (BID, 2017, p. 31) a partir de cálculos de Scimago³¹. Si bien en los últimos 15 años se ha venido cerrando esta brecha, la investigación aplicada, especialmente en ingeniería y tecnología, es sustancialmente menor: entre el 10% y el 30% de los investigadores en LAC trabaja en estos campos, mientras en países como Singapur, Japón o Corea esta cifra es del 60%. (Ibid.)

Otro reto que enfrenta la región es desarrollar capacidades de absorción, es decir, capacidades para identificar, adaptar y usar conocimiento, ideas, procesos, maquinarias o productos ya existentes en otro contexto, para responder a necesidades o condiciones locales o individuales específicas. Estas son actividades, de hecho, intensivas en innovación que se nutren de capacidades científicas similares a las requeridas para adelantar I+D. Sin embargo, según BID (2017), en LAC no existe un reconocimiento de la importancia de desarrollar estas capacidades.

II.2.4 Fallas del mercado de las TER: incipiente nivel de maduración y bajos niveles inversión privada

Las principales barreras para desarrollar tecnologías de energía limpia o para llevar tecnologías innovadoras al mercado en Latinoamérica están asociadas al acceso al capital, los incentivos gubernamentales inadecuados y la falta de vínculos entre la industria y el mundo

29 Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -iberoamericana e Interamericana- <http://www.ricyt.org/>

30 Main Science and Technology Indicators. <http://www.oecd.org/science/msti.htm>

31 Ver <http://www.scimagolab.com/>

académico. Los ecosistemas de innovación no facilitan que estos asuman riesgos (Miller y Viscidi, 2016: 3).

De hecho, el capital de riesgo en Latinoamérica y el Caribe está muy por debajo del nivel encontrado en las economías desarrolladas. La incertidumbre acerca de la demanda del mercado (en un entorno económico de precios energéticos relativamente bajos) y de las políticas ambientales, y el hecho de que las inversiones en TER son intensivas en capital y su rentabilidad se obtiene a largo plazo, inhiben las inversiones en tecnologías climáticas. A esto se suma que los beneficios vinculados con el uso de dichas tecnologías pueden ser principalmente públicos (p.ej. reducción de las emisiones de GEI) y en ocasiones difícilmente apropiables por los privados. Adoptar una TER no siempre mejora la rentabilidad privada, como suele ser el caso de nuevas tecnologías de logística o de producción. Por lo tanto, las empresas dentro de estos sectores dependen de apoyos y subvenciones públicas u otro de tipo de incentivos regulatorios (p. ej.: precios de carbón) para crecer y desarrollarse. Así que esta brecha entre beneficios sociales y beneficios privados, conocida como una falla de mercado, demanda una intervención pública para corregirla.

Igualmente, este puede ser el caso de la adopción de estrategias de adaptación al CC. Así, por ejemplo, la población más vulnerable es la que principalmente sufre los efectos de los eventos climáticos extremos. Pero esta suele no ser sujeto de crédito y desconocer los riesgos derivados del CC. En estas circunstancias, es necesaria la intervención pública a fin de implementar estas iniciativas, por ejemplo, para facilitar a esta población el acceso a capital necesario para adaptar las condiciones de sus viviendas.

La inversión insuficiente en tecnologías climáticas se debe principalmente a sus perfiles a menudo desfavorables de rentabilidad y riesgo, como resultado de sus mayores costos económicos y de capital inicial en comparación con las tecnologías tradicionales y debido a sus mayores riesgos (UNFCCC, 2015b:3).

II.2.5 Una limitada dinámica de transferencia de tecnología

En general, en LAC ha habido un aumento sostenido

de las capacidades de generación de conocimiento en universidades y centros de investigación. Sin embargo, tales capacidades no encuentran correspondencia con las capacidades de absorción de conocimientos y generación de innovaciones en el sector productivo. Los vínculos entre los actores de los sistemas de innovación son aún débiles y hay una desarticulación entre la oferta de generación de conocimiento y las necesidades del sector productivo.

Esto está asociado al hecho de que el financiamiento público de la investigación ha privilegiado la generación de conocimiento no necesariamente aplicado, y ha tenido limitados avances en la dinamización de la innovación tecnológica, a través, por ejemplo, de la producción de patentes. En general, la región no ha construido sistemas de apoyo eficientes para la extensión y difusión de la tecnología. La colaboración entre la industria y las universidades ha sido limitada en LAC, y por lo tanto la transformación de nuevos conocimientos en innovación ha sido igualmente limitada (Lasagabaster y Reddy, 2010)³².

De hecho, para las empresas, las relaciones con las universidades e institutos de investigación y centros tecnológicos suelen ser menos importantes que las relaciones con los clientes y proveedores como socios para las actividades de innovación (Anlló y Suárez, 2009)³³. En la región se han venido desarrollando mecanismos que buscan incentivar e institucionalizar la vinculación universidad-empresa. Sin embargo, estos mecanismos parecen insuficientes frente a la magnitud del desafío (BID, 2017, p. 34).

Las principales universidades de América Latina y el Caribe han comenzado a crear Oficinas de Transferencia de Tecnología (OTT)³⁴ para interactuar con el sector productivo, pero la mayoría de ellas no están funcionando a nivel internacional. Entre los principales problemas figuran: las incertidumbres en la estructura de incentivos aplicada por algunas universidades; la falta de orientación comercial de algunas de ellas; la falta de conocimientos suficientes en materia de gestión de la propiedad intelectual y concesión de licencias; la escasez de redes de contactos a nivel internacional; y la falta de financiación que afecta su dotación de personal y el acceso a los servicios jurídicos y a los contactos necesarios. Es necesario desarrollar redes eficaces

³² Lasagabaster, E. y R. Reddy (2010) Supporting Innovation in Latin America and the Caribbean: Successful Examples of Technology Transfer Promotion. En En breve. November, Number 164. The World Bank.

de OTT y mejorar la calidad de los servicios que ellas prestan (Lasagabaster y Reddy, 2010).

Las universidades y la industria se enfrentan a diferentes incentivos y culturas que desalientan la colaboración productiva en la investigación. En gran medida, esta asimetría obedece a las diferencias que tradicionalmente existen en las lógicas que enmarcan las actividades de la academia y del sector productivo. En la academia, la visibilización de capacidades y resultados es recompensada con mayores niveles de financiamiento, mayor reconocimiento e inserción en redes de colaboración científica y agendas globales de investigación. En el sector productivo, los incentivos para compartir conocimiento e información han sido tradicionalmente pocos, lo mismo que para el uso de figuras como las patentes o el secreto industrial, que permiten a las empresas proteger sus conocimientos y competir. Aunque este es un panorama que viene cambiando, el sector productivo y el sector académico aún mantienen un distanciamiento que dificulta la innovación. Esto ha traído consigo una débil incorporación de conocimiento y tecnología en los procesos productivos y la baja valoración de la propiedad intelectual, que afecta los procesos de transferencia de tecnología.

“[E]l escaso número de patentes [...] es preocupante porque priva a las empresas de una fuente primordial para financiar sus actividades e inversiones. La falta de valoración de la propiedad intelectual representa un obstáculo para el desarrollo del mercado de capital de riesgo. La experiencia de Latinoamérica y el Caribe en las últimas décadas sugiere que mejorar las instituciones y regulaciones que protegen la propiedad intelectual es un paso importante pero no suficiente para que ocurra un cambio en esta materia. Se requiere un esfuerzo directo de capacitación y persuasión para con el empresariado acerca del potencial de la valoración de las ideas y la tecnología, así como una difusión del know-how acerca de cómo opera el proceso de transferencia tecnológica que permite llevar nuevas ideas al mercado” (BID, 2016, p. 18).

III. Desafíos y oportunidades para la integración de las políticas de acción climática e innovación en los países seleccionados: México, Colombia y Ecuador

Este capítulo presenta un análisis sobre los casos de México, Colombia y Ecuador en relación, tanto con los desafíos que en materia de acción climática e innovación enfrentan estos países, como con las oportunidades que existen para la integración de las políticas en estos dos ámbitos de la política. Los tres países fueron seleccionados teniendo en cuenta la diversidad de algunas de sus características: el tamaño de sus economías, el perfil de las NDC, los marcos institucionales, y las estrategias de política en torno a la acción climática y la promoción de la innovación.

Así entonces, el análisis aporta evidencias, experiencias y lecciones que ejemplifican y enriquecen los análisis y recomendaciones que, en general para LAC, se presentan en los demás capítulos del presente informe. La formulación de recomendaciones de políticas para la integración de las políticas de acción climática y las de innovación se fundamenta en la identificación y el análisis de evidencias sobre tres temas:

- Los desafíos que, en materia de CC, enfrentan los países seleccionados.
- La madurez de los SNI en cuanto a las condiciones e incentivos que favorecen tanto el desarrollo, difusión y transferencia de TER como el fortalecimiento de las capacidades de CTI.
- Los marcos institucionales en los cuales, a nivel de países, se definen las políticas, las regulaciones y los mecanismos de coordinación relacionados tanto con CC como con innovación. Es en estos marcos institucionales en donde debería darse la integración de las TER en los SNI.

El presente capítulo está estructurado en torno a estos tres temas, que corresponden a las primeras tres secciones, cuales se complementan con una sección final de conclusiones. Las dos primeras son similares a las que se abordan en el capítulo anterior para LAC.

En efecto, en la primera se señalan los desafíos de los países seleccionados en materia de CC, a partir de las tendencias y el perfil de las emisiones de GEI. Se identifican los principales sectores y tipos de fuentes que emiten GEI en los países de la región, y de esta manera, se analizan los esfuerzos que contribuirían al cumplimiento de los NDC. De manera similar, se aborda la situación de vulnerabilidad frente al CC.

33 Anlló, G. and D. Suárez. 2009. “Evidencias iberoamericanas a partir de las encuestas de innovación: Construyendo las estrategias empresariales competitivas”. <http://www.oei.es/salactsi/innova.pdf>

34 En países como Colombia estas dependencias suelen denominarse también Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI).

La segunda sección aborda la situación de los SNI. En ella se revisan las condiciones marco o habilitantes, las cuales aluden al subsistema de política y marco regulatorio; la oferta de capacidades de CTI por parte del subsistema de educación e investigación (el sector académico); las fallas de mercado que afectan el desempeño de los SNI y en particular el papel que desempeña el subsistema productivo dentro de los SNI; y finalmente, se aborda el subsistema de estructuras de intermediación y transferencia de tecnología.

La tercera sección, se analizan los marcos institucionales y de política que en los tres países definen las condiciones que favorecen o no la integración de las políticas de innovación y las de CC, es decir, la integración de las TER en los SNI.

III.1 Los desafíos de los países seleccionados frente al cambio climático

III.1.1 Mitigación en los países seleccionados

III.1.1.1 Perfiles y tendencias de las emisiones de gases efecto invernadero

Para México, Colombia y Ecuador, se analizaron sus últimas comunicaciones de CC e inventarios de emisiones nacionales de GEI. En México, en el año 2015 se totalizaron 699,56 Mton de CO₂e, sin contar absorciones (SEMARNAT, INECC, 2018). En Colombia, para 2012 se totalizaron 258,8 Mton de CO₂eq (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA,

2017). En el caso de Ecuador, se estima un total de 80,6 Mton CO₂e para el año 2012 (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2017). Para poder poner en una perspectiva de comparación, se presentan estos datos en emisiones per cápita para cada país.

Como se puede observar, México es el país más intensivo en emisiones brutas por habitante. Durante el periodo 1995 a 2015, estas crecieron 44%. Por su parte, el PIB durante el mismo periodo creció 73%. Esto explica que las emisiones mexicanas están correlacionadas con el crecimiento económico, a pesar de que en términos generales la intensidad de emisiones por PIB ha disminuido: pasó de 0,47 kg CO₂e/USD del PIB en 1995 a 0,406 kg CO₂e/USD³⁷ del PIB en 2014 (Banco Mundial, 2018).

En el caso de Colombia, si se excluyen del análisis las emisiones por deforestación, durante el periodo 2000-2012 las emisiones crecieron 23%, mientras que el PIB creció en un 48%. Al igual que México, Colombia bajó su intensidad de emisiones con respecto al PIB: pasó de 0,301 kg CO₂e/USD³⁸ del PIB en el año 2000 a 0,251 kg CO₂e/USD del PIB en 2012. (Banco Mundial, 2018)

En Ecuador, las emisiones de GEI crecieron durante la década 2000-2010, aunque con una mayor rapidez en el primer quinquenio. Su comportamiento indica que en Ecuador ha habido un acoplamiento de las emisiones y el comportamiento económico. Sin

Tabla 1. Características de las emisiones en los países seleccionados y en LAC

		México	Colombia	Ecuador
Población (personas)		121.005.815	46.581.823	15.520.973
Total Emisiones (Mton de CO2e)		699,56 (2015)	258,79 (2012)	80,63 (2012)
Emisiones brutas de CO2e per cápita (ton CO2e/hab)³⁵		5,78	5,19	5,56
Relación entre emisiones de GEI y crecimiento económico	Periodo	1995 - 2015	2000 - 2012	2000-2010
	Acoplamiento Emisiones/Crecimiento Económico	Sí	Sí	Sí
	Evolución de la intensidad de las emisiones con respecto al PIB	Disminución	Disminución	Aumento
Intensidad de carbono del PIB: kg CO2e/USD en 2014³⁶		0,406	0,241	0,509

35 Estos cálculos se realizan sin descontar absorciones o teniendo en cuenta otros datos reportados por cada país en sus comunicaciones. Colombia reporta 4,2 t CO23/habitante en su comunicación oficial descontando absorciones. (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, 2017) México reporta sólo 3,74 tCO2e/hab correspondientes a la quema de combustibles. (SERMANAT, INECC, 2018)

36 La intensidad de carbono del PIB. Se refiere a la cantidad de emisiones de carbono o de CO2 EQ de una economía en su conjunto y se expresa por unidad de Producto Interno Bruto (PIB); esto se conoce como intensidad de carbono del PIB.

embargo, a diferencia de México y Colombia, en donde también ha habido un acoplamiento, Ecuador ha aumentado su intensidad de emisiones con respecto al PIB.

De los tres países, Ecuador es el más intensivo en emisiones en relación con su productividad. Al hacer un comparativo con el resto de la región, Colombia es el único de los tres países que tiene una intensidad menor al promedio de la región. En efecto, en 2014, en LAC se generaron 0,321 kg CO₂e/USD del PIB, mientras que México y Ecuador generaron 0,406 kg CO₂e/USD del PIB y 0,509 kg CO₂e/USD del PIB, respectivamente. Colombia, por su parte, generó en 2014 0,241 kg CO₂e/USD del PIB³⁹ (Banco Mundial, 2018). Sin embargo, los tres países se sitúan por debajo del nivel mundial de emisiones brutas per cápita que es alrededor de 7 tCO₂e/hab. (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, 2017)

A continuación, se presenta una clasificación de los sectores que más contribuyen a las emisiones del país:

En Ecuador y especialmente en Colombia la **deforestación/USCUSS**⁴² es una actividad con una muy significativa participación en las emisiones

brutas. En México no lo es tanto. En Colombia, si bien las emisiones por deforestación disminuyeron 35% entre 1990 y 2012, este sector sigue siendo el que más contribuye a las emisiones. La conversión de bosques naturales a pastizales y a otras tierras forestales como arbustales y vegetación secundaria ha sido la principal causa (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, 2017). En Ecuador, la deforestación se da principalmente por la expansión de tierras agrícolas (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2017).

El sector **transporte es prioritario en los tres países**. En México tiene la mayor participación en el inventario de emisiones. Ha tenido una leve mejoría en intensidad de emisiones por valor agregado bruto.

Se requieren altas inversiones⁴³ para cumplir con la meta de reducción sectorial de emisiones. Pero su impacto en el largo plazo, en términos de ahorros por un uso más eficiente de la energía, las justifican.

En Ecuador, la demanda energética del sector transporte ha tenido un crecimiento superior al resto de los sectores, debido en parte a los subsidios a los combustibles. En Ecuador los combustibles utilizados para el transporte son intensivos en CO₂ (diésel y

Tabla 2. Emisiones y participaciones según sectores en países seleccionados.

Posición del Sector en Emisiones	México	Ecuador	Colombia
1	Transporte – 24%	Energía – 25,73% ⁴⁰	Deforestación – 36%
2	Industria y Minería – 22%	USCUSS – 25,35% ⁴¹	Ganadería – 17%
3	Generación Eléctrica – 18%	Transporte – 20,9%	Industria Manufacturera – 15%
4	Agropecuario – 16%	Agricultura - 18,17%	Transporte – 11%
5	Petróleo y gas – 7%	Procesos Industriales – 5,67%	Agricultura – 9%
6	Residuos – 6%	Residuos – 4,19%	Residuos – 4%
7	Residencial y Comercial – 4%	-	Generación Eléctrica – 3%
8	USCUSS (Deforestación) - 3%	-	Petróleo, gas y carbón – 3%

Elaboración propia con datos de: (SERMANAT, INECC, 2018) (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, 2017) (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2017)

37 Dólares americanos equivalentes del año 2010. Tomado del Data Bank del Banco Mundial. (Banco Mundial, 2018)

38 Dólares americanos equivalentes del año 2010. Tomado del Data Bank del Banco Mundial. (Banco Mundial, 2018)

39 Dólares americanos de 2010 según: (Banco Mundial, 2018)

40 Industrias de la energía excluyendo transporte.

41 Ese porcentaje es teniendo en cuenta emisiones netas: emisiones + absorciones

gasolina), y no hay una participación significativa de fuentes alternativas (electricidad, biocombustibles) o de baja intensidad en CO₂ (gas natural vehicular). Por esta razón, el priorizar acciones de política e integración de nuevas tecnologías en este sector en Ecuador puede llevar a una reducción significativa en el global de emisiones.

En Colombia, este sector tiene una participación importante en las emisiones nacionales, aunque no tan significativa como en los otros países seleccionados. El 91% de las emisiones del sector transporte provienen del transporte terrestre y estas, a su vez, corresponden al 10% de las emisiones totales en Colombia (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, 2017).

En México y Ecuador el sector de **generación de energía** es prioritario por su participación en el inventario global de emisiones. En México ha tenido una tendencia hacia la disminución en la intensidad de emisiones por unidad de valor agregado bruto, la cual se deberá mantener. Sin embargo, para realizar las acciones designadas para cumplir con las metas de este sector, en México se deben realizar acciones que implican unas altas inversiones⁴⁴.

Ecuador se ha propuesto reducir sus emisiones en el sector de energía entre un 20,4% y un 25% en relación con las tendencias actuales (BAU). Condicionado a la financiación internacional, se ha propuesto reducir entre un 37,5% a 45,8%, lo que se traduciría en una reducción del 40% de emisiones de energía por habitante en el 2025. Para alcanzar su meta de energía limpia en su matriz de generación eléctrica, Ecuador se propone aumentar la generación hidroeléctrica en 2.828 MW adicionales al escenario BAU.

Colombia tiene una matriz de generación que no genera demasiadas emisiones. Más del 60% de la producción de energía del país proviene de hidroeléctricas. Sin embargo, aun cuando Colombia ya tiene una matriz limpia, ve la necesidad de complementar y diversificar su matriz introduciendo tecnologías de energía sostenible. Por esta razón que se han propuesto la meta de pasar de 22 MW de capacidad instalada en

energía renovable (eólica y solar) en 2018 a 1.500 MW de capacidad instalada en el año 2022.

El **sector industrial** también aporta significativamente en las emisiones globales de los tres países. En México, además de su alta contribución (22%), su mejoría en cuanto a la intensidad en el periodo 1995-2015 ha sido leve. Allí se han trazado varias acciones de mitigación enfocadas al sector industrial que no requiere tan altas inversiones como los sectores energía y transporte⁴⁵. En Ecuador, aunque el industrial es el quinto sector entre los seis identificados en cuanto a su contribución a la generación de emisiones, estas se incrementaron en un 37% durante el periodo 1990-2006. En Colombia el sector manufacturero es el tercero que más contribuye a las emisiones globales del país y por esto se considera prioritario. Aun cuando en los tres países se han venido realizando acciones, estas parecen no ser suficientes. Sin duda, este sector requiere transformaciones tecnológicas en los tres países para poder cumplir con las metas sectoriales a 2030.

III.1.1.2 Niveles de transformación tecnológica sectorial requeridos

En los sectores mencionados en la sección anterior, los países seleccionados han establecido que deberían concentrar los esfuerzos de mitigación. En algunos de tales sectores se podrían cumplir las metas NDC si se continúan los esfuerzos realizados en los años pasados. En otros, de seguirse las mismas tendencias, no se alcanzarían las metas de reducción de emisiones. En estos casos se requieren, entre otras medidas, transformaciones tecnológicas que contribuyan a este propósito. La magnitud de las transformaciones dependerá de qué tan alejadas estén sus tendencias históricas de la tasa objetivo en las respectivas NDC.

Las NDC de **México** contienen para el año 2030 una meta no condicionada de reducción de emisiones nacionales del 22% con respecto a un escenario base de emisiones (NDCs, Gobierno de México, 2015). La evolución de las tasas de cambio anuales de emisiones en el periodo 1995-2015 de los sectores

42 Las emisiones del sector de cambio de uso del suelo y forestería comprenden principalmente la conversión de bosques a pastos o cultivos (deforestación) y el crecimiento de nuevas áreas forestales (reforestación).

43 "Al considerar ocho medidas de mitigación en el sector, la inversión estimada para lograr su ejecución asciende aproximadamente a \$29.500 mdd entre 2014 y 2030, la cual, en un escenario tendencial de inacción, generaría ahorros de \$10.000 mdd durante el mismo periodo. El costo medio ponderado de mitigación del sector es de -\$26.8 dólares/tCO₂e. Cabe destacar que, a pesar de que los costos son considerables, en el largo plazo generarán ahorros, principalmente por la disminución del consumo de combustible derivado de un uso más eficiente de la energía y la creciente penetración de tecnologías más limpias" (INECC, SEMARNAT, 2018).

44 "La puesta en operación de cuatro medidas indicativas de mitigación en el sector de generación eléctrica requeriría una inversión estimada de aproximadamente \$67,750 mdd para el periodo 2014- 2030, y su plena ejecución podría lograr ahorros de \$26,200 mdd para el mismo periodo. Además, los beneficios asociados a esta instrumentación pueden ser considerables, por ejemplo, en términos de generación de empleo. Las medidas planteadas para la mitigación en este sector son: 1) alcanzar 35% de energía limpia en 2024 y 43% para 2030; 2) modernizar la planta de generación eléctrica; 3) reducir las pérdidas técnicas en la red eléctrica, y 4) sustituir el combustible por gas natural." (INECC, SEMARNAT, 2018).

45 "...se estima una inversión de \$6,087 mdd en el periodo 2014-2030, que generaría ahorros por \$1,960 millones de dólares. El costo medio ponderado de mitigación por estas dos medidas es de -\$78 dólares/tCO₂ e en 2030. De esta forma, el sector industrial mexicano se alinearía con las metas de generación a partir de fuentes limpias establecidas para el país." (INECC, SEMARNAT, 2018).

identificados en la sección anterior se muestra en la siguiente tabla. También se incluyen el mínimo, el máximo y el promedio de estas tasas durante el período mencionado, y la tasa de cambio anual que debería tener el sector entre 2013-2030 para poder alcanzar las metas no condicionadas de NDC. Si el porcentaje promedio de cambio en emisiones es superior a la tasa de cambio necesaria para alcanzar las metas NDC, una transformación es necesaria en el sector. Entre mayor sea esta diferencia, mayor será el esfuerzo necesario para generar la transformación que requiere el sector.

El **sector transporte** ha tenido una tasa de crecimiento anual promedio durante el periodo 1995 a 2015 de 2,8%. Para cumplir con la meta de mitigación nacional, su tasa de crecimiento anual durante el periodo 2013 a 2030 debería ser 1,49%. En esta

residuos, y deforestación, seguidos por transporte, agropecuario, y residencial y comercial; mientras que los que requerirán esfuerzos relativamente bajos son el sector petróleo y gas, y el industrial.

En el caso de **Colombia**, la NDC equivale a no superar un nivel de emisión nacional de 268 Mton CO_{2e} en el año 2030. Dado que se estima que, de continuar la tendencia, las emisiones en el año 2030 serían de 335 Mton CO_{2e}, la contribución equivale a una reducción del 20% respecto a las emisiones proyectadas para dicho año. Teniendo en cuenta que en el año 2010 las emisiones fueron 224 Mton CO_{2e}, el incremento promedio anual no puede superar el 0,98% durante el periodo 2010-2030. Ahora bien, los datos reportados por Colombia para su contribución nacionalmente determinada fueron revisados en la Tercera Comunicación Nacional y por lo tanto no es

Tabla 3. Tasas de cambio en las emisiones 1995-2015 y tasas de cambio requeridas para cumplimiento de laNDC en México

	Tasas de cambio anuales históricas (%)							Tasas de cambio anual futuras (%) para alcanzar meta NDC	
	1995-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2015	Max	Min	Promedio	2013-2030	Necesidad de transformación tecnológica
Transporte	2,9%	3,8%	3,6%	0,9%	3,8%	0,9%	2,8%	1,49%	Media alta
Generación eléctrica	7,8%	1,7%	0,6%	1,5%	7,8%	0,6%	2,9%	0,56%	Alta
Residencial y comercial	0,1%	-0,5%	0,9%	-1,3%	0,9%	-1,3%	-0,2%	-0,47%	Media
Petróleo y gas	8,4%	-1,8%	7,4%	-4,5%	8,4%	-4,5%	2,4%	2,79%	Media baja
Industria	0,3%	1,9%	2,7%	1,8%	2,7%	0,3%	1,7%	2,15%	Baja
Agropecuario	0,0%	0,1%	0,7%	1,5%	1,5%	0,0%	0,6%	0,44%	Media
Residuos	4,5%	4,3%	8,0%	3,0%	8,0%	3,0%	4,9%	0,76%	Alta
USCUSS (Deforestación)	0,0%	-2,0%	1,9%	2,3%	2,3%	-2,0%	0,6%	-8,46%	Alta

Fuente: Elaborado con base en (INECC, 2015a) y (INECC, 2017b)

misma línea de análisis, se observa que los sectores que deberán sufrir una mayor transformación para cumplir la meta, incluida la introducción de nuevas tecnologías, son generación de energía eléctrica,

posible compararlos de forma absoluta. Así mismo, el país aún no ha distribuido el esfuerzo nacional entre los distintos sectores productivos, aunque se espera que cada sector haga un esfuerzo similar al nacional.

Por lo tanto, para analizar qué tan viable es alcanzar los niveles de reducción propuestos en la NDC para cada sector, se comparó el cambio de emisiones que han tenido los sectores durante los últimos años, con el porcentaje máximo de incremento para no sobrepasar el nivel meta de la contribución nacionalmente determinada, como se muestra en la siguiente tabla.

La tabla anterior muestra que, por ejemplo, el sector transporte ha tenido una tasa de crecimiento anual promedio durante el periodo 1995 a 2012 de 1,4%. Si se compara con el máximo de incremento anual de emisiones nacionales para cumplir la NDC (0,98%), se puede concluir que dicho sector requiere un esfuerzo superior al que ha realizado en el pasado. La tabla también muestra, además del promedio, el mínimo y el máximo cambio de emisiones presentado en cada

sub-periodo de análisis.

La siguiente gráfica compara la tasa de crecimiento necesaria para cumplir con las metas NDC en cada sector, con los cambios históricos de las emisiones de las principales actividades económicas en Colombia:

De acuerdo con la figura arriba, los sectores cuyo promedio, representado por el punto gris, esté por encima de la tasa necesaria para cumplir metas NDC (línea punteada) requieren una transformación tecnológica más intensa. Los sectores que deben transformarse y mejorar con respecto a su promedio histórico de cambio en emisiones son: **minas, petróleo y gas, industria manufacturera, generación de energía eléctrica y residuos**. El sector **transporte** también deberá hacer una transformación hacia tecnologías más limpias. Así, por ejemplo, el gas natural vehicular (GNV) podría servir como energético de transición hacia una

Tabla 4. Tasas de cambio en las emisiones 1995-2012 y tasas de cambio requeridas para cumplimiento de la NDC en Colombia

	Promedio anual de cambio (%) de las emisiones							Tasas de reducción anual futuras (%) para alcanzar meta NDC	
	1995-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2012	Max	Min	Prom.	2010-2030	Necesidad de transformación tecnológica
Agricultura	0,3%	4,0%	-4,6%	0,0%	4,0%	-4,6%	-0,1%	0,98%	Baja
Ganadería	0,8%	2,4%	1,0%	-2,6%	2,4%	-2,6%	0,4%	0,98%	Baja
Minas	-1,6%	8,5%	8,4%	2,8%	8,5%	-1,6%	4,5%	0,98%	Alta
Hidrocarburos (Petróleo y gas)	6,0%	-0,6%	9,7%	4,1%	9,7%	-0,6%	4,8%	0,98%	Alta
Industria manufacturera	2,8%	3,9%	2,6%	4,0%	4,0%	2,6%	3,3%	0,98%	Alta
Generación de energía eléctrica	-1,8%	-10,1%	42,7%	-9,1%	42,7%	-10,1%	5,4%	0,98%	Muy Alta
Residuos municipales	4,4%	4,4%	4,6%	0,5%	4,6%	0,5%	3,4%	0,98%	Alta
Transporte	-1,8%	1,1%	3,2%	3,3%	3,3%	-1,8%	1,4%	0,98%	Medio Alta
Deforestación (USCUSS)	-0,2%	0,3%	-1,2%	-7,0%	0,3%	-7,0%	-2,0%	0,98%	Baja
Total	0,7%	2,2%	1,9%	0,3%	2,2%	0,3%	1,3%	0,98%	Medio Alta

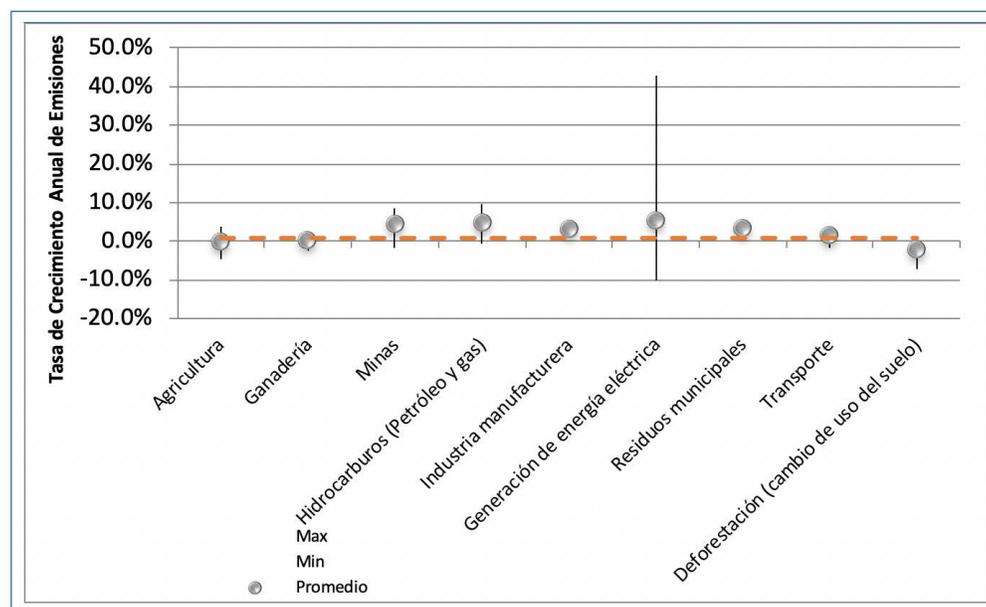
Fuente: Propia, elaborado con base en la (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, 2017)

movilidad eléctrica complementada por una matriz con una alta penetración de energías renovables.

En el caso del **Ecuador**, los dos sectores de mayor prioridad en relación con sus metas NDC son energía y deforestación. El cumplimiento de las metas en el sector de energía está ligado a una alta penetración de tecnologías de energías renovables en la matriz energética. Ecuador pretende alcanzar dicho objetivo con la instalación de centrales hidroeléctricas. Esta penetración de energías limpias por medio de hidroeléctricas estará acompañada de medidas como la utilización del gas como vector energético de transición y la introducción de cocinas de inducción. Esto significa que el **sector de energía** debe tener una **significativa transformación**

decididas para garantizar el manejo apropiado de áreas protegidas y para reforestar. Desde 1999, el Ecuador ha logrado reducir la deforestación en un 24,65% y la regeneración de bosques ha aumentado en un 35,5%. A través del Programa Socio Bosque se logró un aumento de la superficie de conservación del 232% desde el año 2010 hasta el 2015. El Programa Nacional de Restauración Forestal preveía restaurar 500.000 ha hacia 2017 y luego 100.000 ha al año hasta 2025 para así lograr una tasa cero de deforestación. Los esfuerzos de Ecuador en este sector han sido significativos, pero no requerirían de una fuerte transformación tecnológica como la mencionada para el sector de energía. (Gobierno de la República del Ecuador, 2015)

Figura 6. Tasas anuales de crecimiento en emisiones de las principales actividades económicas en comparación con los históricos de las emisiones en Colombia



Fuente: Consorcio Hinicio, Technopolis Group y Tecnalía.

tecnológica para cumplir con las metas NDC en Ecuador. (Gobierno de la República del Ecuador, 2015).

Deforestación es un sector que requiere de acciones

III.1.1.3 Incorporación de las TER en los planes nacionales de expansión eléctrica

Se revisaron los planes de expansión eléctrica de

México, Colombia y Ecuador para establecer: si se han incorporado TER en dichos planes; si es el caso, qué tipos de TER hacen parte de la planeación eléctrica nacional; y si hay en los planes de planeación y expansión, objetivos específicos con temporalidades claras para la implementación de TER en el sistema eléctrico nacional.

Para México se estudió el Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2018-2032 (PRODESEN), el cual define la evolución del sistema eléctrico para el periodo 2018-2032. El PRODESEN considera el crecimiento esperado en la demanda eléctrica, los planes de instalación y retiro de centrales eléctricas, así como los programas de ampliación y modernización de los sistemas nacionales de transmisión y distribución eléctrica. Es un programa que de manera ambiciosa integra las TER a la planeación del sistema eléctrico. Aunque comprende metas importantes en términos de energías limpias⁴⁶, también tiene una sección detallada sobre los objetivos en términos de almacenamiento, infraestructura de medición avanzada (AMI, por sus siglas en inglés) y redes inteligentes.

En Colombia, la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) publicó el “Plan de Expansión de referencia generación-transmisión 2017-2031”⁴⁷. Este establece los escenarios de expansión del sistema eléctrico nacional para los próximos años, teniendo en cuenta la evolución esperada de la demanda energética nacional, los proyectos de generación que entren y salgan de operación, y las mejoras del sistema de transmisión nacional.

En Ecuador, el Plan Maestro de Electricidad 2016-2025 delimita la expansión del sistema eléctrico considerando

el crecimiento esperado en la demanda eléctrica, la expansión de la capacidad de generación instalada, y los programas de ampliación y modernización de los sistemas de transmisión y distribución eléctrica. El plan maestro incluye dentro la implementación, tanto de ERNC⁴⁸, como de algunas otras TER como la AMI.

La tabla a continuación muestra cómo se integran las TER a la planeación eléctrica de Colombia, México y Ecuador, con base en el análisis de sus planes de expansión de generación, transmisión y distribución. Para cada país y TER representativa se clasifica el nivel de integración de la tecnología en el plan eléctrico de la siguiente manera:

- No se incorpora la tecnología en el plan nacional (+)
- Se incorpora la tecnología al plan, pero sin objetivos específicos de despliegue (++)
- Se incorporan objetivos específicos de despliegue (+++)

De la tabla se puede concluir lo siguiente:

- Los tres países muestran avances importantes en la implementación de energías renovables no convencionales (ERNC) en sus planes de expansión eléctrica, con objetivos detallados en términos de despliegue, inversión y temporalidad. La principal razón para esto es que las ERNC son hoy en día tecnologías muy avanzadas en su desarrollo con costos similares (si no más bajos) a los de la generación convencional, con impactos ambientales asociados muchos menores.
- Tanto Ecuador como México incluyen objetivos específicos para el despliegue de AMI. De las otras tecnologías mencionadas, esta es probablemente

Tabla 5. Cuadro comparativo de la incorporación de TER en los planes eléctricos nacionales

	Colombia	México	Ecuador
ERNC ⁴⁹	+++	+++	+++
AMI	++	+++	+++
Almacenamiento	++	++	+
Control de demanda	+	++	+
TER asociadas a redes de Transmisión	+	++	++
TER asociadas a redes de Distribución	+	+++	+++

Fuente: Consorcio Hincio, Technopolis Group y Tecnalía.

46 Definidas en el plan y la regulación mexicana como energía hidroeléctrica, nuclear, eólica, geotérmica, solar, bioenergía y cogeneración.

47 Ver http://www.upme.gov.co/Energia_electrica/Plan_GT_2017_2031_PREL.pdf

48 En Ecuador se utiliza la misma definición que en Colombia.

49 Para México se habla de generación limpia la cual incluye generación Hidroeléctrica. No obstante, en el PRODESEN se habla de objetivos y escenarios específicos para ERNC.

la segunda más avanzada y es una habilitadora de otros aspectos de las redes inteligentes (tarifas en tiempo real, interacción con clientes, control de demanda). Por esta razón se le da mayor prioridad.

- En ninguno de los países analizados se integran objetivos específicos de almacenamiento o demanda controlable, no obstante ser tecnologías relativamente maduras con potencial para facilitar la entrada de ERNC en la red. Los modelos de negocio basados en estas tecnologías comúnmente requieren de marcos regulatorios asociados que sean robustos y por tanto de difícil implementación.
- Ecuador y México incluyen objetivos específicos para TER asociadas a redes de distribución, lo que muestra una clara voluntad de hacer sus redes más eficientes y resilientes.⁵⁰

En suma, en los tres países estudiados existe una clara disposición a integrar diferentes TER en sus actividades de planeación energética hacia 2030.

III.1.2 Vulnerabilidad al cambio climático en los países seleccionados

México

En México, el sector más vulnerable al CC es el agrícola, ganadero y pesquero, que tiene una participación del 3,8% en el PIB, emplea la quinta parte de la población económicamente activa y se realiza en 21 millones de hectáreas del territorio nacional (CICC, 2012).

Las principales medidas de adaptación identificadas para la agricultura comprenden modificaciones o mejoras a prácticas agrícolas actuales (p.ej. variedades, calendarios de siembra, rotación de cultivos entre otras), tecnificación del riego, y cambios en política de asignación de derechos de agua en distritos de riego (CICC, 2009). Asimismo, la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGARPA) desarrolla estrategias de adaptación como programas de labranza de conservación, ahorro de energía y agua, y estudio de nuevas variedades/híbridos de aplicación futura (CICC, 2012). Otra medida importante de adaptación es el uso de la información climática para la planificación agrícola y para la adopción de seguros climáticos (CICC, 2009).

En cuanto a la ganadería, el efecto más estudiado en el ganado bovino es la relación entre el calor y la productividad y fertilidad (CICC, 2012). Dependiendo del tipo de ganado, el estrés por calor en vacas puede reducir la probabilidad de ovulación. Los sistemas más vulnerables son los doble-propósito (cárnicos y leche) que generalmente no hacen ningún manejo tendiente a reducir el estrés de calor en los animales (CICC, 2012). Las principales medidas de adaptación identificadas para la ganadería se orientan al manejo del déficit de agua y los alimentos para el ganado, así como el aumento de cobertura de seguros climáticos (CICC, 2012).

En este sentido, es importante destacar el papel del Sistema Nacional de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología para el Desarrollo Rural Sustentable (SNITT), cuya función es identificar demandas de productores y de la industria y hacerlas llegar a los centros de investigación y la academia para encargar y proporcionar soluciones; y luego transferir la tecnología a los productores, mediante acompañamiento. El SNITT ha venido desarrollando la Agenda Nacional de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología Agrícola 2017⁵¹, que se apoya en el Fondo Sectorial SAGARPA-CONACYT, el cual identifica necesidades de investigación, innovación, desarrollo tecnológico, de los sectores agrícola, pecuario y pesquero. Varios temas de esta agenda están relacionados con mitigación y especialmente adaptación al CC⁵².

Finalmente, debe mencionarse que, durante los últimos años, las actividades forestales y de fomento del Desarrollo Rural Sostenible han buscado contribuir a que México fortalezca su capacidad de respuesta ante el CC, en el marco de la Estrategia Nacional REDD+ (ENAREDD+). De esta manera, el gobierno mexicano, a través de CONAFOR, promueve acciones de mitigación y adaptación que, a su vez, promueven un “Desarrollo Rural Sustentable (DRS)” bajo en carbono y una convergencia entre la agenda ambiental y de desarrollo. El modelo reconoce que los procesos de deforestación y degradación de los bosques, dados sus orígenes tanto internos como externos al sector forestal, demandan un abordaje integral, transversal y con un enfoque territorial que permita reestructurar y reducir las presiones sobre estos recursos.

⁵⁰ Cabe mencionar que el plan colombiano, a diferencia de los otros dos, no incluye planeación de redes de distribución, lo que puede ser una razón para que esta tecnología y otras no hayan sido incluidas.

Colombia

La evaluación más reciente de vulnerabilidad al CC y las medidas de adaptación que Colombia está emprendiendo (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, 2017) afirma que, dependiendo del escenario de calentamiento global o trayectoria representativa de concentración (RCP por sus siglas en inglés), se espera que la temperatura media del país aumente entre 1,0°C y 1,5°C bajo el RCP más conservador en el periodo 2041-2070, y de 1,5°C a 2,°C, bajo el RCP8,5, que es el peor caso proyectado. Para el periodo 2071-2100, en el RCP2,6 se esperaría un aumento de 1,0°C, y de 2,0°C a 3,5°C en el RCP8,5. Estos datos son en comparación con el promedio histórico registrado para el periodo de 1976-2005. Los mayores aumentos se presentarían en la región Andina, así como en parte del oriente del país.

Respecto a la precipitación, los modelos indican una disminución en las regiones Caribe y Amazonía, mientras que, para la región centro y norte andina se incrementaría entre el 10% al 30%. Así mismo, los escenarios de aumento del nivel del mar para el periodo 2070-2100 varían de 13 cm a 40 cm, lo que generaría una pérdida de aproximadamente 23.070 ha en la costa caribe y de 26.117 ha en la costa del Pacífico colombiano (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, 2017). De acuerdo con los anteriores efectos del CC sobre la temperatura, precipitación y aumento en el nivel medio del mar, se realizó un análisis de vulnerabilidad y riesgo al CC en seis dimensiones: seguridad alimentaria, recurso hídrico, biodiversidad y servicios ecosistémicos, salud, hábitat humano e infraestructura.

La Tercera Comunicación construyó un índice de vulnerabilidad y riesgo para todos los municipios del país, mediante indicadores de amenaza, sensibilidad y capacidad adaptativa en cada una de las dimensiones anteriores. Los resultados de dicho análisis muestran que la dimensión que más aporta a la vulnerabilidad o riesgo climático en Colombia corresponde a la seguridad alimentaria, seguida por hábitat humanos e infraestructura. En cuanto los componentes del riesgo, el que mayor aumenta al índice corresponde al de sensibilidad, seguido por el de amenaza. El componente de capacidad adaptativa es el de menor

valor, indicando una baja capacidad de respuesta frente a los impactos del CC

Las regiones con mayores indicadores de amenaza (evaluada con base en el aumento en la temperatura y cambios en la precipitación) corresponden a la región andina y el piedemonte amazónico y de la Orinoquía. La mayor capacidad adaptativa está en la Región Andina, tanto en la parte norte (departamentos de Antioquia y Cesar) como sur (Nariño). Por último, la mayor sensibilidad frente al CC se ubica en los municipios de la costa pacífica y caribe, así como los de la región amazónica. La confluencia de estos tres componentes genera un mayor índice de riesgo climático en las regiones Caribe y Amazonía.

Ecuador

Ecuador es un país altamente vulnerable al CC. De acuerdo con la segunda comunicación nacional, se espera que este genere impactos en el sector agrícola tanto por pérdidas en cultivos transitorios como permanentes, debido a disminución de la precipitación y aumento de temperatura (sequías). Asimismo, en todo el territorio nacional se aprecia un incremento de temperatura y variaciones espaciales y estacionales de la precipitación.

En el sector de generación de energía, aumentos en precipitación incrementarán la generación hidroeléctrica, sin embargo, la disminución en precipitación puede poner en riesgo el abastecimiento nacional y generar declaratorias de estados de excepción eléctrica como el ocurrido en los años 2009-2010. En el sector salud, hay una alta vulnerabilidad por inundaciones y deslizamientos, debido a que el 35% de la población se encuentra asentada en zonas amenazadas por deslizamientos de tierra, inundaciones, flujos de lodo y escombros (República del Ecuador. Ministerio de Ambiente, 2012). En general, las áreas más directamente afectadas son: agricultura, ganadería y soberanía alimentaria; pesca y acuicultura; salud; recursos hídricos; ecosistemas naturales; grupos humanos vulnerables; turismo; infraestructura; y asentamientos humanos.

Entre las medidas previstas para la adaptación por la Estrategia Nacional se destacan:

- Establecer lineamientos públicos integrales o

52 Entre ellos: Investigación básica y aplicada para el mejoramiento genético vegetal, que incorpore características de adaptación a condiciones adversas (sequía, altas temperaturas, salinidad, inundaciones, etc.); Investigación y desarrollo de instrumentos que promuevan el uso de energías limpias en la producción agroalimentaria sustentable; generación de un acervo de tecnologías climáticamente inteligentes por región agrícola; evaluación del impacto de las tecnologías e innovaciones para la producción agroalimentaria en el medio ambiente; desarrollo de investigación para mejorar la predicción del clima, con el propósito de establecer calendarios agrícolas; generación de modelos robustos de predicción de incidencia, comportamiento y distribución geográfica de plagas y enfermedades en cultivos de importancia a consecuencia del cambio climático; generación y validación de paquetes tecnológicos que mejoren la captura de carbono; desarrollo de metodologías de investigación participativa que atiendan las necesidades de los productores en cambio climático.

integrados de conservación, preservación y manejo del agua.

- Diseñar programas que impulsen sistemas sostenibles de producción como alternativas a los que afecta las cuencas.
- Implementar programas y planes de contingencia ante impactos generados a la infraestructura del país.
- Elaborar modelos predictivos que permitan la identificación de los efectos del CC.
- Implementar sistemas de investigación, monitoreo y alerta temprana en poblaciones expuestas a diferentes amenazas.

III.2 Los Sistemas Nacionales de Innovación en los países seleccionados

III.2.1 Marcos de condiciones institucionales y habilitantes

III.2.1.1 *Arreglos institucionales de los Sistemas Nacionales de Innovación*

México

El SNI de México, formalmente denominado Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI), está compuesto por la normatividad, los instrumentos de planeación y de política pública gubernamentales, así como por un conjunto de actores de los sectores público, académico y de investigación, y por actores del sector empresarial que adelantan actividades de ciencia tecnología e innovación (ACTI). El CONACYT da los lineamientos y es el coordinador y eje articulador del SNCTI, del cual hacen parte entidades del gobierno, el sector educación superior, el sector empresarial, el sector privado no lucrativo, y el exterior.

El CONACYT está encargado de formular y aplicar las políticas públicas de CTI y de promover y difundir las actividades de I+D. Interactúa con las secretarías de estado a través del Comité Intersectorial para la Innovación, y tiene a su cargo, entre otros roles, la

coordinación de los fondos sectoriales. El CONACYT también interactúa con los 32 Consejos Estatales de CTI del país a través de la Conferencia Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (CNCTI), organismo permanente de coordinación institucional entre el CONACYT y los Consejos Estatales de CTI. El gobierno federal concentra los principales organismos de formulación de políticas, dirección y coordinación del SNCTI.

Tradicionalmente, la capacidad en CTI se ha concentrado en la Ciudad de México, que ha sido el principal receptor de financiación (JRC Science for Policy Report, 2016: 22). Pero en los últimos años, se ha avanzado en la descentralización de las actividades de CTI. A nivel estatal, los consejos y secretarías estatales de CTI están organizados en la Red Nacional de Consejos Estatales y Organizaciones de Ciencia y Tecnología, REDNACECyT, un foro permanente de debate de programas y acciones para promover la CTI en los estados. El CONACYT también interactúa directamente con los Consejos de Estado de CTI en la implementación de los programas regionales FOMIX⁵³ y FORDECYT⁵⁴, es decir, para la asignación de fondos y la gestión de las convocatorias. La asignación de fondos a las instituciones que adelantan actividades investigación se realiza a través de las oficinas regionales del CONACYT y las secretarías y consejos estatales de CTI.

En los últimos años ha estado vigente el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (PND, 2013), el cual se estructuró en torno a cinco grandes objetivos. Dos de ellos, “México con Educación de Calidad” y “México Próspero”, tienen dentro de sus líneas estratégicas iniciativas dirigidas a promover el desarrollo de la CTI y la promoción del desarrollo sostenible en los diferentes sectores productivos. Entre los programas que se presentaron en el Plan, se incluyó el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECiTI) y el Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018 (PECC) los cuales fueron programas para direccionar las políticas y acciones específicas en cuanto a CTI y CC respectivamente, y para apoyar el cumplimiento de los objetivos centrales del PND⁵⁵.

El PECiTI tuvo los siguientes objetivos entre 2014-2018:

1. Contribuir a que la inversión nacional en

investigación científica y desarrollo tecnológico crezca anualmente y alcance un nivel de 1% del PIB.

2. Contribuir a la formación y fortalecimiento del capital humano de alto nivel.
3. Impulsar el desarrollo de las vocaciones y capacidades científicas, tecnológicas y de innovación locales, para fortalecer el desarrollo regional sustentable e incluyente.
4. Contribuir a la generación, transferencia y aprovechamiento del conocimiento, vinculando a las instituciones de educación superior y los centros de investigación con los sectores público, social y privado.
5. Fortalecer la infraestructura científica y tecnológica del país.
6. Fortalecer las capacidades de CTI en biotecnología para resolver necesidades del país de acuerdo con el marco normativo en bioseguridad.

El PECiTI apoyó financieramente, y en el marco del PND, líneas estratégicas asociadas al CC y el desarrollo e implementación de TER. En particular, en cuanto al CC, evaluaciones del PECiTI han mostrado que aún existe una brecha entre la oferta y la demanda de especialistas capaces de desempeñarse activamente en el sector de energía sustentable en los próximos años, tanto en la cantidad como en la calidad y los temas requeridos (CONACYT, 2016).

Colombia

El Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología se creó en Colombia 1991. En 2009, la Ley 1286 lo transformó en el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI), y de esta manera le dio mayor relevancia, desde el punto de vista normativo e institucional, al tema de la innovación. Desde entonces, ha habido un mayor énfasis en la articulación entre la institucionalidad ligada al fomento de la competitividad con aquella vinculada a la CTI. Esta misma ley redefinió la naturaleza de Colciencias. De ser un instituto del nivel nacional,

se transformó en Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología, que tiene el estatus de ministerio técnico que depende directamente del presidente de la República⁵⁶.

En 2012 se creó el Sistema Nacional de Competitividad e Innovación (SNCI), paralelo al SNCTI, con el fin de articular los instrumentos dirigidos a fomentar la innovación con la promoción de la competitividad y el desempeño productivo. Posteriormente, en 2015, con la expedición del Plan Nacional de Desarrollo-PND- 2014-2018, se ordenó la integración del SNCI con el SNCTI con el fin de consolidar un único Sistema de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCCTI). Sin embargo, a finales de 2018, esta integración no ha tenido lugar. Así entonces, en Colombia coexisten dos sistemas paralelos de gobernanza de la CTI, uno desde la perspectiva de la investigación y otro desde la visión de la competitividad.

Esta situación ha hecho evidente la necesidad de: mejorar la organización, articulación y funcionamiento de los arreglos institucionales de la CTI en Colombia; definir con claridad los responsables de los roles tanto de la definición, orientación y coordinación de las estrategias de política, como de la implementación de políticas, programas e instrumentos; asegurar la conexión y complementariedad entre las políticas de I+D, innovación y competitividad; incrementar y estabilizar el presupuesto de inversión en CTI; asegurar la coherencia entre el esfuerzo presupuestal y la prioridades estratégicas de la política de CTI; y racionalizar y simplificar el portafolio de instrumentos de política.

También en 2012 se hizo una reforma según la cual, como parte del sistema general de regalías⁵⁷ debía asignarse un 10% a la ciencia, la tecnología y la innovación. Esto ha conllevado que todos los departamentos del país tengan una asignación regional de fondos más amplia y una mayor autonomía para establecer e implementar sus propias estrategias de desarrollo e innovación. La experiencia de los primeros años del nuevo sistema ha puesto de manifiesto las dificultades de coordinación entre los

53 El FOMIX es el "Fondo Mixto de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica-CONACYT". Forma parte de un instrumento de apoyo para el Desarrollo Científico y Tecnológico tanto a nivel de Estado como municipal, a través de un Fideicomiso constituido con aportaciones del Gobierno del Estado o Municipio, y el Gobierno Federal, a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

54 Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación (FORDECYT). Es un instrumento que tiene, entre otros fines, promover acciones científicas, tecnológicas y de innovación, así como la formación de recursos humanos especializados que contribuyan al desarrollo regional, a la colaboración e integración de las regiones del país, y al fortalecimiento de los sistemas locales, estatales y regionales de ciencia, tecnología e innovación.

55 Dado el cambio de gobierno que ha tenido lugar en México a finales de 2018, no se conoce aún en qué medida el nuevo Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 retome objetivos, estrategias y líneas de acción que sean relevantes en la integración de las políticas de CTI y de cambio climático. Si bien el documento de líneas estratégicas del nuevo Plan hace algunas menciones a políticas de cambio climático y menciona que en materia de CTI se promoverá la investigación científica y tecnológica a través de un Plan Nacional para la Innovación coordinado por el CONACYT (Presidencia de la República de México, 2019), no se vincula claramente la tecnología climática con el Sistema Nacional de Innovación.

56 A finales de 2018, el Congreso de la República hace trámite a una ley mediante la cual se crea el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. Así que, muy probablemente, los próximos años serán de transición institucional hacia un nuevo arreglo del sector de ciencia, tecnología e innovación en Colombia.

niveles regional y nacional, así como el hecho de que la capacidad regional para establecer estrategias de CTI varía mucho de una región a otra. Existen grandes disparidades en cuanto a la capacidad para formular proyectos de CTI y administrar programas. Pero más allá de esta situación, el desafío clave sigue siendo la disponibilidad general de capacidades científicas, tecnológicas y de innovación en todo el país.

En efecto, la capacidad de absorción debe estar en el centro de la atención de las políticas y las actividades de gestión relacionadas con el componente CTI del nuevo sistema de regalías. Es muy importante fortalecer las capacidades de las autoridades regionales y de todos los actores de los sistemas regionales de innovación para definir e implementar iniciativas que fomenten el desarrollo social y económico regional, asegurando al mismo tiempo la coherencia a nivel nacional.

Las principales orientaciones de política en materia de competitividad y productividad se recogen en el documento CONPES 3866, que establece la Política de Desarrollo Productivo, incluyendo dentro de su planteamiento una hoja de ruta en materia de innovación, emprendimiento y transferencia de conocimiento y tecnología. A nivel sectorial se han formulado también políticas para el fomento de la CTI, como el Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario - PECTIA (2017-2027), el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para el desarrollo del sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones 2017-2022, y el Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación en Energía y Minería, 2013-2022.

Ecuador

Ecuador cuenta con el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Innovación y Saberes Ancestrales (CITiS o SNI del Ecuador): *“Comprende el conjunto coordinado y correlacionado de normas, políticas, instrumentos, procesos, instituciones, entidades e individuos que participan en la economía social de los conocimientos, la creatividad y la innovación, para generar creativamente ciencia, tecnología, innovación, así como rescatar y potenciar los conocimientos tradicionales como elementos fundamentales para generar valor y riqueza para la sociedad”* (SENESCYT, 2015c). Entre las instituciones

de individuos que participan de la economía social de los conocimientos, la creatividad y la innovación se encuentran diversos actores de la triple hélice: el sector público, el sector privado y la academia.

La Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT) es la institución central del CITiS. Da los lineamientos bajo los cuales se rige el sistema; es la principal entidad rectora en temas de CTI en Ecuador; y regula, controla, define y evalúa las políticas en esta materia. A nivel de coordinación y orientación de políticas, la SENESCYT responde a la Vicepresidencia de la República, haciendo de esta el máximo nivel de coordinación y orientación de políticas (SENESCYT, 2015c). En el campo de la ciencia, tecnología y saberes ancestrales, promueve la formación del talento humano avanzado y el desarrollo de la investigación, innovación y transferencia tecnológica, a través de la elaboración, ejecución y evaluación de políticas, programas y proyectos.

Junto con la SENESCYT, otras instituciones del nivel nacional tienen también la responsabilidad, tanto de implementar el marco regulatorio relacionado con la ciencia, la tecnología y la innovación, como de diseñar instrumentos para el fomento de estas actividades. Entre ellas están, por ejemplo, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGA), el Ministerio de Acuicultura y Pesca, el Ministerio de Industrias y Productividad (MIPRO), el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable y el Ministerio del Ambiente (MAE). La ejecución de las políticas está a cargo de actores generadores y gestores del conocimiento. Entre estos se encuentran las universidades públicas y privadas, las redes de investigación y posgrados y los Institutos Públicos de Investigación (IPI).

En el SNI, los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) tienen la función de monitorear y evaluar periódicamente que las metas de dichas políticas estén siendo alcanzadas. Y según estas evaluaciones establecer correctivos y modificaciones en los planes de acción regionales (SENPLADES, 2017) (SENESCYT, 2015c). Los Comités Regionales Consultivos de Planificación de la Educación Superior, Ciencia, Tecnología, Innovación y Saberes Ancestrales responden al SENESCYT con la responsabilidad de “proponer políticas de planificación de ciencia,

57 Este sistema determina la distribución, objetivos, fines, administración, ejecución, control, el uso eficiente y la destinación de los ingresos provenientes de la explotación de los recursos naturales no renovables.

tecnología, innovación, conocimientos tradicionales a escala regional”; al igual que proponer modalidades de interacción entre los distintos actores del CITiS, y del sector social y, el sector social, productivo.

Desde 2010, SENESCYT se ha concentrado en la reforma de la educación superior, en especial a través de la Ley Orgánica de Educación Superior. También ha desarrollado programas e instrumentos para fortalecer las capacidades del sector de la ciencia, la tecnología y la innovación. Su presupuesto ha aumentado significativamente desde 2013, en especial en el área de becas. Desde una perspectiva más general y largo plazo, según información proporcionada por SENESCYT, sus políticas en el campo de emprendimiento e innovación (2017-2022) vienen priorizando: construcción de procesos para las políticas de innovación y transferencia tecnológica, y la identificación y caracterización de actores del ecosistema (empresas, academia, talento humano y reglamentación

Además del Plan Nacional Buen Vivir 2013-2017, otras tres políticas impactan las capacidades de innovación, desarrollo tecnológico y científico en el Ecuador: la Política Industrial 2016-2025, la Estrategia de Cambio de la Matriz Productiva y las Agendas de Transformación Productiva. Allí se plantean los cambios estructurales en la economía del país que se requieren para lograr hacer una transición hacia una economía del conocimiento generando bienes y servicios con alto valor agregado. Estas políticas atacan directamente algunos de los problemas críticos del país en temas de desarrollo y del ecosistema de innovación.

III.2.1.2 La financiación de la innovación

México

Para 2013, el gasto en actividades de CTI (ACTI)⁵⁸ en México representó el 0,86% del PIB⁵⁹. El PECiTI se fijó la meta de que el gasto en investigación y desarrollo experimental (GIDE) alcanzara en 2018 a ser al menos 1% del PIB. Durante la implementación del PECiTI no se alcanzó a superar el 0,50% del PIB, y la tendencia ha sido a mantenerse en valores alrededor del 0,41%, sin avanzar significativamente hacia el objetivo del 1%. A nivel de financiamiento, México presenta, en comparación con otros países de la OCDE, niveles

bajos de presupuesto total destinado a la realización de Y la inversión privada en I+D ha sido baja (alrededor del 38% de la inversión total en I+D)⁶⁰, al igual que la contribución de los gobiernos estatales (menos del 2% de la inversión pública total).

Colombia

Los recursos públicos han sido hasta ahora la fuente principal de financiamiento de la CTI en el país (Salazar & Fog, 2014). Entre el período 2006 y 2016, los recursos dedicados a las ACTI, incluyendo la I+D, han crecido. Sin embargo, los niveles están lejos de alcanzar los promedios internacionales y de los países de la región. En efecto, el nivel de gasto en I+D como porcentaje del PIB es tan sólo una décima parte del nivel alcanzado por países como Japón y Finlandia, y se encuentra bastante alejado de las inversiones realizadas por otros países latinoamericanos como Brasil (1,27) o Argentina (0,59).

La financiación del gasto por tipo de fuente de los recursos (público o privado), muestra que es el sector privado quien realiza los mayores aportes, en especial en las actividades de I+D, lo que acerca al país a los estándares internacionales. Por su parte, el análisis de la distribución del gasto en ACTI entre entidades ejecutoras señala que el segmento que, entre 2010 y 2016, que ha experimentado una mayor expansión de su participación, ha sido el de las empresas, seguido de las universidades. En el sector privado, en particular en el sector manufacturero y de servicios, es notable un comportamiento positivo en el esfuerzo realizado por las empresas para emprender actividades de innovación y el número de empleados dedicado a este tipo de actividades.

Ecuador

Durante los últimos diez años, Ecuador ha emprendido acciones que han tenido un impacto significativo en la construcción de un sistema de innovación. Ha habido un incremento sostenido del gasto, que en especial se ha dirigido a la formación de recursos humanos especializados y al fortalecimiento de las universidades y los institutos públicos de investigación. La inversión privada, no obstante, sigue estando rezagada.

Esto se puede observar en la evolución que ha habido en el caso de gasto en I+D como porcentaje

58 Las ACTI incluyen: I+D experimental, apoyo a la formación y capacitación científica y tecnológica, actividades de innovación, servicios científicos y tecnológicos, administración y otras actividades de apoyo en CTI. (DNP, 2010)

59 Ver <http://www.sicyt.gov.mx/index.php/transparencia/informes-conacyt/informe-general-del-estado-de-la-ciencia-tecnologia-e-innovacion/informe-general-2016/3835-informe-general-2016/file>

60 Es bajo en comparación con las cifras de 60.4% en promedio de países miembros de la OCDE y 44.8% en promedio en Latinoamérica y el Caribe. (CONACYT, 2014a)

del PIB. En 2003, este gasto fue de 0,07% y no varió hasta 2006, cuando fue de 0,20% (Salazar, A. 2015: 126). En 2009, este valor fue de 0,35% y su tendencia se ha mantenido hacia arriba. El aumento de los recursos para CTI se dio en medio de un entorno macroeconómico estable con crecimiento económico sostenido, en especial en el período 2006-2014, impulsado por los precios del petróleo y por el flujo de financiamiento externo al sector público. Hubo un mayor gasto público, que vino de la mano de una disminución de la pobreza (del 37,6% al 22,5%). Hoy, el panorama es problemático en términos macroeconómicos y fiscales, debido a la prolongada caída de los precios del petróleo y a la apreciación del dólar estadounidense. La inversión privada se ha mantenido estancada, en especial la Inversión Extranjera Directa (Rubalcaba, y otros, 2017).

III.2.2 Oferta de capacidades de CTI

México

A nivel de capital humano, México en general cuenta relativamente con buenas capacidades entre sus investigadores. El número de investigadores por cada mil integrantes de la Población Económicamente Activa (PEA) ha venido creciendo anualmente desde la implementación del PECiTI: de 0,58 en 2013, a 0,64 en 2016 (CONACYT 2016:11). El número de artículos científicos publicados muestra una mejora en las instituciones de educación superior e investigación en México. Se ha logrado avanzar con respecto a la línea base de 2013: de 94,4 artículos científicos publicados por cada millón de habitantes en ese año, se pasó a 104,7 en 2016 (CONACYT, 2016: 11).

México tiene un número significativo de instituciones que gozan de un nivel relativamente alto de excelencia académica de acuerdo con estándares internacionales, en términos de volumen y relevancia de publicaciones científicas. Sin embargo, este nivel relativamente alto de excelencia académica no concuerda con su capacidad de generar conocimiento con potencial comercial, la cual podría observarse en el número de patentes internacionales registradas (OCDE, 2013: 30). En 2012 la proporción de patentes solicitadas en México por connacionales se ubicó en 8,4% (1.292 de 15.314) en comparación al

91,4% presentadas por extranjeros (CONACYT, 2014: 36). La investigación mexicana carece de enfoque en tecnologías comercializables debido principalmente a los débiles vínculos entre el sector académico con el sector el productivo y el financiero (Miller y Viscidi, 2016).

México cuenta con una importante red de centros de investigación entre los que se encuentran las 27 instituciones que son parte del Sistema de Centros de investigación CONACYT, institutos de investigación públicos, instituciones privadas de investigación, Instituciones de Educación Superior Públicas y Privadas, así como varias entidades del gobierno federal que realizan estudios y promueven el desarrollo tecnológico y la innovación en diversos sectores⁶¹ (Secretaría de Educación, CONCYTEQ, REDNACECYT, CONACYT, 2015).

Colombia

La evolución del número de grupos de investigación en Colombia refleja mejoras en las capacidades de investigación en el país: desde 2006 el número de grupos de investigación ha crecido alrededor de un 40%. La mayor parte de los grupos de investigación están en las universidades y en segundo lugar en centros de investigación y desarrollo. En 2017, Colombia contaba con 13.001 investigadores activos, lo cual significa 267 investigadores por millón de habitantes o alrededor de 0,528 por cada 1.000 personas de la Población Económicamente Activa, muy por debajo de los mostrado por otros países como Brasil (3,11), Argentina (4,72) o Chile (1,51)⁶². De los investigadores activos en 2016, el 61,87% tenía formación doctoral y el 25,51% maestría. El resto de los investigadores activos tan sólo tenían especialización o pregrado. (OCyT, 2018)

Los avances realizados por el sistema se han visto reflejados en un aumento de la capacidad del país para producir conocimiento científico y tecnológico. Considerando la producción científica, se observa un permanente crecimiento de las publicaciones que refleja cierto grado de acumulación de capital intelectual de los investigadores, grupos de investigación y las instituciones productoras de conocimiento científico en el país. No obstante, el crecimiento pronunciado de los documentos y

⁶¹ Una lista exhaustiva de estas entidades se muestra en el Anexo A.

artículos científicos a nivel internacional, los niveles mostrados por el país son bajos en comparación con el contexto latinoamericano. Por ejemplo, en 2015, mientras que Colombia ha publicado 8.109 artículos en revistas indexadas en el Science Citation Index, países como Brasil publicaron 56.770, México 15.006, Argentina 11.781 y Chile 10.610.

Considerando el número de patentes solicitadas y concedidas a residentes colombianos, como una medida de la capacidad innovadora del país, se evidencia igualmente un crecimiento considerable en la capacidad del sistema para producir invenciones. De 168 patentes que solicitaron residentes por vía nacional en 2007, se pasó a 545 en el año 2016 (Banco Mundial, s.f.).

Ecuador

Durante la última década el esfuerzo del sector público ecuatoriano en el campo de la educación ha crecido de manera significativa. El gasto público en este rubro ha experimentado un incremento extraordinario en el contexto de la región e incluso en comparación con otros países desarrollados. Este aumento del presupuesto para educación también se ha visto reflejado en el crecimiento del presupuesto del programa de becas internacionales para estudios de posgrado financiadas por el Estado a través de la SENESCYT. Este programa ha experimentado una gran expansión, pasando de una inversión de US\$11,2 millones entre los años 1993 y 2006 a US\$578 millones entre 2007 y 2012.

En 2010 Ecuador contaba con 0,38 investigadores por cada 1.000 personas económicamente activas, mientras que el promedio regional era entonces de 1,11. El número de investigadores y becarios de doctorado creció 372,9% en cinco años, al pasar de 2.413 investigadores en el 2009 a 11.410 en el 2014, según la última Encuesta Nacional de Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (ACTI), presentada por la SENESCYT y el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). Los 11.410 investigadores representan una tasa de 1,59 investigadores por cada 1.000 personas de la Población Económicamente Activa (PEA), superando por primera vez a la tasa promedio de América Latina que llega a 1,3 (INEC, 2016).

En términos de publicaciones por habitantes,

Ecuador ha estado por debajo del promedio de LAC. En 2010, llegó a 2,4 publicaciones por cada 100.000 habitantes, en contraste con la región, que para ese mismo año fue de 11,20. En el periodo 2010-2016 la producción en revistas científicas en el país creció a una tasa promedio de 27% anual. Y también hay evidencias de que la producción científica de Ecuador tiene una capacidad importante en términos de inserción en redes de conocimiento a nivel global. En el mismo periodo, 84% de las publicaciones en el Ecuador tuvieron al menos un coautor internacional (Technopolis y Competitiveness, 2018).

En Ecuador, la mayoría de las patentes son solicitadas por personas jurídicas extranjeras, sobre todo en la industria farmacéutica. El desempeño en patentes del Ecuador ha sido variable en los últimos años con una tendencia a la mejora, con excepción del año 2016. En el 2014 se presentaron 460 solicitudes de patentes en total. Este número aumentó a 557 para 2015, pero bajó a 374 en 2016. De ese total de 374 solicitudes, solo 10 patentes. Al comparar a Ecuador con líderes en la región en temas de propiedad intelectual, se observa que está bastante rezagado. En 2014 y 2015, en Brasil se presentaron, por parte de residentes, 4.659 y 4.641 solicitudes, respectivamente, y en México se presentaron 1.244 y 1.364 solicitudes en los mismos años (Banco Mundial, s.f.).

III.2.3 El sector privado y la innovación en TER

México

México ha desarrollado varias políticas para promover la innovación en materia de tecnologías en energías limpias. Ha buscado aumentar su oferta a través del financiamiento público y privado de actividades de investigación y desarrollo. Y, a través de la legislación, ha procurado incentivar la demanda del mercado de este tipo de tecnologías. A pesar de estos esfuerzos, México tiene muy pocas pruebas de la comercialización en este campo. Los débiles vínculos entre el mundo académico y el sector privado, la escasez de inversiones y la aplicación inadecuada de las reglamentaciones sobre energía renovable y eficiencia energética han contribuido a ello (Miller y Viscidi, 2016).

La Reforma Energética de México, aprobada por el Congreso en diciembre de 2013, ofrece incentivos

62 Datos de 2015 de la Ricyt.

para la demanda de energía renovable. La reforma abre la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica a actores privados que compiten con la Comisión Federal de Energía (CFE) y entre sí. Se asume que una mayor competencia en el mercado de la energía eléctrica ayudará a reducir los costos, incluso para la generación de energía renovable (KPMG, 2016). Asimismo, la nueva versión de la Ley de la Industria Eléctrica, publicada en el marco de la reforma, establece el requisito de Certificados de Energías Limpias (CEL), el cual define la proporción del total de energía consumida durante un año por los participantes obligados del mercado, que debe ser acreditada como energía limpia (renovable).

A pesar de estos avances, México ha mostrado un desempeño deficiente en la inversión en I+D, la participación del sector privado y el uso de la Propiedad Intelectual como una ventaja competitiva por parte de las empresas tecnológicas. La investigación en México no se enfoca en tecnologías comercializables. Además, las nuevas empresas mexicanas de energía limpia han tenido dificultades para reunir capital, exportar tecnologías o invertir en su escalamiento. El mercado de tecnologías en energías renovable en México es relativamente pequeño. El mayor reto para las actividades de investigación e innovación en México sigue siendo responder a demandas específicas del mercado local (Miller y Viscidi, 2016).

También hay muy poco capital de riesgo asignado al desarrollo tecnológico en México. Sólo un pequeño porcentaje del capital de riesgo asignado al desarrollo tecnológico en México es específicamente para energía limpia. Más bien, este capital se dirige en gran medida a proyectos para implementar tecnologías de energía limpia existentes desarrolladas fuera de México, como la instalación de parques eólicos y solares fotovoltaicos. Sin acceso a capital de riesgo, las empresas de nueva creación de tecnología de energía limpia se enfrentan a restricciones de liquidez durante el largo período de tiempo que puede llevar el desarrollo de una innovación para convertirla en un producto financiable. Sin embargo, México desde 2016 está haciendo esfuerzos por elevar la inversión en investigación y desarrollo de tecnologías de energías limpias hasta llegar a los US\$310 millones hacia 2020. Esto significaría cuadruplicar la inversión

en I+D de energías renovables previo al año 2016. (UNFCCC, 2016)

Las nuevas empresas de tecnología de energía limpia también se enfrentan a un dilema clásico de “mercado medio” de capital de riesgo. Esto es: se requiere una inversión inicial demasiado grande para el fondo común de capital al que suelen tener acceso las pequeñas empresas mexicanas de capital de riesgo, pero las inversiones son también demasiado pequeñas para las grandes empresas de capital de riesgo de riesgo en México, dados los costos de agencia relativamente altos asociados con tales inversiones. Además, el escaso cumplimiento de las normas sobre integración de la energía ambiental y renovable y sobre eficiencia energética limita el incentivo para desarrollar tecnologías de energía limpia adaptadas al contexto mexicano (Miller y Viscidi, 2016)

Colombia

De acuerdo con la Política de Crecimiento Verde, “tras un análisis sobre el estado del financiamiento verde en Colombia, se evidencia que aún no se ha visto un efectivo interés del sector privado por emprender proyectos a gran escala en este tipo de inversiones verdes, por lo que se identificaron barreras en el mercado que requieren un mayor flujo de financiamiento público. Los bancos públicos de segundo piso, como Findeter, Bancóldex y Finagro, han venido desarrollando un papel fundamental en el impulso a las inversiones necesarias para el desarrollo de los diferentes sectores económicos y en los últimos años se han venido preocupando por el desarrollo de productos y líneas que permitan implementar objetivos de política asociados con la eficiencia en el uso de los recursos y el crecimiento bajo en carbono y resiliente al clima” (DNP, 2018: 62).

En este sentido, la Estrategia Nacional de Financiamiento del CC propone una serie de líneas estratégicas y transversales que están dirigidas a atender los retos del financiamiento climático en el país, así como a avanzar en la movilización de recursos que garanticen la financiación del desarrollo bajo en carbono y compatible con el clima. Las líneas estratégicas corresponden al desarrollo de instrumentos económicos y financieros; y la gestión y acceso a fuentes de financiamiento.

Más específicamente, una de las cuatro líneas instrumentales de la estrategia es la de información y ciencia, tecnología e investigación, la cual es completamente relevante para el desarrollo y difusión de las TER (Lema, et al., 2017).

De acuerdo con el Comité Financiero de SISCLIMA, entre 2011 y 2015, del total de la inversión privada relacionada con CC, 31% correspondió a inversiones de la industria manufacturera, 27,5% fue movilizado por la banca de segundo piso, 18% provino de beneficios tributarios y 16% provino de la banca comercial. En este sentido, en los últimos años, ha aumentado la oferta de productos de la banca comercial, a través de un portafolio verde, y Bancóldex como banco de segundo piso, ofrece alternativas “verdes” de financiación. Entre los mecanismos de financiación que ofrecen, están las líneas de crédito propias, recursos de banca multilateral, líneas de crédito de bancos de segundo piso, bonos verdes, fondos de inversión, tarjetas de crédito verdes y el modelo ESCOS, que son fondos que permitan apoyar financieramente a empresas de ingeniería en energía.

La ley 1715 de 2014, según la cual el sistema energético nacional promoverá el aprovechamiento de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable. Igualmente, fomenta la inversión, investigación y desarrollo de tecnologías limpias para producción de energía, la eficiencia energética y la respuesta de la demanda, en el marco de la política energética nacional. La reforma tributaria adoptada mediante la Ley 1819 de 2016, creó el impuesto al carbono, que impone una tarifa a los combustibles líquidos y al gas natural para uso industrial. Los responsables de pagar este impuesto (productores, distribuidores e importadores) pueden reducir el pago mediante la “neutralización” de sus emisiones, es decir mediante reducciones certificadas bajo estándares de mercado de carbono voluntario

Respecto al financiamiento privado, los fondos de capital privado son una fuente de financiación de la innovación cada vez más importante en Colombia. En Colombia se crearon 111 fondos de capital en el periodo entre 2005 y mediados de 2018. De estos 111 fondos de capital, 19 (el 17,1%) son de capital emprendedor y 9 (8,1%) son fondos de impacto. (CPC, 2018). El promedio anual de crecimiento del

capital de estos fondos entre 2005 y 2014 fue de 56%, alcanzando un total acumulado de USD 7.742 millones en el último año (CPC, 2014).

Otros mecanismos de apoyo a start-up y negocios en expansión, como las redes de ángeles inversionistas (venture capital) se encuentran también en un proceso de consolidación en el país (DNP, 2016). En 2012 existían dos redes de “ángeles inversionistas” en el país que agrupaban alrededor de 125 inversionistas, una cifra superada en América Latina solo por México (292 ángeles en seis redes) y Argentina (133 ángeles en dos redes). En la actualidad, se estima que existen 10 redes de ángeles inversionistas de diversos tamaños (DNP, 2016).

Ecuador

El Ecuador ha tenido en la última década una muy limitada transformación de su matriz productiva, y en particular de su canasta de exportaciones. Esta está concentrada en pocos productos de baja complejidad, lo cual ha traído consigo una alta volatilidad en los ingresos e inestabilidad cambiaria. Adicionalmente, y en relación con este fenómeno, el desempeño de la innovación en Ecuador ha sido algo modesto en cuanto indicadores internacionales, y es particularmente pobre en los indicadores de desempeño empresarial relacionado con la innovación.

Las principales barreras a la innovación provienen del costo de la innovación y el acceso a financiamiento. Los problemas de información de mercado, o de habilidades y de derechos de propiedad intelectual son relativamente menores (Rubalcaba, y otros, 2017: 14). En efecto, el acceso al crédito por parte del sector privado como porcentaje del PIB se sitúa en niveles por debajo de los que hay en la región. En Ecuador esa cifra es 28%, mientras que el promedio de América Latina es 45% (BID, 2014:68-69). En todo caso, las barreras regulatorias y del clima de inversión son particularmente importantes en la medida que afectan la rentabilidad *ex ante* del gasto en I+D o TIC y por lo tanto afecta la decisión de la firma de invertir o no en innovación (Rubalcaba, y otros, 2017: 17).

Los obstáculos que con mayor frecuencia reportan los empresarios ecuatorianos para innovar son la falta de fondos dentro de su empresa o grupo, los elevados

costos del proceso de innovación, la presencia de poder de monopolio en los mercados en los que se desenvuelven, así como la incertidumbre de la demanda por bienes o servicios innovadores. Las barreras financieras para adelantar actividades de innovación son las de mayor preponderancia según la percepción de las empresas encuestadas.

De otro lado, hay evidencias que sugieren que el sector productivo, en especial en las pequeñas y medianas empresas, se enfrenta a un déficit considerable de profesionales en áreas de la ciencia proclives a la innovación. A nivel del agregado nacional, los trabajadores formados en ingeniería, matemáticas, computación y ciencias físicas alcanzan el 47% del personal en el sector empresarial (Technopolis Group y Competitiveness, 2018). También se ha encontrado que para las empresas existen dificultades para establecer relaciones de cooperación estables y duraderas, y para acceder a un apoyo a la innovación por parte del sector público. Y en cuanto a las relaciones con las instituciones productoras, o responsables de la gestión de conocimientos, estas relaciones son incluso más débiles

Todas estas evidencias confirman la necesidad de diseñar e implementar instrumentos de política pública que favorezcan la atención a las necesidades locales de conocimiento, de manera que estas capacidades se traduzcan en innovaciones efectivas (científicas, tecnológicas, empresariales o sociales). Involucrar a investigadores en universidades, institutos públicos o centros de investigación en la búsqueda de soluciones novedosas a sus problemáticas particulares sería una manera de compensar la escasez de recursos humanos altamente calificados en las empresas.

III.2.4 Estructuras de intermediación y transferencia de tecnología y conocimiento

México

La gran mayoría de las tecnologías que se están usando para proyectos en campos como la energía renovable, la eficiencia energética y el transporte sostenible, están siendo importadas y sin mayores adaptaciones a las condiciones propias del país. Así entonces, uno de los mayores desafíos en México es que la innovación en TER que se produce en el país atienda las necesidades específicas del mercado

local.

Las entrevistas realizadas a actores relevantes en el sector productivo permiten inferir que las líneas de investigación que se promueven generalmente no están enfocadas en resolver problemas de los productores. Los investigadores suelen diseñar sus propios currículos, muchas veces sin consultar las necesidades de la industria. Los investigadores y académicos suelen ser altamente capaces en sus respectivos campos, sin embargo, o bien no tienen los incentivos suficientes para buscar la comercialización de los resultados de sus investigaciones, o bien no cuentan con el conocimiento o con los vínculos que les permitan conducir un producto o servicio a su comercialización. Lo cual está asociado con el bajo número de solicitudes de patentes por parte de las Instituciones Públicas de Investigación (Miller y Viscidi, 2016).

Una parte importante del financiamiento público para la innovación en tecnologías de energía limpia se distribuye a través del CONACYT, una institución con fuertes lazos financieros e institucionales con el mundo académico. Además, las instituciones mexicanas a menudo conservan íntegramente la propiedad intelectual de la tecnología desarrollada en su institución, y retienen en gran medida o en su totalidad las regalías correspondientes. Este modelo no ha generado los suficientes incentivos para que los ingenieros y científicos desarrollen tecnologías de energía limpia con un valor comercial (Miller y Viscidi, 2016).

Específicamente en sector de energía existen centros de innovación que llevan a cabo proyectos piloto para favorecer el desarrollo tecnológico. También existen políticas y programas que permiten que estos mecanismos de transferencia tecnológica se desarrollen. Un caso destacado es el de los Centros Mexicanos de Innovación en Energía (CEMIEs). Son centros de investigación públicos o privados, instituciones de educación superior, empresas y entidades gubernamentales, los cuales desarrollan proyectos de investigación e innovación relacionados a energías renovables.

Otro caso interesante se observa en el sector agrícola, donde la demanda está siendo bien conectada con la oferta de innovación a través del trabajo que realiza

el Sistema Nacional de Investigación y Transferencia de Tecnología para el Desarrollo Rural (SNITT). Allí se identifican las necesidades locales en los estados, y se priorizan según cada cadena productiva. Finalmente, estas demandas se suben a una plataforma online donde se presentan las líneas de investigación susceptibles de recibir apoyo.

El desarrollo de clústeres de innovación ofrece un gran potencial para promover la intermediación entre el sector académico y el sector productivo en México. Se trata de formas de cooperación en red mediante las cuales, entre otros actores, investigadores, universidades, empresarios e inversionistas, junto con las políticas, gobiernos locales, regionales o nacionales de los gobiernos locales y federales, aúnan esfuerzos en una zona geográfica específica a fin de desarrollar iniciativas de innovación tecnológica enfocadas en la región con miras a llevar al mercado productos o servicios comercialmente viables. Sin embargo, el desarrollo de clústeres sigue siendo incipiente en México. Entre otras razones, porque los apoyos financieros e institucionales por parte del CONACYT ha privilegiado históricamente los intereses la academia; y porque el acceso por parte del sector productivo a los fondos para investigación ha sido limitado, debido al desconocimiento de su funcionamiento y requisitos.

Colombia

Las entidades de intermediación en Colombia, entre las que se incluyen incubadoras de empresas, parques tecnológicos y las oficinas de transferencia de resultados de investigación (OTRI), están en proceso de consolidación, por lo que existe poca información al respecto. Estas entidades son clave por su rol de vincular los actores que generan y aplican de conocimiento y a su vez facilitar el flujo de conocimiento e información. A pesar de esto, son recientes los apoyos para su consolidación y su funcionamiento, está fuertemente ligado a los sistemas en los que están inmersos (Colciencias, 2016).

En la actualidad, existen cinco Oficinas de Transferencia Regionales, distribuidas en los departamentos de Atlántico, Santander, Antioquia, Valle del Cauca y Bogotá. Su misión es conectar la demanda de tecnologías con la oferta (producción

de las universidades y centros generadores de conocimiento). Muchas universidades han creado OTRI para potenciar la relación entre la investigación, innovación y la empresa. En particular, se han constituido con el objetivo de promover la interacción de las universidades con el sector productivo, y en especial con las empresas, así como con el gobierno y la sociedad. Buscan también profesionalizar la gestión, comercialización y transferencia de los resultados de las investigaciones, así como la identificación e integración de inversionistas y patrocinadores estratégicos para la generación de nuevos negocios basados en desarrollos científicos y tecnológicos.

Los otros actores importantes, en materia de transferencia de tecnología, son los Centros de Desarrollo Tecnológico (CDT). Son entidades públicas o privadas, dedicadas al desarrollo de proyectos de investigación aplicada, el desarrollo de tecnología propia y actividades de transferencia. En 2016, estaban reconocidos por Colciencias 68 CDT en el país, de los cuales 15 trabajan en temáticas relacionadas con ambiente y energía.

Las universidades por su cuenta han desarrollado políticas e infraestructura para responder a las demandas del sector empresarial y de la sociedad. De acuerdo con (Villaveces & Orozco, 2015), en Colombia “57 instituciones de educación superior [encuestadas], de las cuales 39 son universidades, cuentan con una unidad administrativa de apoyo a la transferencia tecnológica, la innovación y el emprendimiento. Generalmente dichas unidades tienen como misión la gestión de la innovación realizada principalmente con programas de transferencia de tecnología y apoyo al emprendimiento”. La creación de estas oficinas se ha dado principalmente desde hace una década. Además, se informa que 14 instituciones de educación superior participan en parques tecnológicos y 17 participan en incubadoras.

Por su parte, el Fondo Emprender del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) realizó un censo de las unidades de emprendimiento en Colombia, el cual muestra que estas unidades prestan gran variedad de servicios. Se identificaron 438, de las cuales 117 forman parte del sistema de educación superior

60 Es bajo en comparación con las cifras de 60.4% en promedio de países miembros de la OCDE y 44.8% en promedio en Latinoamérica y el Caribe. (CONACYT, 2014a)

61 Una lista exhaustiva de estas entidades se muestra en el Anexo A.

62 Datos de 2015 de la Ricyt.

de Colombia. Igualmente, el censo del SENA arrojó que en Colombia existen 16 parques tecnológicos, 22 incubadoras de empresas, varias de las cuales mantienen alianzas con universidades. as.

Adicionalmente, existen los Comités Universidad Empresa Estado (CUEE). Son instancias regionales organizadas por acuerdos entre universidades, sus grupos de investigación, empresas del sector productivo y entidades del Estado, con el fin de generar y promover proyectos de investigación aplicada, enfocados a atender necesidades tecnológicas reales de las empresas de la región. Los portafolios de los Comités están focalizados y representa una región y con ella sus particularidades. En este arreglo, las regiones Caribe y Santander tienen agendas sobre energía y ambiente.

Ecuador

Las universidades y los institutos públicos de investigación (IPI) son dos actores del SNI del Ecuador entre cuyos roles principales está la generación y transferencia de conocimiento al sector productivo. A ellos deben sumarse la figura de las Zonas Especiales de Desarrollo Económico (ZEDE), y una nueva iniciativa que recientemente presentó el gobierno ecuatoriano denominada HUB's Universitarios de Innovación y Transferencia de Tecnología.

El crecimiento del número de publicaciones científicas en los últimos años en Ecuador indica que tanto en universidades como en institutos de investigación tiene lugar un proceso de construcción y consolidación de capacidades de generación de conocimiento. En el caso de las universidades, a partir de la promulgación de la Nueva Constitución en 2008, cuando se fundamentaron las bases jurídicas para el desarrollo del sistema universitario a través de la expedición de la Ley Orgánica de Educación Superior, se ha alentado el cumplimiento de un conjunto de principios: autonomía responsable, cogobierno, igualdad de oportunidades, calidad, integralidad y pertinencia. En particular este último principio ha promovido que las actividades y funciones propias de las universidades estén supeditadas a las necesidades de desarrollo del país y de las regiones a las que pertenecen. No obstante estos avances desde el punto de vista normativo e institucional, aún se requiere desarrollar y aprovechar el potencial que

tienen las universidades para contribuir, a través de la generación y difusión de conocimiento, al desarrollo social y económico.

Uno de los principales focos de una política debería ser el propiciar, mediante la creación de incentivos adecuados, la sinergia de las actividades de universidades y empresas en torno a proyectos concretos de generación y aplicación de conocimiento que contribuyan a la construcción de confianza y, de esta manera, a la solución de problemas relevantes y al aprovechamiento de oportunidades del sector productivo; el otro foco debería ser que las empresas reconozcan el potencial de las universidades y los centros de investigación como fuentes de información, ideas y conocimiento que pueden ser clave en los procesos de innovación.

A estas medidas deberían sumarse otras que contribuyan al fortalecimiento de las capacidades de generación y absorción de conocimiento, tales como la calificación del personal en las empresas y universidades que han mostrado desarrollos aún incipientes. Algo similar sucede en las empresas, en donde cerca del 1,8% del personal cuenta con formación a nivel de postgrado (maestría o doctorado) (Technopolis Group y Competitiveness, 2018).

Por su parte, “los institutos tecnológicos ecuatorianos no formaron parte de las prioridades de la política pública por muchos años. Ello desembocó en la pérdida de relevancia de su aporte, e incluso en un deterioro de sus capacidades de investigación y de transferencia” (BID, 2014, 90). Durante los últimos años el gobierno ecuatoriano se ha propuesto fortalecer los IPI a fin de que contribuyan al cumplimiento de retos desarrollo específicos. Esta iniciativa se articularía con la de Ciudad del Conocimiento, Yachay (concebida como una ZEDE), en donde se previó localizar dependencias de investigación de los institutos. La idea fue concentrar capacidades en áreas como “ciencias, de la vida, petroquímica, energías renovables y CC, así como también nanociencias y tecnologías de la información y la comunicación (TIC)” (BID, 2014, 90).

Desde el punto de vista de política pública, el gobierno ecuatoriano ha partido del supuesto de que instituciones dedicadas a la transferencia y difusión tecnológica contribuyen a corregir asimetrías de

información y problemas de coordinación. Así entonces, a fin de crear condiciones propicias para que se den los procesos de transferencia de conocimientos hacia las empresas, el MAGA (y en particular el anterior MAGAP), el MIPRO, así como la SENESCYT han emprendido iniciativas para el desarrollo de los IPI. No obstante, estas iniciativas han sido “pequeñas y aisladas”, y se han dado a través de instituciones cuya función principal no es necesariamente la transferencia de conocimiento y tecnologías (BID, 2014, 90). Es decir, más bien escasean instituciones especializadas, no solo en la generación de conocimiento, sino también en su difusión y aprovechamiento. En Ecuador existen diversos IPI cuyas áreas de especialidad son relevantes en materia de acción climáticas. También hay numerosos grupos y centros en áreas afines

Las zonas especiales de desarrollo económico (ZEDE) “son destinos aduaneros, y deberán estar instaladas en áreas geográficas delimitadas del territorio nacional para que se asienten nuevas inversiones, con incentivos tributarios, simplificación de procesos aduaneros y facilidades para realizar encadenamientos productivos”⁶³. Existen tres tipologías de ZEDE, dependiendo del objetivo detrás de la eliminación del arancel: (i) ZEDE tecnológica; (ii) ZEDE industrial; y (iii) ZEDE logística: está orientada al desarrollo de servicios logísticos.

Las ZEDE tecnológicas están concebidas para el desarrollo de actividades de transferencia y desagregación tecnológica e innovación. Allí podrá realizarse todo tipo de emprendimientos y proyectos de desarrollo tecnológico, innovación electrónica, biodiversidad, mejoramiento ambiental sustentable o energético. Hasta la fecha (finales de 2018), el MIPRO ha reportado la creación de tres ZEDE, una de las cuales es Yachay, que combina los tres tipos de ZEDE y se concibió como empresa pública.

En abril de 2018, la SENESCYT lanzó esta iniciativa. Los HUB´s son espacios en red en los que se articulan la academia, el sector productivo y el gobierno para que las ideas de jóvenes, que ofrezcan el potencial de contribuir al desarrollo económico del Ecuador, reciban apoyo para su desarrollo hasta transformarlas en empresas innovadoras, sostenibles y escalables. Por lo tanto, consiste en un acompañamiento a lo largo

del ciclo de innovación: la preincubación, incubación y aceleración de proyectos; e incluye el apoyo para “construir un prototipo y generar un modelo de negocio que además sea de impacto internacional”. Igualmente, la SENESCYT señaló que “se invertirá un millón 530 mil dólares para implementar los HUB´s en Quito, Guayaquil, Manabí, Cuenca, Ibarra y en la zona 3 en las provincias de Tungurahua, Cotopaxí y Chimborazo”⁶⁴.

III.3 El marco institucional y de políticas para integración de las políticas de Acción Climática y las de Innovación

Los tres países seleccionados han expedido varias normas e implementado arreglos institucionales y políticas públicas para cada uno de estos dos ámbitos de política. En la tabla que se presenta más adelante, se muestran un resumen de estos arreglos. Un mayor detalle se ofrece en el Anexo C.

En el ámbito del CC, los marcos institucionales y de política le han asignado al más alto nivel de gobierno la responsabilidad de la orientación y la coordinación de las estrategias y políticas para hacer frente al CC. El diseño de los arreglos institucionales y de las estrategias de política ha tenido un enfoque transversal que busca asegurar la concurrencia, tanto de los sectores de gobierno directamente relacionados con la mitigación y la adaptación al CC, como de otros actores clave: la academia, el sector empresarial y las organizaciones de la sociedad civil. Igualmente, ha habido un claro interés por asignar de manera concurrente y subsidiaria responsabilidades a los distintos órdenes de gobierno, esto es, tanto al orden nacional o federal, como a los órdenes regional y local.

México y Colombia han expedido leyes de CC. Estas leyes regulan la elaboración y aplicación de las políticas públicas, definen los principios y lineamientos para la gestión de este tema, y establecen los arreglos institucionales y los instrumentos con los cuales se adelantarán las iniciativas en materia de acción climática. Ambas leyes coinciden en establecer medidas, no solo para mitigar la emisión de GEI y reducir la vulnerabilidad al CC, sino también para promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable y un desarrollo bajo en carbono.

63 Ver <https://www.industrias.gob.ec/que-son-las-zede/>

64 Ver <https://www.educacionsuperior.gob.ec/senescyt-presenta-los-hubs-una-red-que-fomenta-la-innovacion-y-el-emprendimiento/> y <https://unl.edu.ec/universidad/noticia/unl-recibe-invita%C3%B3n-para-formar-parte-de-hub-universitario>

Tabla 6. Marcos institucionales y de política para la Acción Climática y la Promoción de la Innovación

	MEXICO	COLOMBIA	ECUADOR
Normatividad para el Cambio Climático	<ul style="list-style-type: none"> La Ley General de Cambio Climático (LGCC) 	<ul style="list-style-type: none"> Ley de Cambio Climático 	<ul style="list-style-type: none"> La Constitución de la República del Ecuador (2008) dos artículos específicos que hacen de la gestión del cambio climático una política de Estado.⁶⁵ Decreto Ejecutivo 1815 (2009): Se declara como política de Estado la adaptación y mitigación al cambio climático.
Políticas para el Cambio Climático	<ul style="list-style-type: none"> Planes Nacionales de Desarrollo (2013-2018 y 2019-2024) Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) Visión 10-20-40 años: <ul style="list-style-type: none"> 6 pilares de política, 8 ejes estratégicos: tres de adaptación; cinco de mitigación. <i>El tercero de seis pilares establece: "implementar una plataforma de investigación, innovación, desarrollo y adecuación de tecnologías climáticas y fortalecimiento de capacidades institucionales" (ENCC, 2013).</i> Programa Especial de Cambio Climático: Desacoplamiento de las emisiones con respecto al Crecimiento. Articular acciones del PND y Contribuye 	<ul style="list-style-type: none"> Planes Nacionales de Desarrollo (2010-2014, 2014-2018, 2018-2022) La Política Nacional de Cambio Climático (PNCC). <ul style="list-style-type: none"> 5 líneas estratégicas territoriales y sectoriales para lograr un desarrollo rural, urbano, minero-energético y de infraestructura bajo en carbono y resiliente al clima, y el manejo y conservación de ecosistemas y sus servicios ecosistémicos. Cuatro líneas instrumentales: i) planificación de la gestión del cambio climático, ii) Información, ciencia, tecnología e innovación, iii) educación, formación y sensibilización a públicos, y iv) 	<ul style="list-style-type: none"> Plan Nacional del Buen Vivir (2017-2021) <ul style="list-style-type: none"> Objetivo No. 3: Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental Política 3.3: Promover buenas prácticas ambientales que aporten a la reducción de la contaminación, a la conservación, a la adaptación a los efectos del cambio climático, e impulsar las mismas en el ámbito global Política Nacional Ambiental: Acuerdos ministeriales

65 Los arts. 413 y 414 promueven la eficiencia energética y las TER; así como la adopción de medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático.

	MEXICO	COLOMBIA	ECUADOR
	<ul style="list-style-type: none"> o Planes Sectoriales de las Secretarías de Estado o Programas estatales de Cambio climático o Programas Municipales en materia de cambio climático 	<p>financiación e instrumentos económicos</p> <ul style="list-style-type: none"> o Los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Sectoriales: o Los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales <ul style="list-style-type: none"> • Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono • Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático • Estrategia Nacional REDD+⁶⁶ 	<ul style="list-style-type: none"> • Estrategia Nacional de Cambio Climático en Ecuador 2012 - 2025 <ul style="list-style-type: none"> o Acciones y medidas para enfrentar de manera coordinada y transversal el cambio climático o Fomenta el cambio de la matriz productiva y la matriz energética. o Sus acciones buscan igualmente cumplir con los objetivos de la estrategia para la erradicación de la pobreza o Ejes transversales: Fortalecimiento de Capacidades de Gestión de Riesgos; Financiamiento; Género o Sectores de adaptación priorizados: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Seguridad/soberanía alimentaria ▪ Sectores productivos ▪ Patrimonio hídrico ▪ Salud ▪ Patrimonio natural ▪ Grupos de atención prioritaria ▪ Asentamientos humanos ▪ Riesgos o Sectores de Mitigación: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Energía renovable ▪ Eficiencia energética ▪ Ahorro y uso racional de la energía ▪ Agricultura y ganadería sostenible

66 Ver <http://www.minambiente.gov.co/index.php/bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos/reduccion-de-emisiones-de-gases/ahora-si-que-es-redd>

	MEXICO	COLOMBIA	ECUADOR
Institucionalidad para el Cambio Climático	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema Nacional de Cambio Climático (SINACC) <ul style="list-style-type: none"> ○ Promover la aplicación transversal de la política nacional de cambio climático en el corto, mediano y largo plazo entre las autoridades de los tres órdenes de gobierno. ○ Coordinar los esfuerzos de la federación, las entidades federativas y los municipios para la realización de acciones de adaptación, mitigación y reducción de la vulnerabilidad” ○ Promover la concurrencia, vinculación y congruencia de los programas, acciones e inversiones del gobierno federal, de las entidades federativas y de los municipios, con la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40 y el Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018” • Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC) <ul style="list-style-type: none"> ○ Objetivo: “coordinar acciones de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, para la formulación e instrumentación de las políticas nacionales para la acción climática relativos al cumplimiento de los compromisos suscritos por México en la CMNUCC”. Y en particular, entre sus funciones ○ Entre sus funciones: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Promover la coordinación de acciones de las dependencias y entidades de la 	<ul style="list-style-type: none"> • El Sistema Nacional de Cambio Climático (SISCLIMA). Decreto 298 de 2016 <ul style="list-style-type: none"> ○ Coordinar, articular, formular, hacer seguimiento y evaluar las políticas normas, estrategias, planes, programas, proyectos, acciones y medidas en materia de adaptación al cambio climático y mitigación de gases de efecto invernadero • Comisión Intersectorial de Cambio Climático (CICC). Instancia de coordinación de la gestión a nivel nacional <ul style="list-style-type: none"> ○ Establecer políticas, criterios y acciones en materia de cambio climático, en concordancia con las políticas sectoriales. ○ Acordar criterios de articulación de recursos ○ Concertar compromisos intersectoriales, así como las prioridades para la ejecución de los planes, programas y acciones en materia de cambio climático ○ Coordinar y definir la estrategia de monitoreo, evaluación y reporte de la implementación de la política de cambio climático ○ Coordinar la articulación del SISCLIMA con otros sistemas, programas y redes que participen en las acciones de cambio climático y gestión del riesgo de desastres 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conservación y manejo de bosques • Comité Interinstitucional de cambio climático: Decreto Ejecutivo 495 (2010) <ul style="list-style-type: none"> ○ Órgano político de alto nivel para coordinación de políticas y medidas para el cambio climático. ○ Sus miembros: Ministros y Secretarios de Estado. ○ La Subsecretaría de Cambio Climático actúa como secretaria técnica. • Entre sus atribuciones está: <ul style="list-style-type: none"> ○ Coordinar, dictar y facilitar la ejecución integral de las políticas nacionales pertinentes al cambio climático, la Estrategia Nacional de Cambio Climático y los compromisos asumidos respecto a la aplicación y participación en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y sus instrumentos; ○ Promover y solicitar la preparación de investigaciones, estudios e insumos técnicos y legales para el desarrollo y ajuste de la política y la aplicación de los mecanismos de mitigación y adaptación al cambio climático; ○ Solicitar la preparación y validación de parámetros para promover la mitigación y adaptación al cambio climático y la desagregación

	MEXICO	COLOMBIA	ECUADOR
	<p>en materia de cambio climático</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarrollar los criterios de transversalidad e integralidad de las políticas públicas para enfrentar al cambio climático para que los apliquen las dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal ▪ Proponer y apoyar estudios y proyectos de innovación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología, vinculados a la problemática nacional de cambio climático, así como difundir sus resultados 	<ul style="list-style-type: none"> • Los Nodos Regionales de Cambio Climático (NRCC) <ul style="list-style-type: none"> ○ Promover, apoyar y acompañar la implementación de las políticas, planes y programas de cambio climático en las regiones. ○ Actúan como puente entre los niveles nacional y local 	<p>tecnológica, en los proyectos y programas de inversión que realicen entidades, empresas u organismos del sector público, de conformidad con las competencias de cada entidad involucrada en el comité;</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Solicitar la participación, asesoría y la conformación de grupos de trabajo con instituciones y organismos que requiera para el cumplimiento de sus funciones; ○ Impulsar las actividades de formación, capacitación, asistencia técnica, especialización, y difusión en temas de <u>variabilidad climática y cambio climático</u>, con la participación pública, privada, comunitaria y de la sociedad civil, a nivel nacional e internacional; ○ Impulsar la consecución de recursos adicionales y complementarios de asistencia y cooperación internacional para temas de cambio climático, a través de la institucionalidad establecida para el efecto; ○ Definir las posiciones y las delegaciones oficiales para las negociaciones internacionales sobre cambio climático; ○ Coordinar, facilitar la elaboración y aprobar los informes nacionales y

	MEXICO	COLOMBIA	ECUADOR
			<p>demás instrumentos técnicos relacionados al cambio climático, respecto a los cuales el país deba pronunciarse ante la Secretaría de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guía Técnica para incluir Cambio climático en la planificación local
Miembros de las instancias de Coordinación	<ul style="list-style-type: none"> • La Comisión está integrada por los titulares de las Secretarías de Gobernación; de Relaciones Exteriores; de Marina; de Hacienda y Crédito Público; de Desarrollo Social; de Medio Ambiente y Recursos Naturales; de Energía; de Economía; de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; de Comunicaciones y Transportes; de Educación Pública; de Salud; de Turismo; de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ambiente y Desarrollo Sostenible; Interior; Hacienda y Crédito Público; Agricultura y Desarrollo Rural; Minas y Energía; Transporte; Relaciones Exteriores; Comercio, Industria y Turismo; y de Vivienda, Ciudad y Territorio); el Departamento Nacional de Planeación; la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres; y el Fondo Adaptación 	<ul style="list-style-type: none"> • El titular del Ministerio del Ambiente o su delegado/a, quien lo presidirá • El titular del <u>Ministro/a</u> de Relaciones Exteriores • El titular del Ministerio de la agricultura y la ganadería; • El titular del Ministerio de la electricidad y energía renovable • El titular del Ministerio de las industrias y productividad • El titular del Organismo encargado del agua • El titular del Organismo encargado de la gestión de riesgos • Un representante de la Asociación de Municipalidades Ecuatorianas • Un representante del Consorcio de Gobiernos Provinciales del Ecuador

Ecuador, por su parte, incluyó en la Constitución de 2009 disposiciones (arts. 413 y 414) que de manera explícita establecen la obligación del Estado de adoptar medidas adecuadas y transversales para hacer frente al CC, tanto en términos de la limitación de las emisiones de GEI, de la deforestación y de la contaminación atmosférica; como de la conservación de bosques y vegetación y de la protección de la población en riesgo. Y mediante Decreto Ejecutivo, en 2009 se declaró política de Estado la adaptación y mitigación del CC.

Los tres países han incluido el tema de CC en los Planes Nacionales de Desarrollo de los últimos gobiernos. Y de manera complementaria también han expedido estrategias (México y Ecuador) y políticas nacionales (Colombia) de CC. En el desarrollo de estas estrategias y políticas, los tres países han implementado un conjunto amplio de iniciativas, algunas sectoriales y otras dirigidas a atender áreas en las que existen riesgos para la población, el medio ambiente o la infraestructura asociados con el CC. Estas iniciativas en general han surgido como respuesta a las prioridades que se han identificado para el cumplimiento de sus NDC en materia de mitigación y adaptación, así como para el logro de otros objetivos de política y, en especial, de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

En cuanto a los arreglos institucionales, México y Colombia han conformado sistemas para la gestión del CC. En México, la Ley de CC creó en 2012 el Sistema Nacional de Cambio Climático (SINACC), cuyos objetivos, entre otros, son “promover la aplicación transversal de la política nacional de CC en el corto, mediano y largo plazo entre las autoridades de los tres órdenes de gobierno; coordinar los esfuerzos de la federación, las entidades federativas y los municipios para la realización de acciones de adaptación, mitigación y reducción de la vulnerabilidad; y promover la concurrencia, vinculación y congruencia de los programas, acciones e inversiones del gobierno federal, de las entidades federativas y de los municipios, con la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40 y el Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018”.

Colombia creó en 2016 el Sistema Nacional de Cambio Climático (SISCLIMA). Su fin es “coordinar, articular,

formular, hacer seguimiento y evaluar las políticas, normas, estrategias, planes, programas, proyectos, acciones y medidas en materia de adaptación al CC y de mitigación gases efecto invernadero, cuyo carácter intersectorial y transversal implica la necesaria participación y corresponsabilidad las entidades públicas del orden nacional, departamental, municipal o distrital, así como de entidades privadas y entidades sin ánimo lucro”.

Ecuador no ha creado formalmente un sistema específicamente dirigido al CC. Pero, al igual que en México y Colombia, existe una instancia de coordinación al más alto nivel de gobierno:

- **Ecuador** creó en 2010 el **Comité Interinstitucional de Cambio Climático**, entre otras consideraciones, para abordar de manera integral y transversal los desafíos que plantea el CC, y darle “un nivel apropiado de coordinación intersectorial y de cooperación e intervención de actores públicos y privados inherentes a esta problemática”. De esta manera, se busca “implementar de manera efectiva las políticas, las estrategias y las medidas de mitigación, adaptación, desarrollo de capacidades, tecnología e innovación, y financiamiento”. **Algunas de sus atribuciones son:**

- Coordinar, dictar y facilitar la ejecución integral de las políticas nacionales pertinentes al CC, la Estrategia Nacional de Cambio Climático y los compromisos ante la CMNUCC;
- Promover y solicitar la preparación de investigaciones, estudios e insumos técnicos y legales para el desarrollo y ajuste de la política y la aplicación de los mecanismos de mitigación y adaptación al CC;
- Solicitar la preparación y validación de parámetros para promover la mitigación y adaptación al CC y la desagregación tecnológica, en los proyectos y programas de inversión que realicen entidades, empresas u organismos del sector público, de conformidad con las competencias de cada entidad involucrada en el comité;
- Solicitar la participación, asesoría y la

conformación de grupos de trabajo con instituciones y organismos que requiera para el cumplimiento de sus funciones;

- México conformó la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC), cuyo objetivo es: “coordinar acciones de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, para la formulación e instrumentación de las políticas nacionales para la acción climática relativos al cumplimiento de los compromisos suscritos por México en la CMNUCC”. Y en particular, entre sus funciones están:

- Promover la coordinación de acciones en la administración pública federal
- Desarrollar los criterios de transversalidad e integralidad de las políticas públicas
- Proponer y apoyar estudios y proyectos de innovación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología, vinculados a la problemática nacional de CC

- Colombia ha conformado dos instancias. Una de ellas es la **Comisión Intersectorial de Cambio Climático (CICC)**, que está encargada de la coordinación de la gestión del CC a nivel nacional. Entre sus funciones están

- Establecer políticas, criterios y acciones en materia de CC, en concordancia con las políticas sectoriales.
- Acordar criterios de articulación de recursos
- Concertar compromisos intersectoriales así como la prioridades para la ejecución de los planes, programas y acciones en materia de CC
- Coordinar y definir la estrategia de monitoreo, evaluación y reporte de la implementación de la política de CC
- Coordinar la articulación del SISCLIMA con otros sistemas, programas y redes que participen en las acciones de CC y gestión del riesgo de desastres

Para el nivel territorial, se crearon los Nodos Regionales de Cambio Climático (NRCC), que

tienen las funciones de:

- Promover, apoyar y acompañar la implementación de las políticas, planes y programas de CC en las regiones.
- Actúan como puente entre los niveles nacional y local

El **Comité Interministerial de Cambio Climático del Ecuador**, de acuerdo con la última reestructuración de su composición, lo integran 9 miembros, de los cuales siete son titulares de ministerios y de organismos de gobierno, y dos son representantes de los municipios y provincias del país. De él no hace parte la SENESCYT.

La **Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC) en México la integran como miembros titulares 14 secretarías**. Sin embargo, el CONACYT no es parte de la comisión, y entre los grupos de trabajo que la conforman no existe uno que de manera expresa se dedique a la articulación de las políticas de CC con las políticas de CTI de México.

La **Comisión Intersectorial de Cambio Climático (CICC)**, en Colombia, la integran nueve ministerios y el Departamento Nacional de Planeación, y Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y el Fondo Adaptación. De ella no hace parte COLCIENCIAS, aunque puede ser invitado a las sesiones de la CICC. Y si bien una de las líneas instrumentales de la Política Nacional de CC, cuya coordinación la ejerce la Comisión, es la de “Información, ciencia, tecnología e innovación”, sus avances en esta materia aún son incipientes. Tampoco, entre los grupos de trabajo creado por la Comisión, hay uno que se dedique al tema de ciencia, tecnología e innovación.

A través de sus programas o líneas de acción, las instituciones rectoras de las políticas de CTI en los tres países cuentan con distintos instrumentos a través de los cuales apoyan iniciativas sectoriales relacionadas con CC. Se identificaron numerosas y diversas iniciativas de política que apuntan hacia el desarrollo de las TER a través de actividades que contribuyen al fortalecimiento de los SNI. Así, por ejemplo, en México, el CONACYT y la Secretaría de Energía apoyan y supervisan a los ocho Centros Mexicanos de Innovación en Energía (CEMIEs), los cuales desarrollan proyectos de investigación e

innovación relacionados con energías renovables de investigación. También en México se tiene el Sistema Nacional de Investigación y Transferencia de Tecnología para el Desarrollo Rural (SNITT), que promueve proyectos y programas en materia de investigación, transferencia de tecnología e innovación en las cadenas productivas del área agropecuaria, los cuales en muchos casos son relevantes para la acción climática. O el caso de los fondos sectoriales, que coordina el CONACYT, a través de los cuales se destinan recursos para la investigación científica y el desarrollo tecnológico en el ámbito sectoriales como energía, medioambiente y recursos naturales o agricultura.

Sin embargo, es un hecho la ausencia de los organismos rectores del sector de CTI de los países seleccionados en las instancias de coordinación de transversal de las políticas de CC, al menos como miembros titulares o permanentes. Esto podría entenderse como un indicio de que la generación y difusión de conocimiento, tecnologías y de innovaciones no es aún en la práctica una dimensión transversal, un motor que dinamice las transformaciones que se han propuesto las políticas de CC en los países seleccionados.

No se encontraron evidencias claras, en ninguno de los tres países, de que se esté dando un proceso decidido y sistemático para la alineación de las agendas de política pública, por un lado, de CC y, de otro, de ciencia, tecnología e innovación, que facilite la integración de las TER en los SNI. En otras palabras, existen normas y arreglos institucionales que buscan propiciar espacios de articulación y coordinación entre las agendas de estos dos ámbitos de política pública, y en las normas y políticas públicas del más alto nivel claramente se vincula la CTI con los objetivos de las políticas de CC; sin embargo, en la práctica esto no es un proceso que se esté dando de manera decidida.

III.4 Conclusiones

III.4.1 Frente al cambio climático

En general, los perfiles y las tendencias de las emisiones de GEI de los países seleccionado están vinculados a factores tales como el tamaño, características sociodemográficas y patrones de consumo de su

población; también, como se ha mostrado en la presente sección, están relacionados con su estructura productiva, su modelo de crecimiento económico y, en especial, con sus principales fuentes energéticas.

Existen diferencias entre los patrones de crecimiento de cada uno de los tres países. Pero también existen desafíos comunes relacionados con el propósito de avanzar hacia el cumplimiento de sus respectivas NDC. Uno de ellos es la incorporación de tecnologías renovables dentro de sus matrices energéticas. Tanto en México como en Ecuador, la generación de energía eléctrica aporta de manera significativa a las emisiones. Una mayor penetración de tecnologías de energías renovables permitiría su reducción. En el caso de Colombia, tener una matriz energética más diversificada ayudaría, no sólo a continuar teniendo una matriz limpia, sino también a la introducción de nuevas tecnologías que contribuyan a generar transformaciones en otros sectores.

En efecto, la penetración de tecnologías de energías renovables en las matrices energéticas de los tres países sería un catalizador tecnológico que favorecería transformaciones tecnológicas necesarias en otros sectores asociados a movilidad eléctrica, eficiencia energética y almacenamiento de energía limpia. Esto, a su vez, permitirá la transformación tecnológica de los sectores que requieren de un camino diferente al BAU para alcanzar sus metas NDC.

El sector transporte en los tres países también es un gran contribuyente a las emisiones totales de país. Por lo tanto, requiere igualmente una transformación tecnológica para alcanzar las metas NDC propuestas. El impulso al uso de gas natural vehicular (GNV) como energético de transición y transformación del sector ayudaría a la introducción de vehículos eléctricos. En Colombia, el GNV está comenzando a ser utilizado sobre todo en flotas de transporte público. En cuanto a movilidad eléctrica, en los tres países ya se comercializan vehículos híbridos y eléctricos puros a batería. En el caso de México y Ecuador, como ya se mencionó, la introducción de la movilidad eléctrica como una opción de bajas emisiones en el sector transporte, está sujeta a una transformación de la matriz energética. Igualmente, a la transformación del sector contribuiría la inclusión de las TIC para facilitar opciones de movilidad sostenible⁶⁷.

El sector industrial y productivo requiere también de una transformación tecnológica para lograr procesos más eficientes y menos intensivos en emisiones por unidad productiva. Esto se puede realizar introduciendo y adoptando equipos más eficientes los cuales pueden ser identificados por quienes los usan a través de programas de etiquetado de eficiencia energética lo cuales ya han venido siendo implementados en Colombia y México. Esto aplica tanto para equipos eléctricos como para equipos térmicos y vehículos. En Ecuador se espera tener esta clase de medidas para 2019 con la nueva Ley Orgánica de Eficiencia Energética.

En la construcción, la utilización de diseños y materiales más eficientes ayudará a alcanzar los objetivos NDC. La adopción de prácticas para la obtención de certificaciones tales como LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)⁶⁸ y EDGE (Excellence in Design for Greater Efficiencies)⁶⁹ que ya se están implementando en los tres países.

El uso de medidas de gestión eficiente de la energía desde el lado de la demanda como lo es medición inteligente, la digitalización de la red, las redes inteligentes e internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés) son transformaciones tecnológicas necesarias en este sector y con una estrecha relación con la transformación del sector de generación eléctrica que se mencionó anteriormente. Se puede entender que todos estos cambios y transformaciones sectoriales son complementarias y necesarias, y deben llevarse en procesos paralelos para lograr con éxito generar los cambios esperados para así lograr cumplir con las metas NDC establecidas en cada país.

III.4.2 Los SNI

México

El SNI de México ha tenido avances en los últimos años que deben destacarse. La financiación pública para I+D ha venido aumentando, pero no ha alcanzado las metas que se propuso el PECiTI y sigue siendo inferior a la media de la OCDE. Esto es debido principalmente a la baja inversión privada en I+D, al igual que a la muy baja contribución de los gobiernos estatales. El Sistema cuenta con un arsenal de instrumentos de política y recursos, tanto del sector público como del privado, que hacen que

México se destaque en el contexto de los países de LAC. Existen varios fondos sectoriales y mixtos en áreas relevantes para la acción climática en los cuales el CONACYT desempeña un papel central como articulador, dentro del SNI, con gobiernos estatales y con distintos sectores gubernamentales, como SAGARPA, SEMARNAT, CONAGUA, CONAFOR y SENER, entre otros.

Con todos estos sectores gubernamentales, el CONACYT se coordina para llevar a cabo proyectos de investigación e innovación. Pero la coordinación se limita a lo que se hace individualmente a través de cada uno de estos fondos. Así las cosas, aún existe el desafío de que, de un lado, el SNCTI —a través de instancias como el Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico e Innovación (CGIDTI), el Comité Intersectorial para la Innovación y el mismo CONACYT— promueva con el SINACC (a través de la CICC) la coordinación de la inmensa batería de instrumentos de política disponibles que podrían claramente contribuir a alcanzar objetivos comunes de las políticas de desarrollo sostenible, de innovación y de CC.

Existe también la percepción de que las políticas de innovación están muy centralizadas, de que se formulan de arriba hacia abajo. Esa centralización de políticas hace que se tenga una perspectiva que difícilmente permite atender las necesidades específicas de las regiones o de los sectores. Pero ha habido esfuerzos por remediar esta situación, como es el caso del SNITT (Sistema Nacional de Investigación y Transferencia Tecnológica), que viene realizando varios esfuerzos entre los que se incluye la creación y puesta en marcha de Sistemas Estatales de Investigación y Transferencia Tecnológica (SEITT) como una prioridad para representar todos los estados y regiones y lograr la correcta adopción de tecnologías y transferencia de conocimientos. El trabajo realizado para regionalizar la I+D en 2006-2012 tuvo resultados positivos en términos de distribución de los fondos del CONACYT. En 2012, los estados recibieron proporcionalmente más fondos que la Ciudad de México. Sin embargo, la financiación no se distribuye uniformemente en todos los estados. Y el proceso de regionalización de las políticas de CTI sigue siendo un tema esencial en la agenda de CTI.

⁶⁷ Así, por ejemplo, bicicletas compartidas, patinetas, car-sharing y car-pooling, entre otros

⁶⁸ LEED es un sistema de calificación de edificios ecológicos que proporciona un marco para el diseño y construcción de "edificios verdes saludables, altamente eficientes y económicos". Ver <https://new.usgbc.org/leed>

⁶⁹ EDGE es un sistema de certificación de construcción sostenible focalizado en hacer edificios más eficientes. Ver <https://www.usgbc.org/education/sessions/introducci%C3%B3n-edge-10542785>

En cuanto a capacidades, ha habido un aumento en la tasa de publicaciones y citas de científicos mexicanos. Pero la tasa sigue siendo baja para los estándares internacionales⁷⁰. De cualquier forma, México exhibe un grado de especialización en algunas tecnologías emergentes (bió y nanotecnologías), así como en energías renovables. Y el nivel de colaboración científica internacional y la movilidad de los profesionales se ha venido incrementando. En consecuencia, el SNI ha comenzado a evolucionar hacia el desarrollo de un perfil tecnológico más cercano al de las economías avanzadas.

Ahora bien, los objetivos e incentivos de la academia para realizar investigación no se han alineado con las necesidades del sector productivo. Esto dificulta las sinergias para la correcta adaptación o adopción de tecnologías y la transferencia de conocimientos. De manera que es preciso aún desarrollar un marco de incentivos y de condiciones que promuevan el desarrollo de estructuras de transferencia de conocimiento y tecnología que permita que los actores se alineen y trabajen hacia objetivos comunes en torno de la integración de las TER al SNI mexicano. Un mapeo de los riesgos que representa el CC en las diferentes zonas del país ayudaría a identificar puntualmente las necesidades para así generar políticas, investigación y sinergias con la industria para solucionar estas problemáticas puntuales. De esta manera se podrían orientar los esfuerzos de investigación hacia la solución de problemas tangibles enfocados a tecnologías, productos y servicios que creen nuevos mercados y capacidades dentro del sector productivo.

Colombia

En el período que se extiende a partir de la promulgación de la Ley 1286 en 2009 hasta la actualidad, en Colombia se han dado varias reformas en el sector CTI, a las que se sumaría la creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación en 2019. Durante los últimos 9 años, se creó formalmente el sector administrativo de CTI; se destinaron al desarrollo científico y tecnológico de las regiones, sin precedentes, montos significativos de recursos provenientes de las regalías por la extracción de hidrocarburos y minerales⁷¹; y, desde la perspectiva de las estrategias de política, se le dio

una mayor relevancia a la innovación como factor esencial para la promoción de la competitividad. Sin embargo, los logros en cuanto al fortalecimiento del SNI y a los resultados e impacto de las políticas de CTI durante este período no son aún claros. Los retos del SNI parecen hoy apremiantes en el marco de los compromisos del país ante la CMNUCC y de los objetivos de desarrollo sostenible.

Si bien en Colombia existe formalmente un SNCTI desde hace ya varias décadas, este sigue siendo relativamente pequeño. De hecho, el sistema de innovación colombiano está rezagado con respecto a países latinoamericanos con niveles de desarrollo similares. La existencia de dos sistemas paralelos alrededor de los temas de innovación y competitividad genera serios problemas de gobernanza. Por lo tanto, es necesario definir con claridad los roles y áreas de responsabilidad de los actores de un nuevo sistema en lo que se refiere al diseño estratégico y la coordinación de políticas e instrumentos. Esta definición deberá darse entre instituciones del orden nacional; entre el gobierno nacional y gobiernos regionales; y entre el sector público y el sector privado. Igualmente, importante será definir con claridad las responsabilidades en cuanto a la implementación de las políticas, programas e instrumentos.

La integración de los dos sistemas que hoy coexisten deberá igualmente contribuir a garantizar la conexión y complementariedad de las medidas e instrumentos destinados a promover la I+D, la innovación y competitividad; ayudar a que aumente y se establezca el presupuesto de inversión en CTI; asegurar la coherencia entre el esfuerzo presupuestario y las prioridades de política estratégicas; y facilitar la racionalización y simplificación de los instrumentos de política en este campo.

Durante los últimos años el crecimiento del gasto en CTI ha sido lento y los niveles de inversión siguen estando muy por debajo de países latinoamericanos con niveles de desarrollo similares. Con el cambio de modelo de asignación de recursos de regalías, que comenzó a funcionar con el objetivo de aumentar la igualdad y el desarrollo y la competitividad regional, se han puesto de manifiesto las dificultades de coordinación entre los niveles regional y nacional, ya que la distribución de las regalías implica un

⁷⁰ Si bien México se encontraba para 2016 en la posición 28 en publicaciones científicas por país a nivel mundial con 14.529 publicaciones, superando a países como Israel, Dinamarca o Noruega, al revisar estas cifras en valores per cápita sí es bajo. México tiene una producción de 0,000114 publicaciones per cápita mientras que el promedio de LAC se sitúa en 0,00015 y el de países de la OCDE está en 0,00107 publicaciones per cápita. (Banco Mundial, 2016a) (Banco Mundial, 2016b).

⁷¹ Según el presupuesto asignado al fondo de ciencia, tecnología e innovación del Sistema General de Regalías el monto asignado a proyectos aprobados en el periodo 2012-2018 fue de \$ 2.785.562.756.650,14 de pesos colombianos. Esta suma equivale aproximadamente a unos USD \$ 942 millones utilizando la TRM promedio para 2018 de \$ 2.956 pesos por USD. (Colciencias, 2018).

procedimiento de aprobación complejo y multinivel.

Además, se ha hecho evidente que la capacidad regional para establecer estrategias de CTI varía mucho de una región a otra. Existen grandes disparidades en cuanto a la capacidad para formular proyectos de CTI y administrar programas. Pero más allá de esta situación, el desafío clave es la disponibilidad general de capacidades científicas, tecnológicas y de innovación en todo el país. Mejorar la capacidad de absorción debe estar en el centro de la atención de las políticas y las actividades de gestión relacionadas con el componente CTI del sistema de regalías. Y para ello, es fundamental reforzar las capacidades de los entes regionales y de todos los actores de la sociedad civil.

Ecuador

Ecuador tiene en frente el reto de consolidar el proceso de desarrollo de su SNI. En los últimos años se han construido unos sólidos cimientos desde el punto de vista de su marco normativo, institucional y de políticas, y en términos de inversión pública.

“El impacto de estas políticas se puede verificar en varios niveles: en la educación superior, en la formación de recursos especializados y, sobre todo, en el consenso existente sobre la importancia que tienen todos estos esfuerzos para el país. Esto es importante porque apunta a la formación de una cultura de innovación, que se requiere en todos los ámbitos, como el sector público y el privado, las universidades y los emprendedores, entre otros, para lograr un desarrollo económico inclusivo. Sin embargo, los retos para cumplir dicho propósito son numerosos y significativos, y atenderlos requerirá mucho más que la inyección de recursos económicos” (BID, 2014: 150).

Tales retos se refieren, en el ámbito institucional, al hecho de que aún existe una débil articulación institucional y problemas de gobernabilidad dentro del SNI. Si bien ha habido reformas institucionales recientes en este sentido, aún se requiere una clara y eficaz coordinación de las agencias al más alto nivel que permita alinear objetivos de desarrollo en las áreas de competitividad y ciencia, tecnología e innovación.

Asimismo, la actual estructura institucional no facilita

un diálogo fluido entre el Estado y el sector privado, como tampoco entre el Estado y las universidades y centros de investigación privados. El problema de la coordinación es quizás uno de los desafíos más notorios en materia institucional de los SNI y los sistemas regionales. Un sector de CTI eficaz requiere una estrecha coordinación intra-gubernamental, así como un diálogo permanente y una clara armonización de las visiones y estrategias públicas y privadas, y entre la academia y el sector productivo. Esto deberá venir acompañado de una mayor capacidad institucional para el monitoreo y la evaluación del impacto de las políticas y los instrumentos, y para la recolección de información cuantitativa sobre la innovación y el emprendimiento.

En el terreno del desarrollo de capacidades de la oferta, es preciso desarrollar un plan que permita la reincorporación laboral, dentro del SNI, de todo el talento humano que se ha venido formando mediante el programa de becas; así como dirigir estos procesos de formación hacia la construcción de una base de capital humano científico, tecnológico y de ingeniería que esté en capacidad de responder a las demandas de la economía del país.

En el campo del desarrollo de la innovación en el sector productivo, se requiere desarrollar aun más el portafolio de instrumentos de política para el financiamiento de la innovación empresarial y el fomento al emprendimiento. Así como generar un portafolio de medidas que contribuyan a estimular la demanda por innovación, en especial en el campo de las TER. Y con este fin, deberá prestarse mayor atención al desarrollo de instituciones, capacidades e iniciativas para fortalecer los procesos de transferencia y difusión de tecnología y conocimiento.

Los tres países

Los países seleccionados afrontan retos en materia de brechas de capacidades científicas y tecnológicas con respecto a las economías desarrolladas y las emergentes. Con algunas destacadas excepciones en algunos sectores concretos, sus aparatos productivos aún están lejos de la frontera tecnológica. Las

estrategias de innovación del sector empresarial de estos países han estado históricamente orientadas a la adquisición de tecnologías extranjeras que se integran en los sistemas de producción locales. Ha habido históricamente un déficit en cuanto a la incorporación de conocimiento y tecnología a sus procesos productivos. Y, por supuesto con matices y en distintos grados, los retos en general de los tres países son muy similares a los que se han señalado para el caso general de LAC.

En los tres países existen numerosas iniciativas orientadas al desarrollo de los SNI. Ellas abarcan aspectos como el normativo, el institucional y el de capacidades en materia de CTI, que incluye la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación, así como la formación de alto nivel de recursos humanos. A pesar de sus avances, dichos desarrollos no han resuelto aún importantes debilidades. La más notoria está relacionado con la articulación y coordinación de sus actores, en especial entre el sector académico y el sector empresarial, así como internamente entre sectores a nivel nacional o federal, y entre niveles de gobierno.

Así mismo, se han hecho esfuerzos importantes en los últimos años para fortalecer, a través de sus políticas de innovación, capacidades de oferta de CTI. En este sentido, se destaca el caso de los programas de formación de recursos humanos en Ecuador. Facilitar la construcción de confianza y el desarrollo de formas de cooperación entre la academia y el sector empresarial, y entre estos y el sector gobierno, es aún un reto significativo y prioritario para los tres países, no solo en el campo de las TER, sino en general en otras distintas áreas del conocimiento y la tecnología.

En estos países, el papel del sector empresarial en el desarrollo de capacidades para la innovación es aún relativamente débil. Y aún no se cuenta con los mecanismos necesarios para asegurar que se dé — de manera sistemática, estratégica y participativa con los actores de la cuádruple hélice— una clara integración de las políticas y programas de los SNI con los objetivos y necesidades de los países frente al CC.

Igualmente, los tres países enfrentan el reto de prestar una mayor atención al desarrollo de capacidades de innovación a nivel subnacional. Si bien allí se tienen

experiencias relativamente consolidadas en materia de políticas nacionales de innovación, desde hace ya unos años se han puesto en marcha programas de promoción de la CTI a nivel local o regional. El fortalecimiento de los sistemas regionales de innovación es un área en la que los tres países tienen oportunidades de seguir avanzando.

III.4.3 La integración de las políticas de acción climática y de innovación

México

México cuenta con el Sistema Nacional de Cambio Climático. De este sistema hace parte la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC), que fue creada para coordinar acciones y garantizar la transversalidad de las políticas en este tema. Aun cuando la CICC está encargada de establecer la comunicación entre las diferentes dependencias en temas relacionados con CC, dentro de la información analizada no se halló alusión explícita a objetivos o grupos de trabajo, dentro de la CICC, directamente relacionados con CTI con el SNI. Tampoco se encontraron evidencias acerca de una política que pretenda de manera explícita, integral y sistemática alinear las agendas de política del SNI y del SINACC de México.

Si bien un número importante de instituciones que integran el SNI y participan en sus instancias de coordinación hacen parte también de la CICC, de esta última no hace parte el CONACYT. Lo cual permite concluir, primero, que no hay una alineación claramente definida entre las estrategias, políticas e instrumentos de innovación y las de CC; y segundo, que no existen mecanismos formales de articulación y coordinación entre los representantes de las instituciones que participan en uno y otro sistema.

Habría una oportunidad para buscar que estas agendas se alineen en torno a objetivos de política más ambiciosos. En efecto, las agendas para el cumplimiento de las NDC y la Agenda 2030 para el cumplimiento de los ODS, si bien son separadas, se complementan y podrían reforzarse mutuamente. Un estudio reciente (MGM Innova México, 2018) concluye que el cumplimiento de las NDC contribuiría al logro de los ODS, y permitiría avanzar en la formulación de políticas coordinadas y coherentes.

Según este estudio, los objetivos de CC son transversales en la Agenda 2030: el 40% de los ODS tendrían un efecto directo sobre las metas de mitigación y adaptación. Es el caso, por ejemplo, del objetivo sobre sistemas agrícolas sustentables y resilientes (ODS 2); el del uso eficiente de los recursos hídricos (ODS 6); el de energías renovables (ODS 7); y el que aborda los sistemas de transporte sustentables (ODS 11). El logro de estos objetivos requiere, entre varias otras medidas, el desarrollo y la adopción de TER. Pero ello exige, a su vez, que se den procesos adecuados de planeación bajo un enfoque integral de las agendas de política.

Colombia

En el área del CC, en paralelo con la consolidación de un marco de políticas, también ha evolucionado el arreglo institucional que da lugar al Sistema Nacional de Cambio Climático - SISCLIMA. En 2016 entró en vigencia una Política Nacional de Cambio Climático, que recoge de manera estratégica muy diversos esfuerzos previos en materia de adaptación y mitigación, de financiamiento y de prevención y atención de desastres. Si bien entre sus objetivos está la creación de condiciones habilitantes en materia de información, ciencia, tecnología e innovación, la articulación entre SISCLIMA (creado en 2016) y el SNCTI, es aún un proceso incipiente.

El propósito de integrar las políticas de CTI a la estrategia de CC no ha trascendido en la práctica. De hecho, la ausencia de Colciencias, como entidad líder en temas de Ciencia, Tecnología e Innovación, y del IDEAM coordinador del Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático, en las distintas instancias de articulación y coordinación para la gestión del CC, es una señal clara acerca de la necesidad urgente de integrar en el ciclo de gestión de la política pública las agendas de CTI y de CC.

En este sentido, el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, “Pacto por Colombia. Pacto por la equidad” ofrece una oportunidad para corregir esta situación. El Plan prioriza entre sus objetivos un conjunto de “pactos transversales que operan como habilitadores y también como conectores y espacios de coordinación [...] para el logro de una mayor equidad de oportunidades para todos”. Son 13 pactos transversales. Uno de ellos incluye el CC: “Pacto por

la sostenibilidad: producir conservando y conservar produciendo”. La premisa de este pacto es que las actividades productivas (agricultura, ganadería, minería, transporte) deben ser sostenibles para contribuir a la mitigación del CC. La estrategia se basa en cuatro objetivos que incorporan soluciones de base tecnológica para contribuir a la sostenibilidad. Los ministerios a cargo de las directrices y políticas de cada actividad productiva son los responsables de liderar los planes para el desarrollo e implementación de soluciones (e.g producción agropecuaria sostenible a cargo de MinAgricultura).

Ecuador

La integración de las agendas de política pública del SNI y de acción climática en Ecuador es un proceso aún en ciernes. Si bien en el marco institucional y de política pública, en particular en varios de los instrumentos de promoción de CTI, hay varios puntos de encuentro entre estas dos agendas, dicha integración no obedece a una política expresa con tal propósito. De hecho, la SENESCYT no hace parte del CICC, sino como miembro ad hoc.

Autoridades actuales consultadas señalaron que es evidente la necesidad de desarrollar las TER y la innovación climática a través de una mejor articulación entre el MAE y la SENESCYT. Hasta ahora estos han sido dos mundos tratados de manera separada desde la perspectiva de la política pública. Por lo tanto, aún hay mucho por hacer. Y lo primero podría ser la creación de instancias formales en las que de manera sistemática ambos ámbitos de la política pública (innovación y acción climática) se articulen y coordinen a lo largo del ciclo de gestión de sus agendas.

Varios de los entrevistados señalaron el desafío de superar el modelo según el cual las agendas de CC, que incluyen los compromisos en materia de NDC, dependen de un proceso de transferencia de tecnología Norte-Sur. Es necesario desarrollar ciencia, tecnología e innovación endógenas, a través del fortalecimiento de las capacidades en investigación y desarrollo a nivel nacional y regional de LAC que permitan responder a los desafíos locales. No se puede depender únicamente del financiamiento climático y la transferencia de conocimiento y tecnología desde países desarrollados. Es necesario

incentivar la CTI a nivel nacional y local. En últimas se trata de alinear el desarrollo de capacidades en materia de CTI que no solo respondan al CC, sino que sean también una oportunidad para avanzar hacia una mayor diversificación y sofisticación de la matriz productiva del Ecuador y en especial para el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

De todas maneras, es un reto enorme de política pública el conciliar ambos desafíos: por un lado, el de cumplir los compromisos de las NDC en términos de reducción de emisiones, reporte y verificación, que son taxativos; y por otro, incursionar en iniciativas de I+D+i, que es un campo de incertidumbre y de alto riesgo, si se ve desde la perspectiva de los procesos de innovación. En este sentido, SENESCYT ha hecho la propuesta de que, a través del Green Climate Fund, se trabaje bajo la modalidad “Enhanced Direct Access”, donde se proveen recursos a un organismo gestor que coloca recursos (capital de riesgo + desarrollo de I+D+i) en iniciativas piloto de posibles resultados beneficiosos de alto riesgo (posibles fondos GCF o GEF) en materia de innovación y adaptación al CC. La idea es impulsar la propuesta a nivel nacional e internacional. (Green Climate Fund, 2018)

De otro lado, a nivel interno, en la actualidad se está llevando a cabo un proceso de formulación de un Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación que estará enmarcado dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y que tiene previsto incluir una línea de trabajo en CC. Allí debería balancearse el mayor énfasis que ha tenido hasta ahora el tema de mitigación, por encima del de adaptación. Y, además, debería ser el resultado de un amplio diálogo entre los actores clave: del sector público, el sector privado, la academia y las organizaciones de la sociedad civil, para identificar los objetivos comunes donde todos los actores puedan comprometerse para desarrollar y co-producir productos y servicios de innovación y tecnología que ayuden en la visión de los ODS y agenda de CC.

Asimismo, se podrían aprovechar iniciativas ya en marcha, como es el caso del programa de los HUB's o el de INÉDITA, para darle aun mayor relevancia a agendas de I+D+i que estén dirigidas a buscar soluciones en materia de mitigación y adaptación al CC. De hecho, según un análisis de capacidades

de investigación del país, mencionado en una de las entrevistas, las áreas de ambiente, biodiversidad y cambio climático son las que mayor inversión pública han venido recibiendo, debido a que cuentan con una mayor capacidad instalada, medida en términos de número de investigadores identificados y de publicaciones.

Los tres países

En cada uno de los tres países existen numerosas y diversas iniciativas de política que apuntan hacia el desarrollo de las TER a través actividades que contribuyen al fortalecimiento de los SNI. Estas iniciativas se suelen dar en el marco, bien sea de una política sectorial (como en el caso de ministerios o secretarías) o de un programa transversal (como en el caso de políticas de CTI o de crecimiento verde).

Existen normas y arreglos institucionales que buscan propiciar espacios de articulación y coordinación entre las agendas de estos dos ámbitos de política pública, y en el discurso oficial claramente se vinculan la CTI con los objetivos de las políticas de CC. Sin embargo, no se encontraron evidencias claras, en ninguno de los tres países, de que se esté dando un proceso decidido, integral y sistemático para la alineación de las agendas de política pública, por un lado, de CC y, por otro, de ciencia, tecnología e innovación, que facilite la integración de las TER en los SNI.

Igualmente, en el ámbito del CC se identificaron en los tres países muy variadas y numerosas estrategias y programas de política pública orientados a cumplir los compromisos adquiridos en el marco de las NDC. En los tres países los compromisos adquiridos a partir de la CMNUCC y el Acuerdo de París han propiciado, al menos en el discurso oficial, el reconocimiento de la necesidad de reorientar las políticas de CTI de manera que incluyan los temas de mitigación y adaptación al CC. No obstante, a la fecha no se encontraron evidencias sobre una aportación significativa en la distribución de recursos en este sentido.

Frente a los desafíos que plantea el CC, las respuestas de los países seleccionados, en términos de estrategias de política pública, se vienen alineando con los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Los gobiernos de los tres países ofrecen un discurso asertivo y

enfático sobre la importancia de la innovación para el crecimiento económico a largo plazo y para el bienestar de sus poblaciones. Y han declarado su importancia también para hacer frente al CC.

Se ha buscado que estas iniciativas sean transversales. Y se han venido conformando sistemas nacionales o al menos instancias para coordinar las políticas de CC, en los cuales el rol tanto del nivel nacional, como de los niveles regionales sea igualmente decisivo. Pero es necesario fortalecer los diseños y capacidades institucionales de estas instancias para hacerlas efectivamente operativas.

Se requiere un diálogo más amplio y una mayor decisión en el desarrollo de conocimiento, en particular alrededor de las TER, para su aplicación en iniciativas de adaptación al CC, ya que generalmente, por encima de estos, se priorizan los proyectos de energía renovable, asociados a las medidas en materia de mitigación. Sectores prioritarios, como el forestal y el agropecuario, requieren una mayor atención, asociada también a la acción en el campo de la adaptación. Hace falta un esfuerzo decidido para la identificación, desarrollo, adaptación y adopción de tecnologías apropiadas para estos sectores.

IV. Principales lecciones de la experiencia internacional

Como parte de este estudio, se analizaron los casos de Corea, Canadá, Suecia y Alemania en torno a la integración de las TER a los SNI. Estos casos fueron complementados con la identificación de otras experiencias internacionales sobre prácticas o enfoques de política puntuales que resultaban relevantes para este estudio. En este capítulo se presenta un resumen de las principales lecciones obtenidas del análisis de estas experiencias, que sirvieron de insumo para la formulación de recomendaciones para LAC.

IV.1 Políticas orientadas por misión frente al cambio climático

IV.1.1 Un nuevo enfoque de las misiones

En los últimos dos años, conceptos como misiones o grandes retos globales están obteniendo un gran protagonismo en la escena global. Si bien no son conceptos nuevos, tanto su naturaleza como los

temas en los que se centran las misiones han venido cambiando. Han pasado de un enfoque centrado en el desarrollo de tecnologías, a otro enfoque en el que prima la resolución de grandes retos de la humanidad, tales como el envejecimiento de la población, la curación de enfermedades crónicas o la lucha contra el CC⁷².

Una misión puede entenderse como la respuesta concreta a un reto global. Así que las políticas orientadas por misiones buscan proporcionar nuevas soluciones a desafíos específicos que están en la agenda política. Muchas innovaciones importantes, con gran impacto económico (Internet, por ejemplo), han surgido como resultado de tales políticas. Hoy en día, con la población mundial enfrentando la amenaza del calentamiento global, tales políticas pueden ser tan relevantes como siempre (Edler & Fagerberg, 2017).

Este cambio se ve perfectamente reflejado al observar la evolución de las agendas de investigación de la mayoría de los países de la OECD. Así, los presupuestos nacionales de investigación se están incrementando hacia la resolución de problemas vinculados tanto a la salud como al medioambiente, con un crecimiento de la parte correspondiente del GBOARD (*Government Budget Outlays or Appropriations on R&D*) sensiblemente superior al crecimiento total. La política orientada a misiones no influye únicamente sobre las decisiones de investigación: según datos de OECD, las políticas de ciencia y tecnología orientadas a misión han sido especialmente dinámicas al establecer entre sus prioridades objetivos sociales y medioambientales.⁷³ Una misión puede entenderse como la respuesta concreta a un reto global. Así que las políticas orientadas por misiones buscan proporcionar nuevas soluciones a desafíos específicos que están en la agenda política.

IV.1.2 Las misiones frente al cambio climático

Las políticas orientadas por una misión en el área de cambio climático se han intensificado desde la adopción del Acuerdo de París dentro de la CMNUCC. Las naciones firmantes se comprometieron a combatir el cambio climático y a establecer y acelerar las medidas necesarias para adaptarse a sus efectos. El propio Acuerdo de París es una misión

72 Soete L, Arundel A (1993).

en sí misma en cuanto que se compromete a limitar el calentamiento global muy por debajo de los 2°C y continuar los esfuerzos para limitarlo a 1.5°C para el año 2050. La mayor parte de las iniciativas para enfrentar el cambio climático buscan descarbonizar la economía y desarrollar las tecnologías climáticas para reducir sus impactos medioambientales

También las Naciones Unidas han tenido un papel fundamental en el impulso a las políticas orientadas a misión. Así, la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible identifica grandes retos cuya resolución es de vital importancia para continuar en una senda de desarrollo sostenible, inteligente e integrador.⁷⁴ De hecho, el Objetivo de Desarrollo Sostenible 13 “*Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos*”, insta a los países que suscribieron el Acuerdo de París en la COP21 a adoptar una amplia gama de medidas tecnológicas y cambios en el comportamiento y del aprovechamiento de los cambios institucionales y tecnológicos que se han venido disponiendo para el cumplimiento de tal objetivo.

En el campo del cambio climático existen misiones relevantes tanto a nivel global (Mission Innovation⁷⁵) como a nivel nacional (*Norwegian Climate Policy*⁷⁶), e incluso a nivel de ciudad (*Rotterdam Climate Initiative*⁷⁷) o sectorial (e-movilidad en Estonia⁷⁸). Desde el punto de vista geográfico, existen interesantes diferencias de unas zonas a otras. Por ejemplo, mientras que la mayor parte de los países de Europa occidental cuentan con iniciativas vinculadas a la lucha contra el cambio climático (Suecia, Noruega, España, Holanda y Alemania entre otros), muy pocos países de Europa oriental destacan en esta dimensión, pues, en general, el cambio climático no cuenta entre sus prioridades. Por otra parte, es habitual encontrar iniciativas de este tipo en países que son intensos emisores de gases de efecto invernadero, como Japón, China, India, Brasil y los Estados Unidos.

IV.1.3 Principales características de las políticas orientadas por misiones

Las políticas orientadas por misiones vinculadas al

cambio climático tienen una serie de características.

- **Naturaleza intersectorial y sistémica.** Estas políticas requieren de una aproximación sistémica y están normalmente incentivadas por el sector público a través de los diferentes niveles de gobierno, —según sus competencias— o debido a su alto nivel de riesgo. Esta aproximación de múltiples niveles y sectores requiere también de la actuación coordinada de diferentes actores en diversos sectores de la economía, porque las rápidas transformaciones debidas al cambio climático incrementan las dependencias intersectoriales y derivan en nuevos riesgos que deben de ser mitigados desde una visión integradora. Además, la naturaleza multidimensional del cambio climático hace que a menudo estas iniciativas se traslapen con otras del sector energético o del sector transporte.
- **Impulso principalmente del sector público.** Otra característica interesante de las iniciativas políticas vinculadas al cambio climático es que normalmente son los gobiernos quienes las han puesto en marcha, es decir, surgen impulsadas por la iniciativa pública, aunque no es raro que el sector privado actúe como apoyo e incluso que se involucre en las etapas más tempranas del diseño de las iniciativas. Un ejemplo es el Plan Nacional para la Movilidad Eléctrica de India⁷⁹, donde el sector privado tiene un papel importante como financiador y como desarrollador de infraestructuras para el vehículo eléctrico.
- **Cuentan con un órgano de gobernanza.** Teniendo en cuenta que estas iniciativas suelen tener un horizonte temporal de medio o largo plazo (5-10 años o incluso más), suelen también contar con un órgano de gobernanza creado específicamente para asegurar que el proyecto cumple las expectativas para las que ha sido creado, como por ejemplo la agencia pública KredEx⁸⁰, que gestiona el despliegue del vehículo eléctrico en Estonia.
- **Involucran la sociedad civil.** El involucramiento de la sociedad civil es definitivamente un factor

73 OECD (2016). Op.Cit.

74 Estos retos son: reducción de la pobreza, reducción del hambre, buena salud y bienestar, educación de calidad, igualdad de género, agua potable, energía limpia y sostenible, trabajo digno y crecimiento económico; industria, innovación e infraestructuras, reducción de desigualdades, ciudades y comunidades sostenibles, consumo y producción responsables, acción a favor del clima, vida marina y terrestre; paz, justicia e instituciones fuertes, y partenariados construidos para conseguir los objetivos.

75 Mission Innovation-Accelerating the Clean Energy Revolution. <http://mission-innovation.net/>. Hay más de 20 países que participan o han participado en esta iniciativa (Australia, Brasil, Canadá, Chile, China, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, India, Indonesia, Italia, Japón, México, Holanda, Noruega, Corea del Sur, Arabia Saudí, Suecia, Emiratos Árabes Unidos, Reino Unido, Estados Unidos).

76 Norwegian Climate Policy: <https://www.regjeringen.no/en/topics/climate-and-environment/climate/id1307/>.

77 Rotterdam Climate Initiative: <http://www.rotterdamclimateinitiative.nl/>.

78 E-Estonia Mobility Services: <https://e-estonia.com/solutions/location-based-services/>.

crucial para que estas iniciativas tengan éxito, pues si bien la mayor parte de estas iniciativas deberían ser impulsadas por el sector público, una mayor demanda por parte de la sociedad implicaría un mayor incentivo y una mayor posibilidad de que los gobiernos adopten las medidas necesarias. Sin embargo, la realidad apunta a que muy pocas iniciativas contemplan representación social en sus órganos de gobernanza, donde la sociedad tenga un papel proactivo.

La principal diferencia entre las políticas orientadas por misión y las que tienen una orientación tradicional radica fundamentalmente en dos dimensiones: la justificación y el diseño. Orientar el ejercicio de política a una misión concreta implica obtener soluciones complejas a través del desarrollo de tecnologías, pero también el despliegue y la implantación de las mismas. Ello demanda la participación de una miríada de sectores y de un ecosistema de agentes que proceden de diferentes administraciones, de diferentes niveles dentro de la misma administración y, por último y no menos importante, del sector privado y de las organizaciones de la sociedad civil. Esto hace que las políticas orientadas a misión deban tener un alto grado de concreción. Pero igualmente las dota de una alta complejidad, que las diferencia frente a políticas con una naturaleza más segmentada, como es el caso de las políticas sectoriales, tecnológicas, temáticas o territoriales. Así entonces, el principal rasgo diferenciador entre las políticas orientadas a misión y el resto es que las primeras muestran tanto direccionalidad como intencionalidad, es decir, están orientadas a la resolución de un reto global concreto.

IV.2 Un creciente interés en la integración de las TER a los SNI

La importancia de la integración de las TER en los SNI como prioridad, al menos en la formulación de políticas, ha aumentado considerablemente a nivel global en los últimos años. Este fenómeno no se limita solamente a países desarrollados, sino también a países en vías de desarrollo. Hay una tendencia general a nivel internacional en las últimas tres décadas hacia un mayor reconocimiento de la necesidad de integrar TER en SNI como prioridad de políticas nacionales de I+D+i y de cambio climático. Se trata de una tendencia vinculada con

la aparición de un nuevo paradigma de desarrollo en torno a iniciativas que han dado en denominarse de “crecimiento verde”.

Dicho de otra forma, desde hace dos décadas, y en especial desde la crisis financiera y económica de 2009, se ha buscado implementar nuevos modelos de desarrollo que en muchos casos consideran la protección del ambiente como una fuente potencial de crecimiento y de actividad económica. Dicha tendencia se refleja en los mayores volúmenes de gasto público dedicados al fomento de actividades científico-tecnológicas eco-eficientes.

Ahora bien, el fomento y la integración de las TER en el marco de los SNI no suele reconocerse de manera explícita como un objetivo de política pública. En algunos casos, algunos países analizados han decidido adoptar estrategias y herramientas de apoyo enfocadas explícitamente al fomento de las TER. En otros casos, el fomento de la TER forma parte de documentos, estrategias y políticas públicas de otros ámbitos o sectores (por ejemplo, política científica o medio ambiental). De manera general, sin embargo, los países analizados por fuera de LAC (Corea, Suecia, Alemania y Canadá) cuentan con un marco político y regulatorio específico, destinado a fomentar el desarrollo y la integración de TER en sus respectivos SNI.

El interés creciente por las TER por parte de países avanzados y en vías de desarrollo, no solamente se debe a la mayor importancia política dada a las acciones de protección del medio ambiente, sino también a la percepción de que dichas tecnologías cuentan con un potencial de mercado considerable. En este sentido, se puede observar que, junto con el crecimiento del gasto público dedicado al fomento de las TER, también ha crecido el mercado mundial de este tipo de tecnologías. Hoy en día, varios estudios revelan que el mercado de las TER está en plena expansión, como lo refleja su constante crecimiento en términos de ventas y empleo. Las proyecciones actuales estiman que este crecimiento se mantendrá por lo menos a corto y mediano plazo.

IV.3 Un enfoque de combinación de políticas (*policy mix*)

Los casos exitosos de integración de las TER en el SNI obedecen en buena medida a una clara combinación

79 National Electric Mobility Mission Plan 2020. Department of Heavy Industry, Ministry of Heavy Industries & Public Enterprises. Government of India. Available here: <https://dhi.nic.in/writereaddata/Content/NEMMP2020.pdf>
80 KredEx: <http://kredex.ee/en/kredex/sihtasutus-kredex/>

de políticas públicas que se han implementado a nivel nacional y local en las últimas tres décadas. Dada la naturaleza sistémica que debe tener el fomento de las TER, ha cobrado relevancia el concepto de combinación de políticas (*policy mix*)⁸¹, es decir, en este caso, la combinación adecuada de políticas e instrumentos que involucran igualmente varios sectores, para estimular el desarrollo e integración de las TER en los SNI. Los países analizados suelen contar con una amplia gama de instrumentos de política destinados a fomentar al desarrollo de estas tecnologías y a su integración en los SNI.

De manera incremental, se han desarrollado instrumentos que combinan a la vez objetivos y mecanismos ambientales, así como de promoción de la CTI. Todo lo cual refleja dos tendencias principales en las políticas de CTI: en primer lugar, la creciente complejidad de la política de innovación, que resulta de un número y una variedad cada vez mayores de objetivos, acuerdos, partes interesadas, metas e instrumentos políticos, y que requiere un enfoque más holístico de la gobernanza; y, en segundo lugar, la creciente necesidad de evaluación de las políticas para apoyar el diseño de políticas basadas en datos empíricos (OCDE, 2010).

Una combinación de políticas puede cubrir desde la estructuración de la I+D+i (desarrollo de infraestructuras, clústeres) y el apoyo a los emprendedores, hasta la verificación tecnológica y la creación de un marco financiero atractivo. En comparación con el caso coreano, en los países europeos se hace mayor hincapié en el desarrollo del mercado interno a través de mecanismos destinados a estimular la demanda de productos TER. Pero en general, el gobierno suele encabezar las actividades de I+D en colaboración con el sector industrial, el sector académico y los institutos de investigación. Los proyectos prioritarios son financiados por medio de recursos públicos. Estos recursos se requieren para crear centros de investigación de vanguardia, de calidad y alcance mundial, los cuales fomentan tanto la investigación básica como la experimentación *in situ* con nuevas tecnologías climáticas.

IV.4 Una mejor coordinación entre actores de la cuádruple hélice, así como entre los diferentes niveles de gobierno (gobernanza multinivel)

El amplio número de niveles de toma de decisión y de gobernanza, así como la fragmentación del ecosistema de tomadores de decisión y partes interesadas a nivel nacional y regional, representan uno de los mayores desafíos para los sistemas nacionales de innovación y sus lazos con las TER. Como resultado de dicho esquema, los procesos de decisión suelen ser lentos, pues comportan el logro de acuerdos entre grupos de actores con objetivos, por lo general, divergentes. Los programas de financiamiento gubernamentales en los países analizados suelen carecer de coordinación entre ellos. Igual sucede con las iniciativas que adelantan, de un lado, la industria y, de otro, el sector académico. Con frecuencia, en la revisión de documentación relevante para el presente estudio, se encontraron apreciaciones según las cuales las tecnologías desarrolladas en el marco de la investigación académica o pública no están adaptadas a las demandas del mercado.

Las experiencias internacionales analizadas muestran que el fomento a las TER está motivado principalmente por su correlación positiva con el mejoramiento de la competitividad. También ha influido el cambio de paradigma con respecto a los modelos de crecimiento más adecuados (crecimiento verde, por ejemplo). Esto ha generado un mayor interés por desarrollar marcos institucionales favorables a la promoción de las TER en los SNI. De esta manera, han surgido gradualmente ecosistemas (agentes, regulaciones, instituciones) más densos en el ámbito del fomento de las TER.

Estos ecosistemas incorporan nuevos agentes y tienden a desarrollar o modificar los roles o la asignación de responsabilidades de los agentes existentes, de tal manera que estén alineados con las prioridades estratégicas nacionales en este ámbito; y vienen generalmente acompañados de sistemas de gobernanza más y mejor estructurados, destinados a coordinar las acciones de los diferentes agentes del sistema. Es decir, las políticas buscan romper silos de acción y generar acciones con objetivos comunes entre todos los agentes que reconocen la naturaleza transversal de las TER, y la necesidad de

⁸¹ Por combinación de políticas ó *policy mix*, se entiende el "conjunto de fundamentos, disposiciones e instrumentos políticos aplicados para llevar a cabo una acción pública en ámbitos políticos específicos, así como sus interacciones. El concepto de "combinación de políticas" se refiere, por lo tanto, a: 1) la composición de la "combinación de políticas", es decir, el equilibrio relativo entre sus componentes, y 2) las interacciones entre sus componentes." Ver The Innovation Policy Platform (sf) "policy mix for business R&D and innovation". Descargado de <https://www.innovationpolicyplatform.org/content/policy-mix-business-rd-and-innovation-0>

desarrollar e implementar formas de colaboración y coordinación entre los actores. Además, si bien estas políticas destinadas a fomentar el desarrollo y la integración de TER en SNI suelen enfocarse en las políticas implementadas a nivel nacional, en algunos de los países analizados, las regiones y territorios subnacionales también desempeñan un papel fundamental en este ámbito. El papel de los actores locales ha venido aumentando su importancia en materia de fomento y promoción de las TER.

IV.5 Selección de sectores

Entre las experiencias internacionales analizadas en el marco del presente estudio se encontraron enfoques predominantemente sectoriales, como también transversales. Algunos enfoques se concentran en generar soluciones adaptadas a la demanda del mercado, mientras que otros se enfocan principalmente en la resolución y consecución de retos y objetivos ambientales. En la mayoría de los casos, sin embargo, los países han implementado un proceso riguroso con la finalidad de identificar cuáles son los sectores y tecnologías prioritarios, en el marco de las políticas de apoyo a la integración de TER en los SNI.

Los países analizados se basan en sus fortalezas y desafíos futuros para identificar los sectores y tecnologías a los cuales le deciden apostar. Han puesto un gran énfasis en las energías renovables (eólica, solar, bioenergía) o en procesos de fabricación más eficientes desde el punto de vista de los recursos (economía circular, por ejemplo). Identifican las estrategias de adaptación al cambio climático mediante el uso de modelos prospectivos. De esta manera, se busca formalizar sistémicamente el funcionamiento de la economía y de sus conexiones energéticas y tecnológicas.

Los modelos prospectivos para identificación de tecnologías consisten en una serie de ecuaciones (más de mil para los más completos) que describen las relaciones fundamentales entre la economía, la energía y el medio ambiente. Algunos de estos modelos también se utilizan a nivel regional. Son modelos cuantitativos que permiten llevar a cabo simulaciones para averiguar las consecuencias de un tipo de escenario, o bien optimizar los medios para llegar a un objetivo dado. Un ejemplo relevante en el sector de la energía es el “World Energy Outlook”

de la Agencia Internacional de la Energía⁸². Algunas de las preguntas que se podrían investigar por este medio son, por ejemplo:

- ¿Cuál sería la demanda de energía de un país en 2040 con un crecimiento económico anual de 2%?
- ¿Cuál sería la solución tecnológica más barata para llegar a reducir de 50% las emisiones de GEI a horizonte 2050?
- ¿Cuál sería el momento óptimo para invertir en un tipo de TER, con el objetivo de reducir las emisiones de GEI?

Estos modelos y las preguntas conexas se discuten, por ejemplo, en el marco del Grupo 3 del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)⁸³.

V. Recomendaciones de política para promover la integración de las TER en los SNI

V.1 Alcance y lógica general de las recomendaciones

V.1.1 Innovación para la Acción Climática y la Agenda 2030

Las recomendaciones buscan promover el inicio y consolidación de los procesos de integración de las TER en los SNI de los países de la región de Latinoamérica y el Caribe. Esta integración se entiende como el mejoramiento, dentro de los SNI, de las condiciones marco, las capacidades y los incentivos para el desarrollo, innovación, adaptación, difusión y transferencia de TER. Una mayor integración de las TER en los SNI deberá contribuir a que los países cumplan sus metas de reducción de emisiones de GEI establecidas en las NDC; disminuyan su vulnerabilidad al cambio climático; y fortalezcan el rol que la ciencia, la tecnología y la innovación deben desempeñar en la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Desde la perspectiva de la Agenda 2030, las recomendaciones privilegian el ODS 13, “Acción por el Clima”, que busca la adopción de medidas para combatir el cambio climático y sus efectos. Con todo, su implementación está muy relacionada con otros

ODS: aumentar la capacidad productiva agrícola y el desarrollo de sistemas de producción alimentaria sostenibles (ODS 2); asegurar el acceso universal a servicios de energía con un mejor rendimiento energético y un mayor uso de fuentes renovables (ODS 7); apoyar un progreso tecnológico basado en innovaciones que mejoren la eficiencia energética de los procesos de industrialización y al tiempo permitan alcanzar objetivos medioambientales (ODS 9); lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles, y asegurar la calidad del aire que se respira allí (ODS 11); garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles (ODS 12); hacer una gestión efectiva y sostenible de los océanos, los mares, los recursos marinos, así como de los bosques y de la tierra, y asimismo detener la pérdida de biodiversidad (ODS 14 y 15).

El carácter global y holístico de la Agenda 2030 implica nuevos desafíos en materia de política pública. La integración de las TER en los SNI debe contribuir, no solo a la acción climática, sino también al logro de objetivos de desarrollo social y económico y de sostenibilidad ambiental. “La racionalidad ambiental y ecológica, así como la cohesión social y la igualdad, ya no son solo condiciones marco necesarias, sino también motores estratégicos para el crecimiento y la competitividad a largo plazo”. La política de innovación y la implementación de los ODS dependen y se moldean mutuamente. En consecuencia, la Agenda 2030 requerirá un replanteamiento fundamental de la política de innovación, en términos de sus objetivos, instrumentos y procesos (Lundin & Schwaag Serger, 2018, pág. 4).

V.1.2 Alcance de las recomendaciones

Las recomendaciones abarcan elementos de carácter estratégico, criterios y tipos de instrumentos que sirven para orientar y ejemplificar medidas de política. Se dirigen principalmente a tomadores de decisiones en el nivel nacional. Instan a los gobiernos nacionales a que revisen y reformulen su visión, sus objetivos y metas, así como los marcos y procesos políticos para la formulación e implementación de estrategias y medidas para la promoción de la innovación. De esta manera, se busca darle un papel esencial a la innovación en la implementación de la Agenda 2030

y en particular a los objetivos relacionados con el cambio climático.

En todo caso, la utilización de estas recomendaciones deberá partir de reconocer la heterogeneidad de las características de los países de la región y de sus SNI. Estos se han desarrollado y han coevolucionado en relación con contextos económicos, políticos, sociales o ambientales específicos. No existe un único plan para construir y gestionar sistemas de innovación que puedan ser reproducidos directamente entre países. Las políticas de CTI deben tener en cuenta los retos sociales definidos a nivel local y adaptarse a la naturaleza específica de los sistemas de innovación existentes. La creación de capacidades de innovación permite a los países en desarrollo construir sus propias vías de desarrollo, que responden a los aspectos económicos, medioambientales y sociales del desarrollo sostenible (UNCTAD, 2019, pág. 14).

V.1.3 Lógica general de las recomendaciones

La lógica de las recomendaciones que se propone en la figura abajo, parte de reconocer que la escala y velocidad de las transformaciones estructurales necesarias para enfrentar el cambio climático demandan, para su despegue y conducción, de una decidida voluntad y ambición de políticos y gobiernos.

Se requiere un claro liderazgo para conducir la construcción de una visión que oriente la formulación de una estrategia de innovación orientada por misión que contribuya al logro de los objetivos de la acción climática y de la Agenda 2030. Es decir, la estrategia de innovación debe partir de reconocer la dirección de los objetivos superiores de política que el país ha adoptado, y luego establecer prioridades colectivas más específicas. Para las prioridades que se determinen, se definirán instrumentos, procesos y formas de gobernanza de las políticas de CTI que garanticen la coordinación y coherencia estratégica con los otros ámbitos de la política con los cuales exista una conexión directa.

Una vez definida la estrategia de innovación, se recomienda una combinación de políticas (*policy mix*) e instrumentos que incluye políticas horizontales, políticas verticales y medidas para el desarrollo de capacidades institucionales requeridas por los gobiernos para diseñar y gestionar eficazmente las políticas.

82 En este sentido, cabe mencionar que en el marco del proyecto de “Mecanismos y redes de transferencia de tecnologías de cambio climático en Latinoamérica y el Caribe (LAC)”, del cual hace parte también el presente informe se ha desarrollado el proyecto “Marco Analítico y guías para la planeación ante el cambio climático y Tecnologías Ecológicamente Racionales (TERs)”. Los principales lineamientos de esta guía se presentan en el Anexo F del presente informe.

83 Ver <https://www.ipcc.ch/working-group/wg3/>

La implementación de este enfoque de “combinación de políticas” plantea el desafío de desarrollar enfoques holísticos de gobernanza frente a la complejidad que conlleva el creciente número y la variedad de objetivos, acuerdos, partes interesadas, metas e instrumentos de política asociados con el fomento a la innovación. Las distintas políticas y sus

Se recomienda aplicar un enfoque de “combinación de políticas” al diseño e implementación de una estrategia equilibrada y complementaria de políticas de fomento a la oferta y la demanda. Se hará por medio del apoyo simultáneo a la mejora de la productividad y la innovación de las empresas en el campo de las TER, y del fortalecimiento de incentivos

Figura 7. Marco general de las recomendaciones



Fuente: Consorcio Hincio, Technopolis Group y Tecnalia.

instrumentos interactúan entre sí. Y entre ellos puede haber complementariedades, lo cual podría reforzar la eficacia de las políticas.

Pero también podría haber compensaciones, duplicaciones, efectos contraproducentes y aumentos generales de los costos administrativos que reducen la eficiencia de la acción pública. Se requiere por lo tanto un enfoque más holístico de la gobernanza y del diseño de mecanismos de seguimiento y evaluación de las políticas y en especial de sus interacciones. De esta manera, se reduce la probabilidad de estas posibles fallas y se aumenta la de una mayor eficacia por la interacción de las políticas e instrumentos.

para la creación de una masa crítica de capacidades científicas y tecnológicas en este campo.

Las **políticas horizontales** buscan tener efectos en una base amplia de la economía y no necesariamente beneficiar algún sector en particular. Las **políticas verticales** se centran en fortalecer sectores y áreas tecnológicas específicas cuyo potencial sea decisivo para el logro de objetivos de desarrollo sostenible. En ambos tipos de políticas, las medidas pueden dirigirse, ya sea a la provisión de bienes públicos por parte del Estado, o a intervenciones de mercado.

Los **bienes públicos** hacen referencia a aquellos cuyo suministro a más individuos no implica ningún costo

adicional (o es insignificante) y cuyo consumo por parte de otros es prácticamente imposible evitar. Están destinados a generar, por ejemplo, beneficios sociales en materia de equidad, o condiciones que mejoren la competitividad del sector privado (por ejemplo, mediante la mejora de la infraestructura o la protección de los derechos de propiedad).

debería darse luego de establecer que existen los méritos de la intervención estatal. Esto es: “si el diseño de las intervenciones es adecuado para alcanzar los objetivos deseados, si estas intervenciones tienen el impacto deseado, y si son costo-efectivas” (BID, 2014b, pág. 38).

Recuadro 1. El enfoque de “combinación de políticas”

La implementación de este enfoque de “combinación de políticas” plantea el desafío de desarrollar enfoques holísticos de gobernanza frente a la complejidad que conlleva el creciente número y la variedad de objetivos, acuerdos, partes interesadas, metas e instrumentos de política asociados con el fomento a la innovación. Las distintas políticas y sus instrumentos interactúan entre sí. Y entre ellos puede haber complementariedades, lo cual podría reforzar la eficacia de las políticas.

Pero también podría haber compensaciones, duplicaciones, efectos contraproducentes y aumentos generales de los costos administrativos que reducen la eficiencia de la acción pública. Se requiere por lo tanto un enfoque más holístico de la gobernanza y del diseño de mecanismos de seguimiento y evaluación de las políticas y en especial de sus interacciones. De esta manera, se reduce la probabilidad de estas posibles fallas y se aumenta la de una mayor eficacia por la interacción de las políticas e instrumentos.

Se recomienda aplicar un enfoque de “combinación de políticas” al diseño e implementación de una estrategia equilibrada y complementaria de políticas de fomento a la oferta y la demanda. Se hará por medio del apoyo simultáneo a la mejora de la productividad y la innovación de las empresas en el campo de las TER, y del fortalecimiento de incentivos para la creación de una masa crítica de capacidades científicas y tecnológicas en este campo.

Fuente: Consorcio Hincio, Technopolis Group y Tecnalía.

Las intervenciones de mercado buscan influir en la conducta de los actores mediante la creación o modificación del marco de incentivos, vía, por ejemplo, el otorgamiento de subsidios o la creación de beneficios fiscales.

- **Las políticas horizontales.** Para el caso de la integración de las TER en los SNI, podrían abarcar todos aquellos sectores en los que la innovación y la transferencia de tecnología son indispensables para hacer frente al cambio climático. Buscan crear las condiciones marco necesarias para fortalecer estructuralmente los SNI y favorecer así los procesos de integración de la TER.

- La aplicación de este tipo de políticas mediante la provisión de bienes públicos

- Las intervenciones de mercado, a través, por ejemplo, de subsidios al crédito o a la formación laboral o de exoneraciones tributarias, buscan promover actividades cuya realización generaría beneficios sociales que no son percibidos por los agentes que las controlan; es decir, cuando se ha identificado una falla de mercado que justifica una intervención y se ha logrado adecuar el diseño de un instrumento que deberá conducir a la corrección de dicha falla (BID, 2014b, pág. 38).

- **Las políticas verticales.** Deberán orientarse de manera selectiva hacia sectores que cada país haya priorizado. La selección de estos podrá hacerse usando criterios relacionados, por

ejemplo, con **tendencias** de las emisiones de GEI y el panorama de vulnerabilidad al cambio climático; con el potencial que ofrecen en términos de beneficios sociales y económicos, como sería el caso generación de empleo, inclusión productiva o competitividad; o con su valor estratégico derivado de la generación de capacidades productivas o tecnologías de las cuales podrían obtener provecho otros sectores valiosos para el desarrollo de un país (BID, 2014b, pág. 48). El diseño de estas medidas de política deberá adaptarse a los niveles de desarrollo de sus respectivos SNI a fin de contribuir al cumplimiento de objetivos de política de acción climática (como los NDC), y de articularse con otros ODS en cada país.

- Estas políticas podrían implementar mediante la provisión por parte del Estado de bienes públicos verticales, es decir, que generan beneficios para sectores específicos. Este sería el caso de la creación y apoyo a programas de formación en ciertas áreas; la creación de centros de investigación, centros de transferencia de tecnología o en general de infraestructura científica y tecnológica para un sector; o el apoyo a actividades de investigación y desarrollo tecnológico en áreas que benefician sectores específicos.
- Las intervenciones en el mercado desde una perspectiva de política vertical son, por ejemplo, el otorgamiento de subsidios, créditos o el proteccionismo en sectores específicos. Se trata sin duda de medidas polémicas y que conllevan riesgos: pueden generar conductas rentistas o propiciar la arbitrariedad o al favoritismo de las autoridades políticas (BID, 2014b, pág. 49).
- Y en tercer lugar, medidas para el fortalecimiento de capacidades institucionales para el diseño y gestión de las políticas que se requieren, tanto para lograr los beneficios potenciales que ofrecen las mencionadas medidas de política, como para mitigar el riesgo de fallas de gobierno, es decir, cuando las intervenciones del gobierno, en ocasiones justificadas con la idea de corregir una falla de mercado, resulta en una situación incluso

más desfavorable para la sociedad en relación con la problemática que se pretendía resolver (BID, 2014b).

V.2 Liderazgo, visión y misión

V.2.1 Liderazgo y construcción de visión

El marco de objetivos globales de desarrollo que ofrecen el Acuerdo de París y la Agenda 2030 fija un norte para la definición de las estrategias de desarrollo con las cuales debe estar alineado el objetivo de integrar las TER en los SNI. La integración plantea el reto de repensar los SNI teniendo presente que su transformación debe contribuir al logro de objetivos más ambiciosos de desarrollo. Y requiere por lo tanto que en cada país se cuente con el liderazgo y el compromiso políticos al más alto nivel para la construcción de una visión que oriente el desarrollo del respectivo SNI. Esta visión ayudará a fijar en cada país la ruta para emprender un cambio tecnológico que privilegie las TER de manera acorde con los desafíos del cambio climático y con la Agenda 2030.

El liderazgo y compromiso políticos deberán surgir cuando el nivel político de los gobiernos en LAC—con base en evidencias sólidas, y motivados por una movilización social creciente, diversa y plural—reconozca las ventajas y beneficios sociales, económicos y ambientales de impulsar cambios en los SNI para promover las TER. Por lo tanto, se recomienda:

- La visión deberá igualmente adoptar principios y valores éticos, sociales y ambientales que sean consistentes con los desafíos que pretende superar, y que promuevan la articulación y alineación de los objetivos de política de los distintos sectores relevantes.
- Esta construcción será liderada desde el más alto nivel político, pues ello demanda, tanto la coordinación de diferentes niveles de gobierno, actores y sectores de la economía, como un rol central del sector privado y del conjunto de la sociedad. Por lo tanto, dicha visión deberá construirse con base en mecanismos participativos.
- La visión no deberá ser construida desde una perspectiva meramente nacional, sino también

regional y global. Los países de la región deberán estudiar y encontrar, no solo de manera individual sino también de forma cooperativa, las soluciones adecuadas para las condiciones de los países de LAC.

V.2.2 Definir una Estrategia Orientada por Misión

El logro de la visión deberá alcanzarse por medio de una **“estrategia orientada por misión”** que integre desafíos económicos, sociales y ambientales de los países. Dada la naturaleza intersectorial y sistémica del desafío, la misión comporta un cambio estructural en cuanto a los usos y costumbres de la sociedad, e incluso en la mentalidad y la cultura en relación con las TER y su importancia frente al cambio climático. Acerca de la estrategia orientada por misión, se recomienda:

- Debe contar con un objetivo social o tecnológico concreto y claramente definido, preferiblemente en términos cuantificables.
- Su horizonte temporal deberá situarse en el mediano (2030) y largo plazo (al 2050) y deberá alinearse con la implementación de los ODS.
- Buscará transformar en el largo plazo la economía mediante el fortalecimiento de los SNI. Por lo tanto, las políticas de innovación deberán incorporar entre sus objetivos la reducción tanto de emisiones de GEI como de la vulnerabilidad a los impactos del cambio climático.
- Será una estrategia creíble, no sujeta a cambios frecuentes ni impredecibles. Sus políticas, programas y procesos tendrán continuidad. La agenda para su implementación incluirá metas, acciones, responsables, así como recursos institucionales, humanos y financieros.
- El diseño e implementación tendrán un enfoque de combinación de políticas (ver Recuadro 1), a fin de garantizar el equilibrio y complementariedad de las medidas de fomento a la oferta y a la demanda.
- Implementar o fortalecer, dentro del sector público y entre este y el sector privado, mecanismos de gobernanza, coordinación y evaluación que aseguren una mayor eficiencia de

la combinación de políticas de promoción de las TER por medio de evitar duplicaciones, efectos contraproducentes o aumentos innecesarios de los costos administrativos.

- La estrategia incorporará mecanismos de monitoreo y evaluación que faciliten la rendición de cuentas y generen incentivos para su cumplimiento por parte de los responsables de su implementación.

V.3 Políticas horizontales: Crear condiciones marco apropiadas para la integración de las TER y los SNI (Subsistema político y de marco regulatorio)

V.3.1 Crear un marco regulatorio propicio

- Los SNI deben contar con un marco regulatorio adecuado para el desarrollo e implantación de las TER, que genere confianza, garantice un entorno estable a los agentes del sistema involucrados en su generación, y contribuya a eliminar las barreras para la transferencia de tecnología al mercado y a las comunidades.
- En el sector ambiental, la aplicación del régimen de propiedad intelectual deberá, a través de políticas y reglamentos, priorizar la atención de temas que plantean retos para la integración de TER y SNI, como es el caso de la lucha contra la biopiratería, la protección y uso de saberes ancestrales, la conservación y aprovechamiento de la biodiversidad y el manejo de cuencas hidrográficas transfronterizas.
- Establecer un régimen adecuado de protección de la propiedad intelectual que garantice, para el sector de las TER, retornos económicos a los inversores. Esta demanda es especialmente crítica en los países con menor nivel de desarrollo tecnológico, que necesitan garantizar la protección de la propiedad intelectual para estimular la oferta de tecnología dentro del propio país, y también que demandan un marco regulatorio internacional que les facilite la incorporación de tecnologías desarrolladas en terceros países⁸⁴.
- Implementar cambios en las políticas y reglamentos de las universidades que difundan

los potenciales beneficios, incentiven y asesoren (por ejemplo, a través de Oficinas de Transferencia de Tecnología) la generación y explotación de la propiedad intelectual por parte de los académicos, de manera que existan estímulos no solamente para la publicación de artículos sino para la obtención de patentes y otras formas de propiedad intelectual.

V.3.2 Mejorar el financiamiento para la innovación de las TER

Este mejoramiento deberá darse en cuanto al volumen del financiamiento y a su uso estratégico para impulsar y apalancar recursos, especialmente del sector privado (UNFCCC, 2017). Las opciones de financiación de un proceso de innovación están determinadas, entre otros aspectos, por el estado de desarrollo de una iniciativa. Como se muestra en la ilustración abajo, hay varios ejemplos de opciones de financiamiento asociadas a cada etapa, ya sean de origen público o privado. Pero el financiamiento puede ser en la realidad una combinación de estas opciones (UNFCCC, 2015b).

El apoyo del gobierno es esencial para superar las brechas de financiación cuando existe un alto riesgo

que desalienta la inversión privada, como es el caso de la etapa en la que se realizan las actividades de I+D. Otros métodos de inversión para el capital privado pueden contribuir a subsanar con mayor facilidad las deficiencias de financiación.

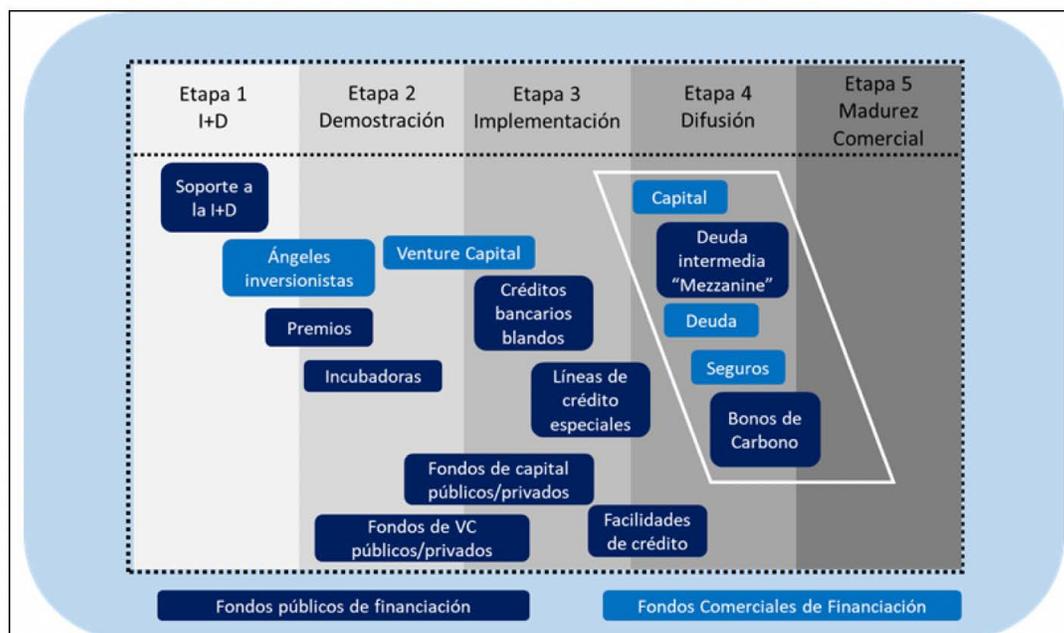
Una opción son los instrumentos de financiación mixtos, que surgen de la necesidad de una nueva gama de instrumentos que cubra la continuidad de las actividades pre-comerciales, de comercialización y de difusión y reduzca las brechas de financiación. Estos modelos de financiación incluyen estructuras de capital e instrumentos basados en subvenciones que permiten a los inversores públicos y privados participar en el mismo vehículo de financiación, según su capacidad de asumir riesgos.

En este orden de ideas se recomienda:

V.3.2.1 Incrementar los niveles de inversión pública en CTI asociadas a las TER

Este incremento deberá darse de manera que se incentive el apalancamiento de inversión del sector privado y se aumente la eficacia del gasto en I+D por medio de la obtención de un mayor rendimiento (nuevos conocimientos, más y mejores redes de investigación y tecnologías más efectivas) de los

Figura 8. Distribución de los recursos de financiación en la cadena de valor de la innovación



Fuente: (UNFCCC, 2015b)

84 Ver Oh Ch. (2017). "Political economy of international policy on the transfer of environmentally sound technologies in global climate change regime". New Political Economy. DOI: 10.1080/13563467.2017.1417361.

fondos disponibles. Para ello, se recomienda:

- Determinar las necesidades de financiación en el campo de las TER, a través de mapeos y sistemas de monitoreo que permitan identificar las necesidades de capital y las etapas de desarrollo de TER en las que más se necesita. Estas etapas suelen ser las iniciales y las de comercialización. El mapeo permitiría asimismo identificar igualmente sectores tecnológicos que no están siendo suficientemente atendidos por el sector privado y hacerlos parte de los objetivos de financiación con fondos públicos y de organizaciones internacionales.
- Incorporar en las agendas nacionales de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, como parte de sus objetivos estratégicos, iniciativas para la promoción de las TER. Así, se facilita la integración de prioridades de los sistemas de cambio climático en los SNI y se abre la posibilidad de que iniciativas en este campo accedan a fondos públicos.
- Incluir en los procesos de compras públicas modalidades que promuevan, no solo la adquisición de TER existentes en el mercado, sino también el desarrollo de soluciones innovadoras en este campo.
- Incluir los temas de I+D+i asociados a desarrollo y transferencia de TER, dentro de los programas estratégicos institucionales de internacionalización para canalizar recursos de cooperación internacional y banca multilateral.
- Complementación de fuentes públicas y privadas de financiación por medio de mecanismos alternativos tales como la financiación del carbono a través de mercados de carbono y cambio climático⁸⁵, o medidas de fijación de precios e incentivos, entre otros.

V.3.2.2 *Crear un entorno que estimule la inversión privada de la Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I) asociada a las tecnologías climáticas.*

La creación de este entorno implica estimular la combinación de fondos públicos de I+D+i con un conjunto de instrumentos de política para catalizar

la inversión del sector privado. Estos instrumentos deben dirigirse a corregir la percepción, a menudo desfavorable, de baja rentabilidad y riesgo asociados a los mayores costos económicos y de capital inicial que, en comparación con las tecnologías tradicionales, ofrecen las tecnologías climáticas. Para lograrlo se requiere el estímulo a los fondos de capital de riesgo y las redes de ángeles inversionistas, así como el desarrollo de instrumentos de política y financiación que incluyan acciones de “empuje tecnológico” (*technology push*) y acciones de “atracción tecnológica” (*technology pull*).

- Estimular el desarrollo de redes de ángeles inversionistas a través del fomento de plataformas para este fin; así como la oferta de fondos de capital de riesgo (venture capital).
- Acciones de empuje tecnológico incluyen la financiación pública directa de I+D+i en tecnologías climáticas. Estas políticas públicas impulsan tanto a los actores públicos como privados a emprender actividades de I+D+i, y pueden incluir:
 - Incentivos fiscales.
 - Subvenciones de capital para proyectos y programas de demostración.
 - Subsidios directos.
 - Garantías de préstamos.
- La atracción tecnológica implica políticas, creación de mercados e incentivos para atraer al sector privado a los mercados de tecnologías climáticas. Esto puede incluir:
 - La fijación de precios del carbono y los impuestos sobre el carbono.
 - Normas de protección del consumidor, educación y etiquetado.
 - Sistemas basados en cuotas, como las normas de la cartera de energías renovables y la eficiencia de la flota de vehículos de la

⁸⁵ En ellos se compran y venden créditos de carbono. Para mayor detalle ver Seeberg-Elverfeldt, C. (2010) Las posibilidades de financiación del carbono para la agricultura, la actividad forestal y otros proyectos de uso de la tierra en el contexto del pequeño agricultor. FAO. -MICCA. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/012/i1632s/i1632s.pdf>

producción.

- Políticas de contratación pública
- Premios a la innovación.
- Proporcionar señales claras, a través de políticas apropiadas (estándares normativos a productos y servicios), sobre la existencia de un mercado para las tecnologías climáticas. Esto es clave para asegurar que exista un incentivo para que las empresas privadas aumenten su gasto en I+D.

V.3.2.3 Mejorar el acceso a financiamiento de las TER y la Eco-innovación

Este mejoramiento deberá darse mediante la creación de incentivos financieros apropiados para cada tipo de actor y tecnología, y para cada tipo de barrera que existe según la etapa en la que se encuentre el desarrollo de una tecnología o de un proceso de innovación. Para la mejor utilización de estos incentivos, deberá también generarse medios para corregir asimetrías de información y así promover una mejor comprensión por parte de los interesados de los procedimientos para acceder a mecanismos de financiación disponibles. En concreto, los gobiernos de la región pueden poner en marcha instrumentos financieros destinados a apoyar al desarrollo y difusión de TER para la producción de bienes y servicios, tales como:

- Fondos específicos para la financiación de TER soportados con recursos nacionales o regionales. Estos fondos podrán otorgar préstamos comerciales y de política verdes, es decir, préstamos otorgados por instituciones públicas destinados a apoyar actividades empresariales compatibles con las metas establecidas por los gobiernos para el fomento de las TER. Como apoyo a esta medida, deberán igualmente implementarse actividades para la formación de capacidades en la formulación de proyectos.
- Garantías de política verde. Buscan el mejoramiento de los ecosistemas de inversión para disminuir el riesgo relacionado con préstamos a pequeñas y medianas empresas a través de mecanismos como los sistemas públicos de garantía del crédito o mecanismos mixtos de financiación.

La inversión de capital es proporcionada tanto por inversores privados como públicos. De esta manera, se proporcionan garantías para el cumplimiento de obligaciones, y se cubren eventuales riesgos asociados con el desarrollo de tecnologías, empresas y productos verdes.

- Bonos verdes. Son títulos de crédito de renta fija emitidos por instituciones públicas o privadas que están calificadas para su manejo. Se utilizan para recaudar fondos dedicados exclusivamente al crecimiento verde dentro de los sectores público y privado. Su objetivo es financiar o refinanciar, en parte o en su totalidad, proyectos verdes elegibles, ya sean nuevos o existentes que cumplan con los *Green Bond Principles* (GBP)⁸⁶.

V.3.2.4 Gestionar y estimular otras fuentes de financiamiento

- **Fondos de cooperación internacional.** Comparten en muchos casos los costos de la inversión pública. Estos fondos suelen enfocarse particularmente en procesos de transferencia de tecnología para facilitar economías de escala, aumentar el intercambio de conocimientos y fomentar el desarrollo y la difusión de tecnologías. Es común encontrar recursos de cooperación en las diferentes fases de desarrollo del proyecto, variando la magnitud de la inversión y el instrumento. Los bonos verdes son uno de estos mecanismos, que capturan recursos de los fondos de cooperación internacionales. A menudo, los bonos verdes o bonos climáticos prometen retornos positivos, al mismo tiempo que garantizan que los apoyos de los proyectos logran ciertos objetivos de mitigación del cambio climático y de sostenibilidad general (WWF, 2012). El Banco Mundial ha sido un actor muy activo en la promoción de este tipo de instrumentos.
- **Crowdfunding.** Se ha convertido en los últimos años en una alternativa de financiación, en la que un gran número de pequeños inversores proporciona conjuntamente capital a emprendedores, empresas en fase inicial o proyectos. Existen diferentes tipos de crowdfunding. Los más conocidos son aquellos en los que se reciben donaciones sin ningún tipo de retribución y aquellos en los que los

donantes reciben retribuciones no económicas. Un tercer tipo, similar a un fondo de capital, consiste en que, con el capital invertido por muchas personas, se compran acciones de una empresa en su etapa inicial, y los inversionistas se convierten en accionistas a largo plazo. El otro tipo es el crowdfunding con deuda, que permite que muchos prestamistas otorguen pequeños préstamos a nuevas empresas. Los “prestamistas”, en lugar de retorno en forma de acciones, reciben intereses hasta que se paguen los préstamos (WWF, 2012). Una experiencia interesante en este sentido es la European Crowdfunding Network 2018 (ECN, 2018)⁸⁷.

- **Sistemas Producto-Servicio** (product-service systems o PSS). Es un modelo novedoso que ha tenido éxito con algunas TER, como energía solar. Su modelo de negocio consiste en convertir

pequeños, con devoluciones garantizadas por diferentes usuarios finales (WWF, 2012)⁸⁸.

- **La micro financiación.** Es una alternativa para financiar TER, especialmente en la fase de difusión. La micro financiación ha surgido como una forma eficaz de difundir TER en los países en desarrollo. Las instituciones de micro financiación (IMF) seleccionan a los usuarios finales y distribuyen los préstamos, mientras recaudan capital del exterior para financiar sus operaciones. En el área de las TER, las IMF a veces distribuyen préstamos directamente como productos de energía renovable pre-pagados, después de comprar los productos a precios al por mayor de los fabricantes. De forma similar a los inversionistas de PSS las compañías micro-financieras recaudan el capital que necesitan directamente de los bancos y otras instituciones financieras (WWF, 2012).

Recuadro 2. Ejemplos de utilización de bonos verdes

- **México:**
 - “México, líder en bonos verdes en América Latina” <https://www.eleconomista.com.mx/mercados/Mexico-lider-en-bonos-verdes-en-America-Latina-20181106-0131.html>
 - “Emisión de Bonos Verdes de la Ciudad de México” <http://bolsamexicanadevalores.com.mx/emision-bonos-verdes-ciudad-de-mexico/>
- **Ecuador:**
 - “Bonos Verdes. Bolsa de Valores de Quito” <https://www.bolsadequito.com/index.php/blog-2/226-bonos-verdes>
- **Colombia**
 - “Colombia emite su primer bono verde en el mercado local por 200 mil millones de pesos con el apoyo del BID” <https://www.iadb.org/es/noticias/comunicados-de-prensa/2017-08-09/emision-bono-verde-colombia%2C11865.html>

un producto en un servicio. Por ejemplo, algunas empresas venden electricidad solar a clientes por una cuota mensual. Estas empresas instalan, mantienen y son propietarias del sistema de energía solar manejado por el cliente. De esta manera, las PSS han creado una nueva clase de activos a través de los cuales los inversionistas pueden invertir capital. En lugar de ofrecer una inversión en un proyecto de infraestructura, como normalmente lo hacen, las firmas PSS ofrecen inversión en una cartera de muchos activos

Como estos, existen numerosos sistemas de financiación alternativos, particularmente para proyectos/tecnologías en fases de comercialización y difusión. Plataformas como *Climate Finance Lab* (www.climatefinancelab.org) se encargan de compilar y premiar estas iniciativas. Esto demuestra que se puede hacer un diseño de instrumentos adecuado y exclusivo para el desarrollo de TER.

V.4 Políticas verticales: Desarrollar capacidades de innovación en TER en sectores prioritarios para la acción climática y los ODS

86 Ver Green Bond Principles (GBP) y <http://treasury.worldbank.org/en/about/unit/treasury/ibrd/ibrd-green-bonds>

La integración de TER en los SNI podría requerir un proceso de transformación gradual del aparato productivo de cada país. El alcance de esta transformación dependerá de la visión y la estrategia orientada por misión que se hayan propuesto. A su vez, implicará el diseño e implementación de políticas activas dirigidas a un cambio tecnológico del aparato productivo que privilegie el desarrollo de las TER de manera acorde con los desafíos que plantea, en cada país, el cambio climático y la implementación de la Agenda 2030.

El cambio tecnológico deberá ser el resultado de combinar políticas horizontales con un conjunto de políticas verticales que, de manera selectiva, desarrollen soluciones a problemas o desafíos en áreas tecnológicas y sectores específicos con un alto valor estratégico para el desarrollo sostenible. Así entonces, el diseño e implementación de políticas verticales debe **iniciarse** con un **proceso de selección y priorización de sectores y áreas tecnológicas**. Y, de acuerdo con esta priorización, se propone diseñar e implementar una serie de recomendaciones para los subsistemas de educación e investigación, el productivo y el de intermediación y transferencia de tecnología.

Ahora bien, estas intervenciones verticales son de por sí polémicas, pues comportan un proceso de “selección de ganadores”. El diseño e implementación de este tipo de políticas conlleva el riesgo de que ciertos grupos de interés vean en este proceso una oportunidad para “buscar rentas”. Lo cual podría derivar en una situación de captura o de manipulación política que, en el mediano y largo plazo, serían contraproducentes para la sociedad.

Existe un sólido desarrollo conceptual y un significativo acervo de evidencias que muestran, a pesar de sus riesgos, la conveniencia de combinar políticas horizontales con políticas verticales (BID, 2014b). Así entonces, las preguntas son: ¿Cómo seleccionar los sectores y áreas de aplicación tecnológicas que deben recibir el apoyo del estado para alcanzar las metas propuestas? ¿Cómo se puede estructurar un diálogo público-privado para definir cuáles bienes públicos y qué tipos de intervenciones en el mercado se necesitan? ¿Cómo podría ayudarse al privado para que produzca los bienes colectivos que se precisan?

87 Ver https://eurocrowd.org/wp-content/blogs.dir/sites/85/2018/07/ECN_CF4ESIF_Report_Triggering-Participation_2018.pdf
88 Ver además https://pub.iges.or.jp/pub_file/report08pdf/download

¿Cómo debería organizarse y qué capacidades debería desarrollar el Estado para gestionar la provisión de bienes públicos o intervenciones en el mercado dirigidas a sectores o áreas tecnológicas específicos, evitando los problemas de captura? (BID, 2014b).

Las intervenciones específicas para sectores o áreas de aplicación tecnológica deben preservar un enfoque basado en la demanda para reducir así el riesgo, ya sea de captura o de ineficiencias resultantes del enfoque de “elegir a los ganadores” (BID, 2017, p. 21). Estas decisiones conllevan inevitablemente riesgos en el terreno de la economía política, *“ya que la formulación de políticas de innovación implica varios problemas de agencia potencialmente importantes que pueden conducir a la pérdida de responsabilidad y socavar la eficacia de las políticas [...]”. Dado los horizontes a largo plazo necesarios para que la innovación y las inversiones científicas maduren, la inconsistencia dinámica tiende a ser un problema importante para la formulación de políticas en este ámbito*” (BID, 2017, p. 26).

Por lo tanto, la definición, mediante un proceso participativo, de una visión clara de desarrollo sostenible de largo plazo alineada con una estrategia de integración de las TER a los SNI, contribuiría a mitigar este riesgo. De igual manera, las capacidades de los gobiernos son fundamentales para diseñar e implementar de manera eficaz las políticas de integración de las TER en los SNI: capacidades institucionales para reflexionar, justificar y sustentar desde una perspectiva conceptual, metodológica e incluso política el diseño y formulación de estrategia de política pública; así como para implementar, coordinar, monitorear, evaluar y realimentar estas políticas.

V.4.1 Priorizar sectores y áreas tecnológicas que permitan alinear estrategias de acción climática, ODS e innovación

Para la priorización de sectores y áreas tecnológicas existen diversos modelos y herramientas. En el presente informe, en el análisis de los desafíos en materia de acción climática que enfrentan LAC y en particular los países seleccionados, se utilizó un método que identifica las tendencias y perfiles de las emisiones de GEI y permite determinar los sectores que más emiten y los más intensivos en relación con

su valor agregado. De esta manera, se establecen los esfuerzos sectoriales requeridos para cumplir, según los niveles de las emisiones y el grado de ambición de la respectiva NDC, con las metas de mitigación; y se identifican aquellos sectores que son prioritarios en cuanto a la necesidad de implementar cambios tecnológicos a partir de procesos de innovación y de transferencia de TER.

En este sentido, un criterio que podría complementar este método de priorización se refiere al **tamaño de la brecha tecnológica** de los sectores que se hayan identificado que tienen el mayor potencial de reducción de emisiones. Así entonces, entre dos sectores con el mismo potencial, y bajo un criterio de costo-beneficio, se debería priorizar aquel sector que está más alejado de la frontera tecnológica, pues el cierre de brechas implicaría, para la misma reducción de emisiones (es decir, el mismo beneficio), un menor esfuerzo (costo) desde el punto de vista de desarrollo tecnológico.

Igualmente, en el presente informe se hace un análisis sobre la vulnerabilidad al cambio climático en general en LAC y en particular en los países seleccionados, que permite concluir acerca de los sectores más vulnerables a los efectos del cambio climático y acerca de las tecnologías que podrían contribuir al proceso de **adaptación**.

Hay también otras aproximaciones para seleccionar sectores. En BID (2014)⁸⁹, por ejemplo, se ofrece una amplia discusión desde el punto de vista conceptual y práctico sobre algunos modelos para seleccionar sectores prioritarios desde una perspectiva de desarrollo productivo. En este sentido, se indica que “la objetividad del análisis de la evidencia y la evaluación independiente, a salvo de la captura”, deben ser las dos características clave para seleccionar sectores que serán objeto de políticas verticales. Y se señalan distintos criterios para la selección, como la identificación de fallas de mercado que justifique una intervención de política; el grado de sofisticación de un sector como un indicador de su potencial para generar ingresos; o el análisis prospectivo de las tendencias del mercado para evaluar el potencial valor de ciertos sectores.

Ahora bien, ante el propósito de integrar las TER a los SNI mediante la alineación de los objetivos de la política de innovación con los objetivos de la acción

climática y con la Agenda 2030, el reto de priorizar sectores y áreas tecnológicas puede ser incluso más complejo. En este sentido, la metodología “Marco Analítico y guías para la planeación ante el cambio climático y Tecnologías Ecológicamente Racionales (TER)”⁹⁰ brinda orientación para que los países de LAC adelanten un proceso de toma de decisiones informado y consensuado, mediante una metodología participativa que usa modelos y herramientas analíticas. Su enfoque incorpora en el análisis escenarios y perspectivas nacionales y sectoriales a fin de evaluar y priorizar tanto los sectores como las tecnologías más apropiadas para conseguir los objetivos de política pública que hayan fijado los países en el marco de la visión y la estrategia de innovación orientada por misión que se recomiendan en el presente estudio. Los principales lineamientos de esta guía se presentan en el Anexo E “Estructura de la Guía ‘Marco Analítico y guías para la planeación ante el cambio climático y Tecnologías Ecológicamente Racionales (TERs)’”.

Igualmente, en el Anexo F, “Taxonomía de las Tecnologías Ecológicamente Racionales” se tiene información que, de acuerdo con los sectores y áreas tecnológicas que se hayan priorizado, que permite una categorización de las TER más comúnmente utilizadas y aporta elementos que podrían servir para el examen de cuáles son las TER que más podrán influir para alcanzar objetivos de mitigación y de adaptación.

V.4.2 Subsistema de educación e investigación: Desarrollar la oferta mediante el fortalecimiento capacidades científicas, tecnológicas y de innovación para la integración de las TER a los Sistemas Nacionales de Innovación en sectores priorizados

El desarrollo de TER está estrechamente vinculado con el desarrollo de instrumentos de fortalecimiento de la oferta tales como programas de apoyo directo a la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico y la innovación, así como con la formación de capital humano. En las áreas tecnológicas relacionadas con el cambio climático, las capacidades necesarias para alcanzar los objetivos que se ha fijado un país no suelen encontrarse localizadas en un solo sector y, a menudo, no son suficientes las que hay disponibles

89 BID (2014). ¿Cómo repensar el desarrollo productivo?: políticas e instituciones sólidas para la transformación económica. G. Crespi, E. Fernández-Arias, & E. Stein, Eds. Banco Interamericano de Desarrollo.

en el mismo país.

Por lo tanto, la colaboración intersectorial, y en general entre los actores de los SNI, es necesaria para identificar las capacidades necesarias y desarrollarlas, y para evitar ineficiencias y traslajos. También se requieren redes de comunicación abierta entre los agentes de la cadena de valor de la I+D+i para que las actividades de investigación y de formación del capital humano respondan, no solo a las necesidades actuales del sistema, sino también y de manera estratégica a las necesidades futuras.

Esto es especialmente importante en el caso de las TER. Aunque los países de LAC se enfrentan a retos vinculados al cambio climático, en algunos casos comunes la aproximación a las soluciones posibles será muy diferente dependiendo de las capacidades de que disponga cada país, bien para articular una solución a nivel nacional, o bien para aportar a una solución común a dos o más países. Las TER no son tecnologías individuales sino, más bien, sistemas que, además de las tecnologías propiamente dichas, incluyen conocimiento no tecnológico, procedimientos, infraestructuras de apoyo y, por supuesto, capital humano formado. En consecuencia, se recomienda:

V.4.2.1 Consolidar los procesos de formación de capital humano para la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico en TER.

Consiste en alinear las políticas de formación de capital humano con las prioridades que se establezcan en la visión y la estrategia de integración de las TER al SNI y, en particular, alrededor de las áreas tecnológicas seleccionadas como resultado de la priorización y selección de tecnologías para la acción climática y la implementación de los ODS que se sugiere en la sección V.4.1. Para tal fin, se sugieren las siguientes medidas:

- Desarrollo de programas ambiciosos de formación a nivel de doctorado y maestrías en temas afines con las áreas tecnológicas priorizadas.
- Creación de programas de educación técnica de alto nivel para reducir la brecha en términos de competencias en el mercado laboral, especialmente cuando se trata de bienes y servicios ambientales y el uso y aplicación de

TER. Es decir, debe haber una mayor articulación entre la oferta laboral y la política de formación (visión clara de demanda).

- Programas de este tipo podrían ser los que imparten los centros de formación específica en auditorías energéticas y ambientales para determinar necesidades en materia de cambio climático. Este conocimiento debería ampliarse, por ejemplo, entre ingenieros y arquitectos.
- Incrementar en las universidades el profesorado que cuenta con formación a nivel de doctorado para que lidere tanto el desarrollo y articulación de redes de colaboración científica que atiendan las necesidades de la industria, en especial la formación de futuras generaciones de investigadores.
- Financiamiento de la investigación de excelencia y pertinente a los objetivos de la estrategia, así como de su difusión y apropiación, de manera que contribuya a resolver problemas puntuales del sector productivo y de las comunidades. Se incluirá el desarrollo de proyectos demostrativos a través de trabajo en conjunto con estos actores.
- La formación de capital humano, no solo en TER, sino también en el desarrollo de capacidades para absorber estas tecnologías de conformidad con el entorno socioeconómico, cultural y medioambiental: legislación medioambiental y de innovación tecnológica, propiedad intelectual y problemática ambiental y climática.

V.4.2.2 Priorizar las TER en las agendas de investigación nacionales, y en torno a objetivos sociales y económicos estratégicos de la política de acción climática.

Esta priorización deberá hacerse a través de la implementación de los siguientes instrumentos y medidas:

- La financiación pública de apoyo a la investigación aplicada en TER que promueva la cooperación público-privada, la cual deberá garantizar la continuidad suficiente de los apoyos para que las iniciativas incipientes puedan consolidarse en el

90 Esta guía hace parte del proyecto de "Mecanismos y redes de transferencia de tecnologías de cambio climático en Latinoamérica y el Caribe (LAC)", financiado por el GEF e implementado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), del cual hace parte también el presente informe. La guía corresponde al proyecto "Marco Analítico y guías para la planeación ante el cambio climático y Tecnologías Ecológicamente Racionales (TERs)".

sistema y tengan impacto.

- La financiación de desarrollos tecnológicos en fase de escalamiento, cuando aún existe un importante nivel de incertidumbre tecnológica y de mercado, que suele desincentivar la inversión privada.
- Evaluaciones sistemáticas del grado de avance de las iniciativas y la disposición de un sistema de monitoreo que permita conocer en cada momento el grado de adecuación y de avance de las iniciativas a los objetivos de política pública.
- La conformación y desarrollo de redes y comunidades de práctica nacionales, regionales e internacionales.
- La creación, ampliación y sostenimiento de infraestructura de investigación (p. ej. TIC y laboratorios).

V.4.2.3 Creación de programas de apoyo a la movilidad de investigadores.

Promover la movilidad de investigadores entre la academia y los centros de investigación aplicada, y entre estos y el sector productivo. De esta manera, los desarrollos tecnológicos que se produzcan en cada país atenderán las necesidades del mercado, y agilizarán el proceso de transferencia de conocimientos y tecnología. Ejemplos de este tipo de

medidas son las experiencias en Chile y México que se muestran en el siguiente recuadro.

Varias medidas de política pueden implementarse para estimular la demanda y el desarrollo de los mercados nacionales de TER.

V.4.2.4 Promover una cultura de la innovación.

Se trata de promover entre el empresariado de la región una cultura de innovación y de “aceptación” del riesgo que esta implica. Esta promoción también conlleva el desarrollo de iniciativas que ayuden a demostrar que la innovación y la tecnología son un factor clave de competitividad, y ofrezcan oportunidades para el desarrollo de negocios. De esta manera, se debe acercar la ciencia, tecnología e innovación al desarrollo económico. Con este propósito deberá contemplarse:

- La sensibilización de los productores del sector agropecuario.
- La difusión de resultados de encuestas nacionales y de indicadores asociados con las bondades de la innovación empresarial.
- La promoción entre los empresarios de los mecanismos disponibles para la obtención de financiamiento y para la creación de alianzas público-privadas, y entre empresas y academia,

Recuadro 3. Monitoreo de Cobertura y Uso de la Tierra en Costa Rica

Costa Rica adquirió el compromiso de ser una economía carbono neutral para 2021, y planea conseguir este objetivo a través de la captura o compensación de emisiones generada por sus bosques⁹¹. Para poder llevar a cabo este propósito y cuantificar el progreso de sus programas de compensación y captura de emisiones, el gobierno decide implementar el Sistema Nacional de Monitoreo de Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas (SIMOCUTE). Desde su implementación, se ha venido articulando este sistema multipropósito y descentralizado al cual aportan datos diferentes instituciones e iniciativas (CATIE, 2018). El sistema recopila datos de un gran número de inventarios y registros existentes en Costa Rica. Toma estos datos, usando de sistemas de información geográfica, los clasifica y mapea generando así una malla de alrededor de 10000 parcelas en todo el país (REDD+ Costa Rica, 2016). El sistema tiene información actualizada del tipo de tierra, uso, cobertura y estado de cada una de estas parcelas, y publica esta información para el uso de otras entidades interesadas. Esta información es de gran utilidad para la gerencia de los recursos ambientales nacionales, así como en la preparación de reportes a ser presentados ante la UNFCCC. El SIMOCUTE también aporta a objetivos de adaptación, ya que permite analizar cuáles son las parcelas con mayores riesgos asociados al cambio climático, ayudando así a priorizar geográficamente la implementación de estrategias de adaptación.

Este es un ejemplo clásico de cómo las TIC son utilizadas como TER en el sector de la agricultura, ganadería y bosques. En este caso, el gobierno de Costa Rica identificó la importancia del sector forestal para alcanzar sus objetivos de mitigación y adaptación establecidos en el NDC. Una vez hecho esto, se entendió la necesidad de poder monitorear y hacer seguimiento a la transformación de este sector en todo su territorio. Para esto promovió la transferencia de tecnologías de información geográfica, y la innovación en el uso de las mismas en el desarrollo del SIMOCUTE. Utilizó medidas de la categoría redes y alianzas ya que recibe asistencia técnica de entidades internacionales como el CATIE y financiación de la banca multilateral para desarrollar el SIMOCUTE. Así mismo, ha promovido la I&D para las TER asociadas a las áreas de Agricultura, Ganadería y Bosques pues el sistema se considera una parte vital de la infraestructura investigativa del país, que al publicar sus resultados facilita enormemente el desarrollo de actividades de I+D.

91 Gobierno de Costa Rica (2015), CND.

alrededor de iniciativas de innovación.

- Crear en cada país espacios, físicos o plataformas web, para promover la innovación en TER, que funcionen a manera de red. A través de ellos se promovería:
 - La realización de diagnósticos de cada país.
 - La formulación de planes y programas de acción climática.
 - El aprendizaje mediante el intercambio y difusión de buenas prácticas y la búsqueda.

V.4.2.5 Establecer regímenes de compras públicas obligatorias de productos energéticamente eficientes.

Las compras públicas han sido identificadas como un instrumento clave de la política de innovación tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo, ya que constituye un instrumento de política orientada a la demanda que promueve entre otros logros: aumento de la demanda agregada, estímulo a la creación de empleo, protección a las empresas nacionales de la competencia mundial mediante el fomento a la inversión, mejora de la

su madurez y eficiencia. Un modelo interesante que sirve de referente es el sueco. Allí se creó en 2015 la Agencia Nacional de Compras Públicas, que privilegia el carácter sostenible, desde el punto de vista ambiental y social, de los productos a través de una evaluación de tres fases, la cual incluye auditorías in situ en las fábricas del producto y de sus componentes. De esta manera la contratación pública se convierte en un instrumento para alcanzar objetivos de la política ambiental.⁹³

En este orden de ideas, las compras públicas de bienes y servicios asociados a TER deberán:

- Incentivar la sostenibilidad desde el punto de vista ambiental, económico y social.
- Regirse más por la eficacia en términos de la política que por precios.
- Establecer mínimos en los portales de compras públicas.
- Promover el desarrollo y uso de mecanismos independientes de verificación y certificación de tecnologías que incluyan, entre otros, aspectos como el de huella ambiental.

Recuadro 4. Ejemplos de medidas para estimular los vínculos entre la academia y el sector productivo

- **Chile**
 - “Programa de Atracción e Inserción de Capital Humano Avanzado” (PAI). Promueve que empresas y centros de investigación de distintas áreas cuenten con científicos y estudiantes de doctorado de excelencia que lleven adelante propuestas para fortalecer sus capacidades en I+D+i <https://www.conicyt.cl/pai/2018/11/08/proyectos-adjudicados-por-conicyt-vincularan-a-la-academia-con-la-industria/>
- **México**
 - “Programa de Estímulos a la Innovación”, del CONACYT: brinda apoyo a las empresas que invierten en proyectos de investigación, desarrollo de tecnología e innovación y que, entre otros objetivos, se ha propuesto “formar e incorporar recursos humanos especializados en actividades de IDTI en las empresas” <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/fondos-y-apoyos/programa-de-estimulos-a-la-innovacion>

competitividad de las marcas nacionales mediante el fomento de su capacidad de innovación y, por último, reducción de las disparidades regionales⁹².

Por esta razón, las compras públicas que promuevan el uso de TER estimularían la comercialización y la demanda y tendrían un efecto demostrativo sobre

V.4.2.6 Incentivar la demanda de TER mediante programas de difusión sobre los beneficios ambientales, sociales y económicos asociados a su uso.

El apoyo a la demanda interna de TER es un

importante instrumento de política pública para promover la conservación de los recursos y del medioambiente, o cumplir con las NDC e implementar

- Los municipios son un grupo destinatario especialmente importante. Para este fin, se deberá:

Recuadro 5. Ejemplos de iniciativas que contribuyen a la promoción de la innovación

- **ActionLAC**
 - Plataforma que apoya acciones climáticas a través de múltiples estrategias, entre otras: vinculación de actores; movilización de recursos y financiamiento semilla; innovación en acción climática; promoción de aprendizaje cruzado; capacitación; y disseminación. <https://actionlac.net/>
- **Panamá: Ciudad del Saber**
 - “Constituye una plataforma de gestión del conocimiento enfocada en la potenciación de las capacidades innovadoras y competitivas de los usuarios que comparten el Campus: empresas innovadoras, organizaciones internacionales y de desarrollo, así como de instituciones académicas y de investigación”. <https://apps.ciudaddelsaber.org/portal/es/foundation>

sus NAP, independientemente del interés de mejorar la competitividad y ganar mercados internacionales. Este apoyo puede incluir:

- La implementación de incentivos fiscales (p. ej. la compra de autos eléctricos) y subvenciones para el uso de TER (p. ej. para bajar el precio de las energías renovables), tal como se aborda más adelante en este documento.
- Crear un espacio de encuentro e intercambio estratégico para todos los diferentes actores, incluyendo a pequeñas y grandes empresas, agencias, empresas de innovación y financiadores, con el fin de definir las prioridades nacionales.

- Desarrollar estrategias de comunicación sobre temas asociados a los desafíos en materia de cambio climático y el papel fundamental que, para enfrentarlos, tendrían la innovación y el desarrollo y adopción de TER. La construcción y disseminación de atlas de vulnerabilidad al cambio climático, a nivel nacional y subnacional, podrían contribuir en este propósito.

- Implementar igualmente campañas de información y sensibilización de los consumidores sobre los beneficios individuales, sociales y ambientales del consumo de bienes y servicios derivados de

Recuadro 6. Experiencias en LAC en compras públicas

- **México**
 - “Contrataciones Públicas Sustentables”, una iniciativa en el marco de la Alianza del Pacífico dirigida a fin de identificar bienes y servicio susceptibles de incorporarles criterios sustentables para su futura contratación pública. <https://www.gob.mx/sfp/acciones-y-programas/contrataciones-publicas-sustentables?state=published>
- **Colombia**
 - Programa de compra pública sostenible SOIB, Colombia⁹⁴. Este plan de acción liderado desde el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible busca que la adquisición de bienes y servicios en el sector público se realice con criterios que consideren aspectos ambientales, el uso eficiente de los recursos naturales a lo largo de su ciclo de vida; aspectos económicos que incorporen principios de eficacia, eficiencia, oportunidad y transparencia; y procesos productivos y de suministro que tengan en cuenta los impactos sociales potenciales en las comunidades. (<http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/155-plantilla-asuntos-%20ambientales-y-sectorial-y-urbana-8> .)

92 Crespi, F., & Guarascio, D. (2017). The demand-pull effect of public procurement on innovation and industrial renewal.

93 Ver <https://www.upphandlingsmyndigheten.se/en/sustainable-public-procurement/sustainable-procurement-criteria/>

94 <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/155-plantilla-asuntos-%20ambientales-y-sectorial-y-urbana-8.#documentos-estrat%C3%A9gicos>

las TER.

- Aumentar la importancia de la innovación y el alto rendimiento medioambiental en el etiquetado ecológico, certificados, normas de construcción y estándares para productos e instalaciones.
- Crear modelos de negocio que apoyen la implementación de soluciones con efectos ambientales positivos, que tomen en cuenta a los diferentes actores y que distribuyan los costos e ingresos entre los actores y a lo largo del tiempo. Un ejemplo son negocios que cumplan los estándares establecidos por la B-Corporation (<https://bcorporation.net/>) para considerar los impactos externos e internos, sociales, ambientales y económicos de todas sus decisiones empresariales.

V.4.2.7 Creación de programas de verificación de tecnologías ambientales

A través de estos programas, se busca estimular la aceptación en el mercado de las tecnologías innovadoras, proporcionando a los usuarios o consumidores información sobre el desempeño y calidad del bien o servicio, y disminuyendo así la incertidumbre en las decisiones de compra. La verificación es una manera de facilitar a los productores la introducción al mercado de los bienes y servicios basados en TER. Con este fin, se recomienda:

- Crear un marco regional para definir mecanismos de verificación tecnológica:
 - Diseñar un sistema regional de verificación de TER (financiamiento multilateral).
 - Crear programas de capacitación y certificación de competencias en perfiles técnicos y tecnológicos (entidades de verificación).
- Conformar una red regional de verificación tecnológica conjunta que apoye el uso y comercialización de tecnologías en energías renovables, y el desarrollo de capacidades y de iniciativas de eficiencia energética, en sectores como transporte e industria.
- Promover la formación, profesionalización y oferta de servicios de verificadores y certificadores.

V.4.2.8 Formación de mano de obra calificada para el uso de nuevas tecnologías energéticas

- La formación tiene como objetivo satisfacer la creciente demanda del sector productivo de talentos calificados en el uso de tecnologías de energías limpias y alternativas, mediante el establecimiento de planes de estudio especializados de pregrado y posgrado.
- Los planes de estudio desarrollados suelen ser orientados por el sector privado. De esta forma, el sector industrial se asegura de que la selección de beneficiarios satisfaga una demanda real de habilidades en el mercado laboral. El apoyo a la formación de especialistas altamente cualificados también ofrece subvenciones para laboratorios de investigación de escuelas de posgrado. Las subvenciones estarían destinadas a formar a nuevos talentos, de acuerdo con las principales necesidades del mercado laboral.

V.4.2.9 Implementación de incentivos normativos y fiscales, así como de subvenciones.

- Implementar incentivos y reformas normativas dirigidos a:
 - Promover la inversión privada en I+D+i y la participación de la academia, asociadas con el desarrollo de TER funcionales y fácilmente aplicables y accesibles.
 - Subvencionar el uso y consumo de bienes y servicios desarrollados a partir de TER (p. ej. autos eléctricos, consumo de energías renovables).
 - Recaudar recursos de regalías de la industria extractiva que se destinarían a fondos de CTI en TER.
 - Promover el uso de TER en el manejo de recursos forestales e hídricos, en la reforestación de áreas degradadas, y en la provisión de servicios ambientales por parte de organizaciones y comunidades locales.
- Desarrollar mecanismos de financiación para tecnologías de vanguardia. Estos son más

Recuadro 7. Ejemplos de iniciativas para promover la demanda de TER mediante estrategias de difusión

- **México**
 - Programa de hipoteca verde: http://portal.infonavit.org.mx/wps/wcm/connect/infonavit/trabajadores/cuido_mi_casa/hipoteca+verde
 - Verificación de materiales de construcción, equipo y consumos de agua y energía para vivienda: https://portal.infonavit.org.mx/wps/wcm/connect/526fbfc4-c222-4cca-95ae-afe1dffe803/Manual_Explicativo_de_Vivienda_Ecologica.pdf?MOD=AJPERES
 - Programa Nacional de Auditoría Ambiental. Otorgamiento de certificación de “Industria Limpia” https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/114315/5_Industria_Limpia.pdf
 - Normas de eficiencia energética para electrodomésticos, como refrigeradores, aires acondicionados, calentadores solares <https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/normas-oficiales-mexicanas-en-eficiencia-energetica-vigentes>
 - [shhttps://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/normas-oficiales-mexicanas-en-eficiencia-energetica-vigentes](https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/normas-oficiales-mexicanas-en-eficiencia-energetica-vigentes)
- **Chile**
 - “Estándares de Construcción Sustentable para Viviendas”. Buscan incorporar criterios de sustentabilidad en el diseño, construcción y operación de las viviendas mediante la fijación de estándares voluntarios que se han trabajado de forma participativa con distintos actores. <http://csustentable.minvu.gob.cl/wp-content/uploads/2018/03/EST%C3%81NDARES-DE-CONSTRUCCI%C3%93N-SUSTENTABLE-PARA-VIVIENDAS-DE-CHILE-TOMO-V-IMPACTO-AMBIENTAL.pdf>
- **Colombia**
 - “Guía de construcción sostenible”. Es una herramienta para la implementación de estrategias de construcción sostenible que promueve la eficiencia energética y conservación del agua durante el uso de las edificaciones. <http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioVivienda/ANEXO%201%200549%20-%202015.pdf>
 - Etiquetado energético <http://www.etiquetaenergetica.gov.co/>

Recuadro 8. Estímulo sectorial de TER: Movilidad Limpia en México

El sector transporte es el principal emisor de GEI en México. Teniendo esto en cuenta, el sector transporte se considera uno de los de mayor prioridad para esfuerzos de mitigación. Adicionalmente a su participación en las emisiones nacionales, presenta un estancamiento en mejorar su intensidad de emisiones y deberá hacer un gran esfuerzo para cumplir con su meta sectorial. La Secretaría de Energía de México (SENER) publicó en 2016 la “Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios”. Este documento da pautas para el desarrollo de políticas en materia de energías limpias y aprovechamiento eficiente de la energía, en el mediano y largo plazo⁹⁵. Uno de los ejes principales de este documento, en cuanto al ahorro y uso eficiente de la energía, es el sector transporte. A este respecto, el documento sostiene que una de las líneas de acción más importantes es incentivar la electrificación del sector, a través de la promoción de vehículos híbridos, eléctricos y eficientes tanto en el transporte público como el privado. Esta promoción se debe llevar a cabo por medio de regulaciones y políticas públicas, mercados y financiamiento e I&D.

A 2018, en México se han tomado varias medidas para la promoción de movilidad limpia. Existen medidas de apoyo a la demanda, representadas principalmente por beneficios económicos federales y estatales. Entre estos se encuentran la exención federal al impuesto sobre automóviles nuevos (ISAN), exención impuesto de tenencia en algunos estados, y exención de verificación ambiental. También se han implementado otras medidas no económicas de apoyo a la demanda como estar exentos de restricciones vehiculares en varias ciudades o el acceso a parqueaderos preferentes.⁹⁶ Por otro lado, se han implementado alianzas entre actores del gobierno para implementar medidas más indirectas de promoción al mercado. Un ejemplo es el programa descuento en precios de energía eléctrica para la carga de vehículos eléctricos con tarifas por kWh menores a las normales. Este programa es desarrollado entre la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), y permite a los usuarios privados solicitar la instalación de un medidor eléctrico exclusivo para el sistema de carga del vehículo, pagando tarifas más bajas y disminuyendo los costos de operación del mismo⁹⁷. Asimismo, se han implementado medidas de financiamiento al I&D. Una de estas es la inversión directa de entes estatales en el desarrollo de infraestructura de carga. La SENER en alianza con la CFE están haciendo una inversión cercana al millón y medio de dólares para instalar 100 estaciones de carga gratuitas.⁹⁸

El ejemplo de la movilidad limpia en México muestra cómo se identificó un sector prioritario, se determinaron unas TER apropiadas (Áreas específicas de aplicación en transporte de bajas emisiones y de cero emisiones) para conseguir los objetivos de mitigación en dicho sector y se estableció una hoja de ruta para la selección de medidas que promuevan dichas TER. Un aspecto interesante de este ejemplo es que nos muestra también las sinergias que se pueden conseguir entre diferentes áreas tecnológicas, y combinaciones de medidas implementadas. La Estrategia de Transición no solo habla del sector transporte, sino de otros sectores como el residencial y el industrial. Para todos los sectores declara que se deben desarrollar medidas que promuevan TER en las áreas tecnológicas de transporte, eficiencia energética y energía renovable. Para varios de estos sectores se recomienda una combinación de TER de estas diferentes áreas tecnológicas, y el uso de una combinación de políticas que en conjunto refuerza la promoción de estas TER para alcanzar los objetivos de mitigación esperados.

95 SENER (2016)

96 <http://www.chargenow.mx/incentivos-para-vehiculos-electricos-en-mexico/>

97 CFE & AMIA (2017), Guía para Contratación de Servicios de Recarga de Vehículos Eléctricos para Clientes Residenciales

98 <https://expansion.mx/empresas/2017/09/19/gobierno-va-por-1-000-electrolineras-gratuitas-para-este-ano>

Recuadro 9. Medidas para incentivar la mejora de los estándares de producción y estimular la demanda centradas en los desafíos de la acción climática

- **Chile**
 - Regulación sobre responsabilidad extendida del productor (caso de Chile) donde el productor se hace cargo de los costos de disposición y/o reciclaje de los residuos y desechos de sus productos. <http://portal.mma.gob.cl/residuos/ley-de-fomento-al-reciclaje/>
 - Programa de fomento de energías renovables para el sector agrícola en Chile. <https://www.odepa.gob.cl/odepaweb/publicaciones/doc/6587.pdf>
- **Costa Rica**
 - Certificado de carbón neutral para el sector público y privado (Costa Rica). <http://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2013/09/10/creditos-por-reduccion-de-carbono>
- **Argentina**
 - Programa de subastas de energías renovables RENOVAR en Argentina, el cual ha promovido una mejor integración de la cadena de proveeduría local. <http://portalweb.cammesa.com/pages/renovar.aspx>
- **Colombia**
 - La Política Nacional de Crecimiento Verde aborda temas de manera holística, en la oferta, la demanda, los emprendimientos verdes y la innovación. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3934.pdf>

Recuadro 10. Recambio de Refrigeradores en Ecuador

El sector energético es el segundo principal emisor de GEI en Ecuador. Es uno de los sectores prioritarios para acciones de cambio climático. Este tipo de acciones se pueden concentrar en el área tecnológica de energías renovables o en el área de eficiencia energética. La estrategia RENOVA de recambio de refrigeradores en Ecuador promueve el desarrollo de una aplicación específica de TER que no solo genera impactos positivos de mitigación, sino que también aporta para alcanzar algunos de los objetivos sociales de desarrollo sostenible como la disminución de pobreza.

El gobierno ecuatoriano implementó en 2012 este programa de ahorro energético. El programa facilitó el recambio de refrigeradores de más de 10 años de utilización, con bajos estándares de eficiencia, por refrigeradores nuevos clase A de fabricación ecuatoriana. Un usuario que accediera al programa podía entregar su refrigerador antiguo como parte de pago por hasta 250 dólares y recibir el refrigerador nuevo. El saldo era financiado hasta por 36 meses⁹⁹. De esta manera se lograron reducciones en consumo y potencia eléctrica. Adicionalmente se promovía la I+D de la industria ecuatoriana al utilizar refrigeradores ecuatorianos, y se reciclaban los refrigeradores viejos de una manera controlada, evitando así mayores emisiones de GEI causadas por posibles derrames de refrigerantes.

El programa estuvo activo entre 2013 y 2016. Lamentablemente el programa no cumplió las metas iniciales. Solo se remplazaron el 28% de los 330000 refrigeradores esperados, principalmente por incapacidad por parte de los productores para entregar los productos en los plazos establecidos, así como dificultades presupuestarias¹⁰⁰. De todas maneras, se puede decir que el programa fue exitoso, ya que el remplazo de 94000 refrigeradores logró ahorros energéticos y disminuciones de potencia en el sistema eléctrico ecuatoriano. Adicionalmente, el programa de reciclaje de refrigeradores permitió recuperar y destruir de manera controlada 2.5 toneladas de refrigerante, con lo cual se impidió la emisión de 27 mil toneladas de CO₂ equivalente a la atmósfera¹⁰¹. Todo acompañado de ahorros mensuales en energía para las familias, muchas de ellas de bajos recursos, que participaron en el programa.

Este programa muestra cómo con un mismo programa y por medio de la utilización de una TER específica, se pueden alcanzar varios diferentes objetivos que se lograrían con una combinación de medidas políticas. El programa RENOVA combinó componentes de diferentes tipos:

- Transferencia tecnológica: Dando apoyo financiero a los usuarios de nuevas tecnologías.
- Apoyo a la demanda: incrementando la demanda por refrigeradores nacionales en el país.
- Apoyo a I+D: Promoviendo el aumento de la capacidad de producción de los productores nacionales.
- Protección de la Capa de Ozono y disminución de GEI

Aunque por razones intrínsecas el programa no fue tan exitoso como se habría querido, es un ejemplo muy interesante de cómo, aplicando la metodología sugerida, se puede promover las TER en los SNI. Finalmente cabe mencionar que hoy en día se está desarrollando el plan RENOVA 2.0 el cual promoverá, en este caso, la renovación del parque automotor en Ecuador.¹⁰²

99 <https://www.energia.gob.ec/jubile-su-refrigeradora-con-plan-renova/>

100 http://procurement-notice.undp.org/view_file.cfm?doc_id=68745

101 <http://www.redceres.com/single-post/2018/02/07/UNACEM-Ecuador-colabora-en-la-destruccion-de-25-toneladas-de-gases-agotadores-de-la-capa-de-ozono>

102 <https://www.obraspublicas.gob.ec/firma-de-contratos-de-adhesion-al-plan-renova-2-0/>

prematuras que la tecnología convencional y, por lo tanto, de mayor riesgo. Por lo tanto, la financiación debe adaptarse.

- La definición de las instituciones que, en cada país, estarían a cargo de la implementación de este tipo de medidas puede variar, pero es recomendable que sea dirigidos por el Ministerio de Ambiente.

V.4.3 Subsistema de estructuras de intermediación y de transferencia de tecnología: Promover su fortalecimiento

Incrementar el intercambio, entre los actores del subsistema de educación e investigación y el subsistema productivo, de conocimiento para el desarrollo y difusión de las TER en los países de la región contribuiría a que los sectores económicos relevantes y la sociedad se beneficien de los resultados de la investigación, los desarrollos tecnológicos y las innovaciones que, asociadas con el cambio climático, haya llevado o esté llevando a cabo la comunidad académica dentro y fuera de LAC, así como de los desarrollos que están disponibles en el mercado y a través de mecanismos de cooperación técnica

internacional.

V.4.3.1 Estímulo a la articulación universidad-empresa mediante la creación y fortalecimiento de oficinas de transferencia de tecnología (OTT).

Uno de los principales focos de la política en los países de LAC debe ser el propiciar la sinergia de las actividades de universidades y empresas en torno a los procesos de generación de conocimiento. A ello pueden contribuir los estímulos financieros o fiscales, el adecuado diseño e implementación de estructuras de gobernanza y un adecuado manejo de la propiedad intelectual. Estos procesos podrían conducir de manera más decidida a la solución de problemas relevantes en el sector productivo y al aprovechamiento de oportunidades de negocios. Pero exigen incentivos al reconocimiento del potencial de las universidades y los centros de investigación como fuentes de información, ideas y conocimiento que pueden ser clave en los procesos de innovación empresarial. Y también requieren que se facilite la creación de confianza entre el mundo académico y el empresarial a través de la identificación de intereses

Recuadro 11. Ejemplos de incentivos normativos y fiscales, así como de subvenciones

- **México**
 - Incentivo al uso de eco-tecnologías por parte de los ciudadanos en el municipio de Zapopan, mediante descuento en el impuesto predial <https://www.zapopan.gob.mx/zapopan-ofrece-descuento-en-pago-del-predial-a-quien-utilice-ecotecnologias-en-su-vivienda/>
 - PEI FINNOVATEG Fondo Sectorial. Fondo de Innovación Tecnológica de Estado de Guanajuato <http://sices.guanajuato.gob.mx/finnovateg>
 - Sustitución de Equipos Electrodomésticos para el Ahorro de Energía <http://calderon.presidencia.gob.mx/2008/07/sustitucion-de-equipos-electrodomesticos-para-el-ahorro-de-energia/>
- **Colombia**
 - Ley 1715 de 2014 que da incentivos tributarios a las inversiones en Fuentes No Convenciones de Energía Renovable y de Eficiencia Energética
 - Proyecto piloto para la sustitución de los equipos de refrigeración <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/263-plantilla-asuntos-ambientales-y-sectorial-y-urbana-sin-galeria-27>
- **Perú**
 - Fondo Newton-Paulef (Reino Unido-Perú): financia movilizaciones, círculos de investigación en glaciares, agua, biodiversidad. También pasantías a emprendedores tecnológicos. FONDECYT-CONCYTEC. (<http://www.newtonfund.ac.uk/about/about-partnering-countries/peru/>)
 - Perú resiliente". Después del fenómeno del Niño se convocó a concursos de I+D+i para academia, empresas y startups. Innovate. <https://www.innovateperu.gob.pe/landings/peru-resiliente/index.html>
- **Guatemala**
 - Incentivos a la utilización de energías renovables <http://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2018/07/Energ%C3%ADas-Renovables-en-Guatemala.pdf>
 - Programa de incentivos forestales. PINFOR- PINPEP <http://www.inab.gob.gt/>
 - Asociación de Comunidades Forestales de Peten, ACOFOP <http://www.inab.gob.gt/>

y objetivos comunes y del estímulo a formas de trabajo conjunto.

Mejorar la articulación universidad empresa demanda generar los incentivos adecuados para promover que las universidades, y en particular sus investigadores, se involucren en procesos de colaboración con la industria alineados con propósitos comerciales; desarrollen capacidades para la gestión de la propiedad intelectual y concesión de licencias; se integren a redes de colaboración a nivel internacional; y accedan a fuentes de financiación que les permitan mejorar sus equipos de trabajo y obtener servicios jurídicos.

El establecimiento de Oficinas de Transferencia de Tecnología (OTT) en las universidades ayuda a enfrentar este reto. Estas oficinas pueden actuar como intermediarios en los sistemas de innovación y facilitar la transferencia del conocimiento generado por las universidades y los centros de investigación a la industria. A la vez, pueden proporcionar soluciones técnicas para empresas y gestionar la propiedad intelectual generada por las universidades, incluyendo el análisis de nuevas invenciones, la presentación de solicitudes de patentes, la protección y el mantenimiento de los derechos de propiedad intelectual y la concesión de licencias, e, incluso, apoyar la creación de empresas a partir de las nuevas tecnologías.

En concreto, las recomendaciones son:

- Promover el desarrollo de oficinas de transferencia de tecnología en las universidades para aprovechar la investigación en beneficio público. Para este fin se requiere:
 - Proporcionar apoyo financiero público en las primeras etapas del desarrollo de las OTT mientras desarrollan la capacidad necesaria y una cartera de propiedad intelectual suficientemente amplia que pueda cubrir los costos de su funcionamiento. Este apoyo se complementará con la financiación de proyectos, por ejemplo, a través de fondos concursables que premien la realización de proyectos conjuntos de las OTT con el sector empresarial y comunidades.
 - Apoyar a las OTT para que desarrollen

competencias especializadas relacionadas con la tecnología y la gestión de la propiedad intelectual.

- Estimular el desarrollo de redes de OTT que permitan que las universidades, al agruparse para cooperar, cuenten con una masa crítica de investigación necesaria para cubrir los costos asociados al funcionamiento de dichas oficinas.
- Definir reglas claras sobre los derechos de propiedad intelectual, de forma que existan normas transparentes e incentivos adecuados en relación con los beneficios derivados de la generación de propiedad intelectual, para alentar a los investigadores a comercializar sus ideas.
- Desarrollar una ventanilla única que permita vincular la oferta en investigación con las demandas por parte del sector productivo. Esta ventanilla estará soportada por una plataforma, de la siguiente forma:
 - Será una plataforma —en principio de carácter nacional, pero con el propósito de integrarse a nivel de la región de LAC— de oferta y demanda de tecnologías ambientales que contará con el liderazgo de las instituciones nacionales a cargo de la política de CTI y de cambio climático, y con el apoyo de comités regionales. Ofrecerá servicios a los sectores público, académico e industrial, y a organizaciones de la sociedad civil en temas como:
 - > identificación de fuentes de financiación disponibles y gestión de recursos, entre ellas las oportunidades que ofrecen los programas de “compras públicas verdes”.
 - > identificación y valoración de conocimiento/tecnologías ambientales disponibles en el subsistema de educación e investigación (con el concurso de las OTT de las universidades) para los actores del subsistema productivo y para las comunidades.
 - > Identificación de demanda a nivel nacional, regional, local, a partir de

estudios de prospectiva y agendas de investigación, desarrollo tecnológico e innovación.

- > Fomento del emprendimiento de base tecnológica.
- > Promoción y capacitación en beneficios de las TER en la industria.

V.4.3.2 Fomentar la creación y fortalecimiento de centros investigación, transferencia de tecnología y extensión tecnológica en áreas tecnológicas priorizadas.

El fomento a la creación y fortalecimiento de este tipo de centros, cuya naturaleza puede ser pública, privada o mixta, debe ser el resultado de alianzas estratégicas entre el sector público (p. ej. de áreas como la ambiental, la producción, energética o de finanzas), la industria y el sector académico, alrededor de actividades de I+D en áreas tecnológicas y/o sectores que hayan sido seleccionados. Esta selección podrá estar fundamentada, entre otros elementos, en los diagnósticos que, como se recomienda atrás, se realicen con base en la metodología y las evaluaciones de necesidades tecnológicas (Technology Needs Assessments) desarrolladas por el Climate Technology Centre and Network (CTCN).

A través de estas alianzas se buscará crear conocimientos con una aplicación industrial específica que responda a la demanda y necesidades tanto del sector productivo (pymes y grandes empresas) como de las comunidades (alrededor de problemáticas asociadas a la mitigación y la adaptación al cambio climático). Además de la creación y transferencia de conocimiento que resulte de actividades de I+D, algunos de estos centros podrían contribuir a la difusión de TER mediante servicios de extensión tecnológica¹⁰³ para apoyar a empresas cuya tecnología, capacidades y recursos son limitados, en la adopción de prácticas gerenciales y tecnologías disponibles en el mercado (interno o externo), así como mediante la difusión y el uso generalizado de otras tecnologías producidas en el respectivo país.

Se recomienda:

- Proveer el apoyo financiero público en las primeras fases de desarrollo de los centros para atender

las deficiencias asociadas a fallas de mercado derivadas del hecho de que los beneficios de la I+D, que es un tipo de actividad cuyos resultados son de largo plazo, pueden difícilmente ser apropiados por los privados. El apoyo deberá darse en montos, uno inicial y otros periódicos, que se reducirán gradualmente y por un tiempo suficiente para que los centros sean sostenibles con los recursos que ellos presten. Las fuentes de recursos para este apoyo podrían ser las regalías (el caso colombiano, mexicano o chileno, entre otros) o cánones (el caso peruano) derivados de actividades extractivas.

- Implementar fondos concursables para el fortalecimiento de centros de transferencia de TER. Estos fondos tendrán en cuenta, para la asignación de recursos, criterios como:
 - La realización de proyectos conjuntos entre la academia, de un lado, y el sector productivo u organizaciones de la sociedad civil, de otro. Estos proyectos deberán responder a necesidades reales ya sea del sector empresarial o de las comunidades.
 - La alineación de los objetivos de los proyectos propuestos con objetivos nacionales, regionales o locales en materia de mitigación o adaptación al cambio climático (agendas nacionales y regionales de TER).
 - La participación de centros acreditados por parte de gremios u organizaciones del subsistema productivo para acceder a dichos fondos.
 - El porcentaje de co-financiación privada, para garantizar el valor agregado y el desarrollo de capacidades endógenas en los procesos de transferencia.
- Facilitar la formación de alianzas y la consolidación de relaciones de colaboración entre la industria y los centros. Estos procesos demandan un apoyo que podría provenir de un ente público financiador y que se debería mantener entretanto se acuerdan decisiones colectivas y se logran acuerdos sobre los derechos de propiedad del valor que pueda surgir de estas alianzas. Estos centros también deberían integrarse a redes

¹⁰³ La extensión tecnológica se puede entender como una herramienta de apoyo externo a las pymes que busca promover la adopción de prácticas de gestión para mejorar la productividad en empresas cuyos niveles de productividad muestran brechas significativas con respecto a la frontera tecnológica de los sectores a los cuales pertenecen, pero que tienen el potencial de cerrarla mediante la adopción/adaptación de prácticas gerenciales y de tecnologías establecidas cuya eficacia ya ha sido probada en el mercado.

internacionales de investigación y de cooperación técnica internacional. Para la creación y desarrollo de estos centros se deberá:

- Garantizar una estructura de gobernanza clara y el liderazgo del sector privado, de manera que el desarrollo de conocimientos obedezca a las necesidades de la demanda y tenga un alto impacto en el sector productivo (en áreas relacionadas con la mitigación del cambio climático) o en la atención de necesidades asociadas con la adaptación al cambio climático. La estructura de gobernanza reflejará una estructura mixta de financiación (pública y privada), soportada en un modelo de negocio rentable y sostenible.
- Brindar, como parte de sus servicios, actividades de demostración, validación y certificación de tecnologías. Su rol será flexible y dinámico, de manera que responda a las especificidades de los territorios (definidas a partir de mapeos de necesidades locales en materia de cambio climático) o a agendas regionales en materia de TER; de los sectores o de las comunidades locales. Deberán estar en capacidad de anticipar y analizar de manera eficiente, pertinente e incluyente las necesidades del sector productivo, social y ambiental. Por lo tanto, deberán contar con la capacidad de realizar estudios prospectivos y de vigilancia tecnológica.
- Ofrecer servicios de extensión tecnológica o industrial con un enfoque en sectores y tecnologías seleccionados con base en las metodologías de priorización mencionadas en la sección V.4.1, según el cual las empresas atendidas puedan desarrollar experiencia global y posicionarse en su mercado objetivo. Estos servicios se desarrollarán estrechando los vínculos con universidades para mejorar las capacidades y los conocimientos técnicos de los centros tecnológicos. Los servicios que se presten:
 - > Priorizarán el fortalecimiento de las capacidades de absorción de las empresas de los sectores o áreas tecnológicas en los que se enfoque el

centro. Se trata de capacidades para identificar, reconocer el valor, asimilar, transformar y aplicar conocimientos externos (información científica o tecnológica) con fines comerciales, y así obtener beneficios derivados de un mejor rendimiento de las empresas.

- > Buscarán aprovechar tecnologías endógenas, es decir, aquellas nuevas tecnologías desarrolladas dentro de (o basadas en la iniciativa de) un país a través de la investigación, el desarrollo y la demostración; así como aquellas adquiridas mediante la comprensión, la adaptación, la utilización y la reproducción de tecnologías ya existentes.
- > Tendrán un enfoque en la innovación externa, es decir, contar con la capacidad de adaptar tecnologías maduras en el mercado que se importan desde otros contextos y poder aplicarlas al contexto local. Así, el enfoque debe ser la adaptación (“tropicalización”) y regionalización en los diferentes niveles, especialmente en el subsistema productivo y el subsistema de educación e investigación, y asegurarse de que haya algún tipo de derrame en el tejido local.
- Asegurar que los procesos de selección de tecnologías que serán objeto de transferencia y extensión correspondan con las especificidades de cada territorio. En el caso de que se trate de la transferencia de tecnologías ya desarrollada en un tercer país, las consideraciones son de naturaleza tanto económica (beneficios, costos de oportunidad), como cultural, social y no-económica. Ramanathan¹⁰⁴ (2002) sugiere algunos criterios que pueden servir de guía a la hora de seleccionar, para su adquisición, transferencia y adaptación, las apuestas tecnológicas. En concreto, sugiere que estas tecnologías deben:
 - Cubrir, directa o indirectamente, uno o varios objetivos de la política o de las prioridades

en materia de cambio climático.

- Ser operativas y no tecnologías aún inmaduras u obsoletas que se estén desechando en otros países con mayor grado de desarrollo.
- Antes de su adquisición, evaluarse en relación con los costos de oportunidad provenientes, por ejemplo, de adoptar otras alternativas o de no adoptar ninguna tecnología en absoluto.
- Contemplar en su proceso de adquisición y transferencia, la incorporación también de capacidades tecnológicas (infraestructuras) y no tecnológicas (motivación, cultura) necesarias para que la tecnología tenga una implantación efectiva en el territorio.
- Ser lo suficientemente atractiva para que los emprendedores e inversores locales se animen a desarrollarla internamente.
- Analizarse en relación con los posibles efectos colaterales de su adopción y con ciertas condiciones que se requieren para su adopción. Por ejemplo:
 - > Cómo afectaría la eliminación de otras tecnologías a la economía del país, a los sectores implicados; así como a los puestos de trabajo.
 - > Qué barreras a su adopción y difusión existen dentro del país: culturales (rechazo de la población a ciertas actividades), económicas (eliminación de puestos de trabajo o dependencia de una fuente de energía de terceros países), o sociales (falta de concienciación ambiental).

A estos criterios se añade el siguiente:

- Las TER, entendidas como conocimiento, no son únicamente resultados de la investigación, sino también insumos para el propio proceso de producción y de cambio tecnológico que busca impactar social y económicamente en los territorios. Por lo tanto, a diferencia de los procesos de transferencia de tecnología tradicionales,

los procesos de transferencia de TER deben trascender el mero equipamiento, e incluir, además, el conocimiento necesario sobre temas que se requieren para ponerla en marcha. Por ejemplo: legislación ambiental, regímenes fiscales, regulación (v.gr. propiedad intelectual), mecanismos de financiación, así como procedimientos de gestión y organizacionales¹⁰⁵.

V.4.4.3 Desarrollo de “clústeres industriales verdes”

Los clústeres industriales verdes son también un instrumento útil para la promoción de transferencia de tecnología. Se definen como una concentración geográfica de industrias verdes, proveedores de servicios, centros de investigación, universidades, intermediarios tecnológicos, proveedores de apoyo empresarial e instituciones gubernamentales que promueven la innovación a través de interacciones frecuentes y flujos de información. En este contexto, el término “verde” se refiere al objetivo de lograr un “crecimiento bajo en carbono” a través de la producción de bienes y servicios ecológicos, como el aumento de la eficiencia del consumo de energía y recursos.

El modelo de la República de Corea de agrupaciones industriales ecológicas hace hincapié en el fomento de las industrias ecológicas. Los clústeres industriales verdes, que evolucionan en torno a plataformas de producción de bienes verdes, cuentan con la participación de actores de la innovación (centros de investigación, universidades), intermediarios tecnológicos (centros de apoyo tecnológico y comercialización) y proveedores de apoyo empresarial (agencias de financiación y consultores estratégicos).

En comparación con los complejos industriales convencionales, que buscan reducir costos de operación para sus ocupantes por medio del uso común de infraestructura y ciertos servicios compartidos, el concepto de clústeres industriales busca generar beneficios derivados del estímulo de la creación de redes y la colaboración entre industrias y las entidades innovadoras, incubación, capital riesgo e instrumentos financieros destinados a las industrias ambientales.

¹⁰⁴ Ramanathan R (2002). “Successful transfer of environmentally sound technologies for greenhouse gas mitigation: a framework for matching the needs of developing countries”. *Ecological Economics* 42 (2002) 117-129.

Para su desarrollo, clústeres industriales “tradicionales” representaron buenos ejemplos de cómo las tecnologías verdes pueden ser la base de un nuevo crecimiento regional. En el caso de Corea, previo al desarrollo del proyecto se evaluaron diversos factores como, la concentración de empleo en la región, la presencia de industria (fabricantes, ensambladores y proveedores de componentes), la especialización tecnológica, los patrones de relaciones entre las entidades industriales, las ventajas geográficas y la demanda del mercado.

De acuerdo con Cooke¹⁰⁶, el desarrollo de clústeres verdes implica un papel destacado para las políticas regionales, que son incluso más importantes que los marcos reguladores nacionales, “la política regional de eco-innovación puede estar por delante de la política nacional debido a las especificidades locales o regionales de tipo negativo o positivo”.

Como en el caso de otro tipo de clústeres industriales, los clústeres verdes no solo deben ser tratados como instrumentos para optimizar las cadenas de valor, sino que deben ser operacionalizados como fuentes de plataformas regionales de innovación en las que tanto los mercados como la tecnología sirvan como motores de la innovación.

V.4.4.4 Implementar otras medidas habilitantes y complementarias para la promoción de los servicios de transferencia y extensión tecnológicas

- Crear mecanismos de financiación específicos y ágiles, para promover la formación de capacidades de absorción alrededor de las TER por parte de empresas. Es el caso por ejemplo de instrumentos de micro-financiación para el establecimiento de plantas micro hidroeléctricas en zonas rurales de Perú¹⁰⁷, o el Fondo Multilateral establecido específicamente para reducir el impacto sobre la capa de ozono, a raíz del Protocolo de Montreal¹⁰⁸. También es necesario contar con mecanismos específicos de financiación en el caso de las pequeñas y medianas empresas, que normalmente no cuentan con recursos financieros suficientes para invertir en mejoras energéticas o de prevención de impactos por el cambio climático.
- Complementar la prestación de servicios de

extensión para el desarrollo de capacidades de absorción con iniciativas como:

- la calificación del personal en las empresas y universidades.
- nuevos programas en escuelas de oficios y gestores de innovación en pequeñas y medianas industrias.
- el desarrollo de redes de colaboración científica para atender las necesidades de la industria.
- Desarrollar mecanismos de seguimiento y evaluación de la estrategia, las actividades y los resultados e impacto de los procesos de investigación, y de transferencia y extensión tecnológicas.
- Reducir las asimetrías de información, entre los subsistemas productivo, de educación e investigación y de estructuras de intermediación, a través de la implementación de plataformas de información que ofrezcan servicios de vigilancia tecnológica en el campo de las TER; de acceso abierto a resultados de investigación financiada con recursos públicos; y de facilitación de espacios para la construcción de comunidades de práctica¹⁰⁹ y para promover la realización de proyectos conjuntos entre los actores de los subsistemas.
- Incentivar la identificación y difusión de las mejores prácticas en el diseño y negociación de contratos y en especial en materia de derechos de propiedad así gestión tecnológica y de la innovación. Además del sistema productivo, las comunidades serán también partícipes y beneficiarios de este servicio. Se destaca el caso de la protección de la biodiversidad, saberes tradicionales y de cómo valorizar las TER. Se propone llegar a consensos en LAC sobre estos temas.

V.5 Algunas Iniciativas regionales

Durante los talleres regionales realizados en el marco del presente estudio tomó fuerza la idea de adelantar iniciativas regionales que promuevan en los países el desarrollo de capacidades y la creación de condiciones favorables para que las TER se integren

105 Tébar C, McMillan S (2005). “Achieving the successful transfer of environmentally sound technologies: trade relate aspects”. OECD Trade and Environment Working Paper N° 2005-02.

106 Cooke, P., 2011. Transition regions: Regional-national eco-innovation systems and strategies. *Progress in Planning*, 76, pp.105-146.

107 Case Study 24. Financing Micro-Hydro energy dissemination in Peru. In Metz B, Davidson O. R, Turkson J. K, Martens J. W, van Rooijen S. N, van Wie McGrory, L. (Eds.). (2000).

“Methodological and technological issues in technology transfer: a special report of the intergovernmental panel on climate change”. Cambridge University Press.

108 Para obtener más información: <http://www.multilateralfund.org>

a los SNI. En la región hay una marcada diversidad y heterogeneidad de contextos en materia tanto de desarrollo de los SNI, como de desafíos de los países en cuanto a sus políticas de acción climática. Pero no son pocos los desafíos e intereses comunes ni las capacidades con que cuenta la región, que alientan la idea de aunar esfuerzos. Una relación de las iniciativas que han surgido en el desarrollo de la presente consultoría es la siguiente:

Una visión común

Se trata de la construcción de una visión del desarrollo de los SNI que permita que los países emprendan un cambio tecnológico hacia las TER que responda a los desafíos que plantea el cambio climático. No deberá ser construida desde una perspectiva meramente nacional, sino también regional. Los países de la región deberán estudiar y encontrar, no solo de manera individual sino también cooperativa, las soluciones adecuadas para las condiciones de los países de LAC. Por lo tanto, deberá integrar desafíos económicos, sociales y ambientales.

Centro Latinoamericano de Innovación en TER

Creación de un centro latinoamericano de innovación en TER que trabaje en red desde una perspectiva, no solo nacional sino regional, y cuyo enfoque podría ser, o bien en temas específicos, o bien multisectorial. A este centro podrían sumarse voluntariamente los países de la región.

Marco y red regional de verificación tecnológica

Tal como se presenta en la sección V.4.3.3 en detalle, se trata de crear un marco regional para definir mecanismos de verificación tecnológica y conformar una red regional de verificación tecnológica conjunta que apoye el uso y comercialización de tecnologías en energías renovables, y el desarrollo de capacidades y de iniciativas de eficiencia energética, en sectores como transporte e industria.

Plataforma sobre oferta y demanda

Será una plataforma —en principio de carácter nacional, pero con el propósito de integrarse a nivel de la región de LAC— de oferta y demanda de tecnologías ambientales que contará con el liderazgo de las instituciones nacionales a cargo de la política de CTI y de cambio climático. Permitirá vincular la

oferta en investigación con las demandas por parte del sector productivo y reducirá así las asimetrías de información, entre los subsistemas productivo, de educación e investigación y de estructuras de intermediación. Ofrecerá servicios de vigilancia tecnológica en el campo de las TER; de acceso abierto a resultados de investigación financiada con recursos públicos de los países de la región; y de facilitación de espacios para la construcción de comunidades de práctica y para promover la realización de proyectos conjuntos entre los actores de los subsistemas. Mayores detalles se ofrecen en la sección V.4.4.1 de este documento.

Crear un sistema regional de indicadores de innovación enfocados en TER

La creación de este sistema deberá seguir los siguientes pasos:

- Definir un marco de indicadores comunes.
- Levantarlos en cada país.
- Hacer reportes anuales o bianuales para entender cómo se está avanzando (monitoreo).
- Difundir experiencias de LAC.

V.6 Fortalecimiento institucional

Las recomendaciones que se han propuesto en este capítulo se enmarcan en la idea de una estrategia orientada por misión cuya naturaleza es esencialmente intersectorial y sistémica. La estrategia deberá ser liderada por el sector público a través de los diferentes niveles de gobierno en el marco de una actuación coordinada de diferentes actores en diversos sectores de la economía. Por lo tanto, se requerirá una visión integradora frente a las rápidas transformaciones y a las crecientes dependencias intersectoriales que se derivan de la acción climática, de la búsqueda de los ODS y de los procesos de innovación. Este es, por ejemplo, el caso del frecuente traslape de iniciativas del sector energético y del sector transporte, dada la naturaleza multidimensional del cambio climático.

La implementación de estas recomendaciones de política requiere que en los marcos institucionales de los países de LAC se refuercen las capacidades para el establecimiento y gestión de políticas públicas.

109 "Las comunidades de práctica son grupos de personas, redes o instituciones que comparten intereses, intercambian información o debaten ideas sobre un tema en particular y de interés común, a través de la interacción continua en grupo" (OPS y OMS (2015) Metodología de la OPS/OMS para intercambio de información y gestión del conocimiento en salud. <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2017/gestion-conocimiento-Comunidades-de-practica.pdf>)

Recuadro 12. Ejemplos de incentivos normativos y fiscales, así como de subvenciones

- **México**
 - Centros Mexicanos de Innovación en Energía (CEMIES) <https://www.gob.mx/sener/articulos/centros-mexicanos-de-innovacion-en-energia>
- **Ecuador**
 - HUB´ s Universitarios de Innovación y Transferencia de Tecnología: creación de espacios de diálogo entre las empresas y la academia. <https://www.educacionsuperior.gob.ec/senescyt-presenta-los-hubs-una-red-que-fomenta-la-innovacion-y-el-emprendimiento/>
- **Perú**
 - La red de Centros de Innovación Tecnológica o CITE adscritos al Instituto Tecnológico de la Producción (<https://www.itp.gob.pe/nuestros-cite/>)
- **Uruguay**
 - Centro de extensionismo industrial. (<http://www.centrocei.org.uy/es/>)
- **LAC**
 - Iniciativa Regional de Patentes de CAF: Es un programa que promueve la capacitación regional y el fortalecimiento institucional en innovación tecnológica patentable. En una próxima etapa estará dirigido a temas de mitigación y adaptación al cambio climático. (<https://www.caf.com/es/temas/i/innovacion-tecnologica/iniciativa-regional-de-patentes/>)

Se deberá seguir fortaleciendo el diálogo público-privado y el papel de la sociedad civil; avanzar en el desarrollo de capacidades para la coordinación intra-gubernamental que promueva la integración de las TER en los SNI; y definir con claridad los roles de las instituciones que —en torno a la CTI, la acción climática y, de manera más general, al desarrollo sostenible— establecen estrategias, formulan políticas y se encargan de su implementación. El desarrollo de tales capacidades deberá generar las condiciones para darle estabilidad en el largo plazo a las políticas. Y esto, a su vez, deberá reforzarse con la formación de capacidades para experimentar, monitorear, evaluar y aprender, y así mejorar los procesos de planificación y ajuste de las políticas. En este sentido se recomienda:

V.6.1 Implementar una estructura de gobernanza apropiada para la implementación de estrategias orientadas por misión

La implementación de medidas de política en el marco de una estrategia orientada por misión requiere el desarrollo de organismos o estructuras de gobernanza que, con una visión de 10 y 30

años, generen las condiciones propicias para que el proyecto cumpla las expectativas para las que ha sido creado. Esta estructura de gobernanza deberá involucrar a la sociedad civil. Si bien el liderazgo deberá recaer en el sector público, el papel de la sociedad para demandar cambios de política implicaría un mayor incentivo y una mayor posibilidad de que los gobiernos adopten las medidas necesarias. Se tendría la participación de una gran diversidad de sectores y de un ecosistema de agentes procedentes de diferentes administraciones, de diferentes niveles dentro de la misma administración y, por último y no menos importante, del sector privado y de las organizaciones de la sociedad civil. En todo caso, se requerirá el liderazgo y el compromiso político al más alto nivel

En igual sentido, la estrategia orientada por misión está asociada con un enfoque de “combinación de políticas” que conlleva un amplio número y variedad de objetivos, acuerdos, partes interesadas, metas e instrumentos de política. En efecto, en el contexto de dicha estrategia, las distintas políticas que la componen y sus instrumentos interactúan entre sí. Habrá complementariedades que refuercen la eficacia de las políticas. Pero también podría

haber compensaciones, duplicaciones, efectos contraproducentes y aumentos generales de los costos administrativos que reducen la eficiencia de la acción pública. De ahí que se requiera un enfoque más holístico de la gobernanza y del diseño de mecanismos de seguimiento y evaluación de las políticas y en especial de sus interacciones. De esta manera, se reduce la probabilidad de estas posibles fallas y se aumenta la de una mayor eficacia por la interacción de las políticas e instrumentos

V.6.2 Desarrollar Capacidades Institucionales Estratégicas Nacionales para la Acción Climática

Las capacidades institucionales estratégicas son entendidas como las habilidades clave de las instituciones para desempeñar funciones, resolver problemas, fijar y lograr objetivos que contribuyan a las metas nacionales para la acción climática. Las experiencias de otros países en el desarrollo de acciones para la promoción de las TER, dan luces sobre los aspectos administrativos y políticos que se deben fortalecer. En este orden de ideas, se recomienda:

V.6.2.1 Fomento de capacidades para la estrategia y la coordinación

Promover entre las instituciones de gobierno encargadas de la formulación de políticas, tanto de innovación como de cambio climático (adaptación y mitigación), el desarrollo de capacidades para:

- La formulación de estrategias y de mecanismos de coordinación para identificar y desarrollar prioridades de acción de mutuo interés. En particular, estas capacidades deberían servir para:
 - Determinar, con el concurso de los distintos actores relevantes y en especial de las comunidades y de la sociedad civil, hojas de ruta de largo plazo para lograr las metas asociadas a estas prioridades de acción.
 - Desarrollar, como parte del diseño de estas hojas de ruta:
 - > mecanismos articuladores entre las instituciones
 - > herramientas que promuevan entre las

comunidades y la sociedad civil una cultura de vigilancia y control, y en especial de co-responsabilidad, no solo de los actores de gobierno.

- Reconocer las brechas de innovación que impiden alcanzar las metas definidas en el mapa de ruta y coordinar actividades a lo largo del ciclo de innovación. En especial, estas capacidades deberían fomentarse en las estructuras de intermediación.

- La planeación para la consecución, coordinación y monitoreo de recursos financieros de distintas fuentes, según las distintas etapas del ciclo de innovación.

V.6.2.2 Generación de diagnósticos y de planes sectoriales frente al cambio climático

- Requerir a todos los sectores, dentro de los gobiernos nacionales, para que generen diagnósticos y planes que atiendan las necesidades sectoriales en materia de innovación frente al cambio climático.
 - En Colombia se tiene la experiencia, en el marco de la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono, de requerirle a varios ministerios que formulen sus Planes de Acción Sectorial (PAS). Estos están orientados a la promoción de tecnologías no convencionales y la integración de las mismas como herramienta para el logro de las metas de mitigación.

Ver (<http://www.minambiente.gov.co/index.php/estrategia-colombiana-de-desarrollo-bajo-en-carbono/planes-sectoriales#planes-sectoriales-de-mitigaci%C3%B3n>).

BIBLIOGRAFÍA

- CONACYT. (2014a). *Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- Acosta, B., & De Kumar, P. (Enero de 2015). National Innovation System of Ecuador: A New Perspective.

Revista ESPACIOS, 36(21), 1-16. Recuperado el 27 de Febrero de 2019, de https://www.researchgate.net/publication/303960601_National_innovation_system_of_ecuador_A_new_perspective

Action LAC. (2017). Action LAC. Obtenido de <https://actionlac.net/accion-climatica/>

Aguirre-Torres, L., Gallegos Toussaint, R., Pérez-Cirera, V., Pinzón Kuhn, J., & Rangel Villasana, F. (2015). *CLEANTECH MEXICO 2015: Panorama y Recomendaciones para Impulsar la Ecoinnovación Nacional*. WWF, GreenMomentum e IMCO. Recuperado el 27 de Febrero de 2019, de https://www.researchgate.net/publication/292141807_CLEANTECH_MEXICO_2015_Panorama_y_Recomendaciones_para_Impulsar_la_Ecoinnovacion_Nacional

Albis, N., García, J. M., & Sanchez, E. (2018). *Impacto de las políticas públicas de apoyo a la innovación sobre la productividad y el esfuerzo innovador de las empresas manufactureras y de servicios en Colombia*. CAF- Banco de Desarrollo de América Latina.

Asamblea Nacional del Ecuador. (2010a). *Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones (COPCI)*. Quito, Ecuador.

Asamblea Nacional del Ecuador. (2010a). *Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones (COPCI)*. Quito, Ecuador. Recuperado el 26 de Febrero de 2019, de http://www.sri.gob.ec/BibliotecaPortlet/descargar/4cdf82a-6702-4147-917e-344eb79d8ea_eCODIGO+ORGANICO+DE+LA+PRODUCCION%2C+COMERCIO+E+INVERSIONES%2C+COPCI%5B2%5D.pdf

Asamblea Nacional del Ecuador. (12 de Octubre de 2010b). *Ley Orgánica de Educación Superior*. Quito, Ecuador.

Asamblea Nacional del Ecuador. (12 de Octubre de 2010b). *Ley Orgánica de Educación Superior*. Quito, Ecuador. Recuperado el 26 de Febrero de 2019, de <https://procuraduria.utpl.edu.ec/>

[sitios/documentos/NormativasPublicas/Ley%20Org%C3%A1nica%20de%20Educaci%C3%B3n%20Superior%20Codificada.pdf](https://www.sri.gob.ec/sitios/documentos/NormativasPublicas/Ley%20Org%C3%A1nica%20de%20Educaci%C3%B3n%20Superior%20Codificada.pdf)

Asamblea Nacional República del Ecuador. (2016). *Código Orgánico de Economía Social del Conocimiento e Innovación*. Quito, Ecuador.

Asamblea Nacional República del Ecuador. (2016). *Código Orgánico de Economía Social del Conocimiento e Innovación*. Quito, Ecuador. Recuperado el 27 de Febrero de 2019, de <https://www.wipo.int/edocs/lexdocs/laws/es/ec/ec075es.pdf>

ASEM. (2018). *Quiénes Somos: Asociación de Emprendedores de México*. Obtenido de Asociación de Emprendedores de México: <https://asem.mx/quienes-somos/>

Banco Mundial . (s.f.). *Solicitud de Patentes, Residentes*. Obtenido de World Bank: Databank: <https://datos.bancomundial.org/indicador/IP.PAT.RESD?locations=BR-CO-EC-MX&view=chart>

Banco Mundial. (2016a). *Scientific and technical journal articles*. Obtenido de World Bank - Databank: <https://data.worldbank.org/indicador/IP.JRN.ARTC.SC>

Banco Mundial. (2016b). *Population, total*. Obtenido de World Bank - Databank: <https://data.worldbank.org/indicador/sp.pop.totl>

Banco Mundial. (2018). *CO₂ emissions (kg per 2010 US\$ of GDP)*. Obtenido de The World Bank - Data: <https://data.worldbank.org/indicador/EN.ATM.CO2E.KD.GD?locations=CO-EC-MX>

Banco Mundial. (24 de Abril de 2019). *Investigadores dedicados a investigación y desarrollo (por cada millón de personas)*. Obtenido de DataBank Banco Mundial: <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.SCIE.RD.P6>

BID. (2014). *Ecuador: análisis del Sistema Nacional de Innovación: hacia la consolidación de una cultura innovadora / Carlos Guaipatín, Liora Schwartz*. Banco Interamericano de Desarrollo.

BID. (2014). *La Política de Innovación en América Latina y el Caribe: Nuevos Caminos*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo. Recuperado el 26 de Febrero de 2019, de <https://publications>.

iadb.org/publications/spanish/document/La-pol%C3%ADtica-de-innovaci%C3%B3n-en-Am%C3%A9rica-Latina-y-el-Caribe-Nuevos-caminos.pdf

BID. (2014b). *¿Cómo repensar el desarrollo productivo?: políticas e instituciones sólidas para la transformación económica*. (G. Crespi, E. Fernández-Arias, & E. Stein, Edits.) Banco Interamericano de Desarrollo.

BID. (2016). *La Política de Innovación en América Latina y el Caribe: Nuevos Caminos*. Washington, D.C. : Banco Interamericano de Desarrollo.

BID. (2017). *Innovation, Science and Technology Sector Framework Document*. Inter-American Bank of Development.

BID. (2017). *Innovation, Science and Technology Sector Framework Document*. Inter-American Bank of Development. Recuperado el 26 de Febrero de 2019, de <http://www.iadb.org/document.cfm?id=EZSHARE-1612649889-12>

Black, T. (2018). *Análisis económico y ambiental de las contribuciones previstas determinadas a nivel nacional presentadas en América Latina y el Caribe. Posibles impactos en las metas planteadas*. CEPAL.

Blanco, G., Gerlagh, R., Suh, S., Barrett, J., de Coninck, H., Diaz Morejon, C., ... Zhou, P. (2014). Drivers, Trends and Mitigation. En *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report*. Obtenido de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_chapter5.pdf

BMBF. (2016a). *Federal Report on Research and Innovation 2016*. Federal Ministry of Education and Research. Obtenido de Federal Report on Research and Innovation 2016: https://www.bmbf.de/pub/Bufi_2016_Short_Version_eng.pdf

BMBF. (2016b). *The new High-Tech Strategy Innovations for Germany. The Federal Government*. Recuperado el 1 de Octubre de 2017, de https://www.bmbf.de/pub/HTS_Broschuere_eng.pdf

BMBF. (2016c). *Research for Sustainable Development - FONA: Framework programme of the Federal Ministry of Education and Research*. Federal Ministry of

Education and Research. Recuperado el 1 de Octubre de 2017, de https://www.fona.de/mediathek/pdf/bmbf_fona3_2016_englisch_barrierefrei.pdf

BMUB. (2014). *GreenTech made in Germany 4.0: Environmental Technology Atlas for Germany*. Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety. Recuperado el 1 de Octubre de 2017, de http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/greentech_atlas_4_0_en_bf.pdf

BN Americas. (s.f.). *BN Americas*. Obtenido de Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático: <https://www.bnamericas.com/company-profile/es/instituto-nacional-de-ecologia-y-cambio-climatico-inecc>

Boston Strategies International. (2016). *Estudios de cadena de valor de tecnologías seleccionadas para apoyar la toma de decisiones en materia de mitigación en el sector de generación de energía eléctrica y contribuir al desarrollo de tecnologías*. México: Coordinación General de Cambio Climático y Desarrollo Bajo en Carbono. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.

Boston Strategies International. (2016). *Estudios de cadena de valor de tecnologías seleccionadas para apoyar la toma de decisiones en materia de mitigación en el sector de generación de energía eléctrica y contribuir al desarrollo de tecnologías*. Coordinación General de Cambio Climático y Desarrollo Bajo en Carbono. México: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Recuperado el 26 de Febrero de 2019, de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/279633/CGMCC_2016_Cadenas_de_valor_generacion_energia_electrica.pdf

Cámara de Diputados del H.Congreso de la Unión. (5 de Junio de 2002). *Ley Orgánica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología*. México: Presidencia de la República. Recuperado el 26 de Febrero de 2019, de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/242_081215.pdf

Cámara de Diputados del H.Congreso de la Unión. (Junio de 2002a). *Ley de Ciencia y Tecnología*. México.

Cámara de Diputados del H.Congreso de la Unión. (Junio de 2002b). *Ley orgánica del consejo nacional*

de Ciencia y Tecnología. México.

Cámara de Diputados del H.Congreso de la Unión. (10 de 10 de 2012). Ley General de Cambio Climático. México.

Cámara de Diputados del H.Congreso de la Unión. (6 de Junio de 2012). Ley General de Cambio Climático. México: Presidencia de la República. Recuperado el 26 de Febrero de 2019, de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC_130718.pdf

Cámara de Industrias de Guayaquil. (2014). *Informe sobre la eficacia del Código Orgánico De La Producción Comercio E Inversiones (COPCI) y propuesta de reformas*. Recuperado el 25 de Enero de 2018, de Cámara de Industrias de Guayaquil: <http://www.industrias.ec/archivos/CIG/file/CARTELERA/1408%20REFORMAS%20AL%20COPCI%20Proyecto%20V1%20para%20OIT.pdf>

Castro, M. (2011). *Hacia una Matriz Energética Diversificada en Ecuador*. Quito: CEDA. Centro Ecuatoriano de Derecho Ambiental.

Castro, M. (2011). *Hacia una Matriz Energética Diversificada en Ecuador*. Quito: CEDA. Centro Ecuatoriano de Derecho Ambiental. Recuperado el 26 de Febrero de 2019, de <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/cg00344.pdf>

CCIC. (2012). Quinta Comunicación Nacional Ante la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático.

CEAACES. (2009). *Rendición de cuentas 2009*.

CEAACES. (2013). *Rendición de cuentas 2013*.

CEAACES. (2016). *Rendición de cuentas 2016*.

Centro Mexicano de Innovación en Energía Oceano. (26 de Febrero de 2019). Centro Mexicano de Innovación en Energía Oceano. Obtenido de Consejo Técnico-Académico: <http://cemioceano.mx/grupo-directivo.html>

Centro Mexicano de Innovación en Energía Oceano. (s.f.). *Centro Mexicano de Innovación en Energía Oceano*. Obtenido de Consejo Técnico-Académico: <http://cemioceano.mx/grupo-directivo.html>

Centro Mexicano de Innovación en Energía Solar CeMIE Sol. (s.f.). *Centro Mexicano de Innovación*

en Energía Solar CeMIE Sol. Obtenido de Grupo Directivo: <http://www.cemiesol.mx>

Centro Mexicano de Innovación en Energía Solar CeMIE Sol. (s.f.). *Centro Mexicano de Innovación en Energía Solar CeMIE Sol*. Recuperado el 26 de Febrero de 2019, de Grupo Directivo: <http://www.cemiesol.mx>

CICC. (2009). México. *Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. México: Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto Nacional de Ecología (INE).

CICC. (2009). *Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012*.

CICC. (2009a). México. *Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. México: Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto Nacional de Ecología (INE). Recuperado el 26 de Febrero de 2019, de <https://unfccc.int/resource/docs/natc/mexnc4s.pdf>

CICC. (2009b). *Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012*. Ciudad de México: SEMARNAT. Recuperado el 26 de Febrero de 2019, de http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/programas/Documents/PECC_DOEF.pdf

CICC. (2012). México. *Quinta comunicación nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Mexico: Comisión Intersecretarial de Cambio Climático. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC).

CICC. (2012). México. *Quinta comunicación nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Mexico: Comisión Intersecretarial de Cambio Climático. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). Recuperado el 26 de Febrero de 2019, de <https://unfccc.int/resource/docs/natc/mexnc5s.pdf>

CINU. (20 de septiembre de 2017). *Centro de Información de las Naciones Unidas de México*.

Obtenido de <http://www.cinu.org.mx/eventos/conferencias/johannesburgo/documentos/Agenda21/Programa21.htm>

Clapp, J., Newell, P., & Brent, Z. (2018). *The global political economy of climate change, agriculture and food systems*. *The Journal of Peasant Studies*, 45(1), 80-88. doi:10.1080/03066150.2017.1381602

Climate, T. G. (s.f.).

Colciencias. (2018). *Cifras - Fondo de Ciencia Tecnología e Innovación 2012-2020*. Bogotá: Colciencias. Obtenido de <https://www.colciencias.gov.co/portafolio/gestion-territorial/fondo-fctei-sgr/recursos>

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2015). *Programa Anual de Trabajo 2015*.

CONACYT. (2014a). *Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Recuperado el 26 de Febrero de 2019, de <http://www.siicyt.gob.mx/index.php/normatividad/nacional/631-3-programa-especial-de-ciencia-tecnologia-e-innovacion-2014-2018/file>

CONACYT. (2014b). *Fondo de Innovación Tecnológica (FIT)*. Recuperado el 18 de Septiembre de 2017, de CONACYT: <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/fondos-sectoriales-constituidos2/item/fondo-de-innovacion-tecnologica-fit>

CONACYT. (2014b). *Fondo de Innovación Tecnológica (FIT)*. Recuperado el 18 de Septiembre de 2017, de CONACYT: <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/fondos-sectoriales-constituidos2/item/fondo-de-innovacion-tecnologica-fit>

CONACYT. (2014c). *Logros 14 - Programa Especial de Ciencia Tecnología e Innovación*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

CONACYT. (2014c). *Logros 14 - Programa Especial de Ciencia Tecnología e Innovación*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

CONACYT. (2014c). *Logros 14 - Programa Especial de Ciencia Tecnología e Innovación*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Recuperado el 26 de Febrero de 2019, de <http://www.siicyt.gob.mx/index.php/transparencia/informes-conacyt/logros-programa-especial-de-ciencia-tecnologia-e-innovacion-peciti-2014-2018/1487-logros-peciti-2014/file>

<http://www.siicyt.gob.mx/index.php/transparencia/informes-conacyt/logros-programa-especial-de-ciencia-tecnologia-e-innovacion-peciti-2014-2018/1488-logros-peciti-2015/file>

CONACYT. (2015). *Logros 2015 - Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

CONACYT. (2015). *Logros 2015 - Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014 -2018*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Recuperado el 26 de Febrero de 2019, de <http://www.siicyt.gob.mx/index.php/transparencia/informes-conacyt/logros-programa-especial-de-ciencia-tecnologia-e-innovacion-peciti-2014-2018/1488-logros-peciti-2015/file>

CONACYT. (2016). *Logros 2016 - Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

CONACYT. (2016). *Logros 2016 - Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Recuperado el 26 de Febrero de 2019, de <http://www.siicyt.gob.mx/index.php/transparencia/informes-conacyt/logros-programa-especial-de-ciencia-tecnologia-e-innovacion-peciti-2014-2018/3747-logros-peciti-2016/file>

CONACYT. (2017a). *Sistema Nacional de Investigadores*. Obtenido de <https://www.conacyt.gob.mx>

CONACYT. (2017a). *Sistema Nacional de Investigadores*. Recuperado el 26 de Febrero de 2019, de <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt/sistema-nacional-de-investigadores>

CONACYT. (2017b). *SME Toolkit*. Obtenido de Programa Avance CONACYT: <http://mexico.smetoolkit.org/mexico/es/content/es/2972/Programa-Avance-CONACYT>

CONAE. (2019). *Comisión Nacional para el Ahorro de Energía*. Recuperado el 26 de Febrero de 2019, de Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE): <http://gobierno.com.mx/conae.html>

CONAE. (s.f.). *Comisión Nacional para el Ahorro de Energía*. Obtenido de Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE): <http://gobierno.com.mx/conae.html>

CONAFOR. (2017). *Comisión Nacional Forestal*. Obtenido de Gobierno de México: <https://www.gob.mx>

[mx/conafor](https://www.conafor.mx/conagua)

CONAGUA. (2017). *Comisión Nacional de Agua*. Obtenido de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/conagua>

Conferencia Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2009). *Bases de Funcionamiento de la Conferencia Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación*. CONACYT.

Congreso de Colombia. (27 de Julio de 2018). *Ley 1931 de 2018. Ley de Cambio Climático*. Bogotá D.C. Recuperado el 26 de Febrero de 2019, de http://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/LEY_1931_DEL_27_DE_JULIO_DE_2018_LEY_DE_CAMBIO_CLIM%C3%81TICO.pdf

CONPES. (15 de Marzo de 2018). *Estrategia para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia*. Bogotá D.C., Colombia: Departamento Nacional de Planeación (DNP). Recuperado el 26 de Febrero de 2019, de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3918.pdf>

Consejo Nacional de Planificación. (2017). *Plan Nacional para el Buen Vivir 2017-2021*. Quito, Ecuador: SENPLADES.

Consejo Nacional de Planificación. (2017). *Plan Nacional para el Buen Vivir 2017-2021*. Quito, Ecuador: SENPLADES. Recuperado el 26 de Febrero de 2019, de http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_OK.compressed1.pdf

Consejo Privado de Competitividad - CPC. (2015). *Informe Nacional de Competitividad 2015-2016*. Bogotá: CPC.

Consejo Privado de Competitividad - CPC. (2015). *Informe Nacional de Competitividad 2015-2016*. Bogotá D.C.: CPC. Recuperado el 26 de Febrero de 2019, de https://compite.com.co/wp-content/uploads/2016/05/CPC_-Resumen-2015-2016.pdf

Contraloría General de la República. (2016). *Informe de auditoría desempeño No. 145 de 2016. Recursos de regalías para proyectos de inversión del sector Ciencia, Tecnología e Innovación - CTel - contenidos en el concepto de distribución del Fondo de Ciencia,*

Tecnología e Innovación - FCTel - del SGR. Bogotá: Contraloría General de la República.

Contraloría General de la República. (2016). *Informe de auditoría desempeño No. 145 de 2016. Recursos de regalías para proyectos de inversión del sector Ciencia, Tecnología e Innovación - CTel - contenidos en el concepto de distribución del Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación - FCTel - del SGR*. Bogotá: Contraloría General de la República. Recuperado el 26 de Febrero de 2019, de <https://www.contraloria.gov.co/documents/20181/479014/Informe+de+Auditoria+de+Desempe%C3%B1o++de+Ciencia+Tecnolog%C3%ADa+e+Innovaci%C3%B3n+2016/341aded7-6adf-4016-9261-0c88dfa93ba0?version=1.1>

Cornell University, INSEAD & WIPO. (2015). *The Global Innovation Index 2015: Effective Innovation Policies for Development*. Fontainebleau, Francia, Ithaca, EE.UU. y Ginebra, Suiza. Recuperado el 27 de Febrero de 2019, de <https://www.globalinnovationindex.org/userfiles/file/reportpdf/GII-2015-v5.pdf>

CPC. (2018). *Informe Nacional de Competitividad 2018-2019*. Bogotá: Consejo Privado de Competitividad. Obtenido de https://compite.com.co/wp-content/uploads/2018/10/CPC_INC_2018-2019_Web.pdf

CTCN. (4 de Diciembre de 2018). *CTCN marks first 5 years - Progress Report launched*. Obtenido de Climate Technology Centre and Network: <https://www.ctc-n.org/news/ctcn-marks-first-5-years-progress-report-launched>

Dickinson, T. (2007). *The compendium of adaptation models for climate change: First Edition*. Canada, Canada: Adaptation and Impacts Research Division, Environment Canada.

DNP & Colciencias. (1998). *Colombia: estructura industrial e internacionalización 1967-1996*. Bogotá, Colombia: Departamento Nacional de Planeación. Recuperado el 27 de Febrero de 2019, de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Empresarial/Colombia%20Estructura%20Industrial%20e%20Internacionalizaci%C3%B3n.pdf>

DNP. (2010). *Instructivo para el uso del clasificador de política transversal "Actividades Científicas, Tecnológicas y de Innovación" en el sistema Banco de Proyectos de Inversión Nacional (BPIN)*. Obtenido

de GLOSARIO DE ACTIVIDADES CIENTIFICAS Y TECNOLOGICAS: [https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Inversiones%20y%20finanzas%20pblcas/Uso del clasificador de Actividades Cientificas Tecnologicas y de Innovacion.pdf](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Inversiones%20y%20finanzas%20pblcas/Uso%20del%20clasificador%20de%20Actividades%20Cientificas%20Tecnologicas%20y%20de%20Innovacion.pdf)

DNP. (2011). *Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 "Prosperidad para todos"*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación. Recuperado el 27 de Febrero de 2019, de <https://www.dnp.gov.co/Plan-Nacional-de-Desarrollo/PND-2010-2014/Paginas/Plan-Nacional-De-2010-2014.aspx>

DNP. (2011). *Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 "Prosperidad para todos"*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación.

DNP.(2011b).*Estrategía institucional para la articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático en Colombia. Departamento Nacional de Planeación.* Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%3%B3micos/3700.pdf>

DNP.(2012b).*Plan Nacional de Adaptación.* Recuperado el noviembre de 2018, de <https://www.dnp.gov.co/programas/ambiente/CambioClimatico/Paginas/Plan-Nacional-de-Adaptacion.aspx>

DNP. (2015). *Política nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2015-2025 (Conpes borrador sin aprobación)*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación.

DNP. (2015). *Política nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2015-2025 (Conpes borrador sin aprobación)*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación. Recuperado el 27 de Febrero de 2019, de <https://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/upload/noticias/conpes-borrador-cti.pdf>

DNP. (2016). *Borrador CONPES - Política de Ciencia, Tecnología e Innovación 1016-2025*. Bogotá D.C.

DNP. (2016). *Borrador CONPES - Política de Ciencia, Tecnología e Innovación 2016-2025*. Bogotá D.C.

DNP. (2016). *Conpes 3866: Política Nacional de Desarrollo Productivo*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación.

DNP. (2016). *Conpes 3866: Política Nacional de Desarrollo Productivo*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación. Recuperado el 27 de Febrero de 2019, de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%3%B3micos/3866.pdf>

<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Ambiente/Finanzas%20del%20Clima/Documento%20CPEIR.pdf>

DNP. (2018). *Análisis sobre el gasto público y privado e institucionalidad para el cambio climático - Caso de Colombia*. Bogotá. Recuperado el 27 de Febrero de 2019, de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Ambiente/Finanzas%20del%20Clima/Documento%20CPEIR.pdf>

DNP. (2018). *Documento CONPES 3934. Política de Crecimiento Verde*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación. Obtenido de <https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/Pol%3%Adtica%20CONPES%203934/CONPES%203934%20-%20Presentaci%C3%B3n%20CONPES%20Jul18.pdf>

DNP y BM. (2014). *Análisis Funcional y de Gobernanza del Gasto Público en Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación y Banco Mundial.

DNP y BM. (2014). *Análisis Funcional y de Gobernanza del Gasto Público en Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación y Banco Mundial. Recuperado el 27 de Febrero de 2019, de https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Sinergia/Documentos/141_InformeFinal.pdf

ECDDB & MinAgricultura. (2015). *Plan de Acción Sectorial (PAS) de Mitigación de Gases Efecto Invernadero (GEI) Agropecuario. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Recuperado el 27 de Febrero de 2019, de http://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/planes_sectoriales_de_mitigaci%C3%B3n/PAS_Agropecuario_-_Final.pdf

ECLAC. (2015). *The economics of climate change in Latin America and the Caribbean: Paradoxes and challenges of sustainable development*. Santiago de Chile: United Nations. Recuperado el 27 de Febrero de 2019, de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37311/S1420655_en.pdf

ECN. (2018). *Triggering Participation: A Collection of Civic Crowdfunding and Match-funding Experiences in the EU*. Bruselas, Bélgica: European Crowdfunding Network. Recuperado el diciembre de 2018, de https://eurocrowd.org/wp-content/blogs.dir/sites/85/2018/07/ECN_CF4ESIF_Report

[Triggering-Participation_2018.pdf](#)

Eco-Innovation Observatory. (2016). *Eco-innovation in Germany: EIO Country Profile 2014-2015*. Eco-Innovation Observatory. Recuperado el 1 de Octubre de 2017, de <https://epub.wupperinst.org/frontdoor/index/index/docId/6539>

Edquist, C. (1997). *Systems of Innovation: technologies, institutions and organizations*. Londres: Pinter.

Edquist, C. (1997). *Systems of Innovation: technologies, institutions and organizations*. Londres: Pinter. Recuperado el 27 de Febrero de 2019, de <https://charlesedquist.files.wordpress.com/2015/06/science-technology-and-the-international-political-economy-series-charles-edquist-systems-of-innovation-technologies-institutions-and-organizations-routledge-1997.pdf>

ENCC. (2013). *Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40*. México. D.F.: Gobierno de la República.

ENCC. (2013). *Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40*. México. D.F.: Gobierno de la República. Recuperado el 27 de Febrero de 2019, de <https://www.gob.mx/inecc/documentos/estrategia-nacional-de-cambio-climatico-vision-10-20-40>

ENT, MAE, URC, GEF. (2012). *Ecuador: Evaluación de Necesidades Tecnológicas para el Cambio Climático*. Quito, Ecuador.: Ministerio de Ambiente del Ecuador.

European Commision. (2015a). *Policies in support of high-growth innovative enterprises. European Commision*. Recuperado el 1 de Octubre de 2017, de https://ec.europa.eu/research/innovation-union/pdf/high_growth_p2-ki0115557enn.pdf

European Commision. (2015b). *Private Sector Interaction in the Decision Making Processes of Public Research Policies, country profile: Germany*. European Commision. Recuperado el 1 de Octubre de 2017, de http://ec.europa.eu/invest-in-research/pdf/download_en/psi_countryprofile_germany.pdf

Flores, M. (Agosto de 2016). *Proyecto FSE*. Obtenido de CEMIE-Eólico en 2016: dos años de innovación y

sinergias: <http://proyectoofse.mx>

Fog, L., Salazar, M., Nupia, C., & Vesga, R. (2012). *National System for Science, Technology and Innovation in Colombia, background report for the OECD Review of Innovation Policy*. Bogotá: OECD.

Fondo de Sustentabilidad Energética. (s.f.). *Centro Mexicano de Innovación en Energía Eólica CEMIE-EÓLICO*. Secretaría de Energía.

Fondo de Sustentabilidad Energética. (s.f.). *Centro Mexicano de Innovación en Energía Eólica CEMIE-EÓLICO*. Secretaría de Energía. Recuperado el 27 de Febrero de 2019, de <http://www.cemieeolico.org.mx/>

Fondo de Sustentabilidad Energética. (s.f.). *Centro Mexicano de Innovación en Energía Geotérmica CEMIE-GEO*. Secretaría de Energía .

Fondo de Sustentabilidad Energética. (s.f.). *Centro Mexicano de Innovación en Energía Geotérmica CEMIE-GEO*. Secretaría de Energía. Recuperado el 27 de Febrero de 2019, de <http://cemiegeo.org/>

Fondo de Sustentabilidad Energética. (s.f.). *Centro Mexicano de Innovación en Energía Solar CEMIE-SOL*. SENER.

Fondo de Sustentabilidad Energética. (s.f.). *Centro Mexicano de Innovación en Energía Solar CEMIE-SOL*. SENER. Recuperado el 27 de Febrero de 2019, de <https://www.cemiesol.mx/home-en/>

Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC. (2016). *Catálogo de programas para el fomento a la innovación y la vinculación en las empresas*.

Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC. (2016). *Catálogo de programas para el fomento a la innovación y la vinculación en las empresas*. Recuperado el 27 de Febrero de 2019, de Foro Consultivo Científico y Tecnológico: <http://foroconsultivo.org.mx/FCCyT/proyectos/cat%C3%A1logo-de-programas-para-el-fomento-la-innovaci%C3%B3n-y-la-vinculaci%C3%B3n-en-las-empresas-2017>

Foro Consultivo. (s.f.). *Foro Consultivo*. Obtenido de Qué es el Foro Consultivo: <http://www.foroconsultivo.org.mx/FCCyT3/index.php/que-es-el-foro-consultivo>

Freeman, C. (1982). *Technological infrastructure and*

international competitiveness: draft paper submitted to the OECD ad hoc group on science, technology and competitiveness. París: OCDE. Recuperado el 27 de Febrero de 2019, de http://mail.redesist.ie.ufrj.br/globelics/pdfs/GLOBELICS_0079_Freeman.pdf

Freeman, C. (1987). *Technological infrastructure and international competitiveness: draft paper submitted to the OECD ad hoc group on science, technology and competitiveness*. París: OCDE.

Garay, J. (1997). *Colombia: estructura industrial e internacionalización 1967-1996*. Colombia: Departamento Nacional de Planeación.

GGGI. (2015). *Global Green Growth Institute. Obtenido de Korea's Green Growth Experience: Process, Outcomes and Lessons Learned*: http://www.greengrowthknowledge.org/sites/default/files/downloads/resource/Koreas-Green-Growth-Experience_GGGI.pdf

GII, C. U. (2015). *The Global Innovation Index 2015: Effective Innovation Policies for Development*.

Global Green Growth Institute. (2015). *Korea's Green Growth Experience: Process, Outcomes and Lessons Learned*. Seoul.

Gobierno de la República. (10 de Agosto de 2017). *Integrantes Consejo de Cambio Climático*. Obtenido de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/261941/Integrantes Consejo de Cambio Climatico.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/261941/Integrantes_Consejo_de_Cambio_Climatico.pdf)

Gobierno de la República de México. (2013). *Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018*. Recuperado el 27 de Febrero de 2019, de https://www.snieg.mx/contenidos/espanol/normatividad/MarcoJuridico/PND_2013-2018.pdf

Gobierno de la Republica de México. (2013). *Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018*.

Gobierno de la República del Ecuador. (2015). *Contribución Tentativa Nacionalmente Determinada de Ecuador (INDC)*.

Gobierno de México. (2015). *Intended Nationally Determined Contribution*. México.

Gobierno de México. (2015). *Intended Nationally Determined Contribution*. México. Recuperado el 27

de Febrero de 2019, de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/162973/2015_indc_ing.pdf

Gobierno Nacional de la República de Ecuador. (2016). *Contribución Tentativa Nacionalmente Determinada del Ecuador (INDC)*. Quito: República del Ecuador.

GOBMEX. (2015). *Cambio Climático*. Recuperado el 30 de Septiembre de 2017, de Datos Gobmex: <http://cambioclimatico.datos.gob.mx/tab4.html>

Green Climate Fund. (11 de Julio de 2018). Ecuador. *Obtenido de Green Climate Fund*: <https://www.greenclimate.fund/countries/ecuador>

Guaipatín, C., & Schwartz, L. (2014). *Ecuador: Análisis del Sistema Nacional de Innovación: Hacia la consolidación de una cultura innovadora*. Washington D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Recuperado el 27 de Febrero de 2019, de <https://publications.iadb.org/en/publication/13821/ecuador-analisis-del-sistema-nacional-de-innovacion-hacia-la-consolidacion-de-una>

Gutiérrez Bello, G., & Chelén, R. (2014). *Capital de Riesgo para el Desarrollo de Empresas Innovadoras*. Foro Consultivo Científico y Tecnológico.

Gutiérrez Bello, G., & Chelén, R. (2014). *Capital de Riesgo para el Desarrollo de Empresas Innovadoras. Foro Consultivo Científico y Tecnológico*. Recuperado el 27 de Febrero de 2019, de http://www.foroconsultivo.org.mx/libros_editados/ricardo_chelen_capital_de_riesgo.pdf

Hanushek, E. A., & Woessmann, L. (Diciembre de 2012). *Do Better Schools Lead to More Growth? Cognitive Skills, Economic Outcomes, and Causation*. *Journal of Economic Growth*, 17(4), 267-321. Recuperado el 27 de Febrero de 2019, de <https://doi.org/10.1007/s10887-012-9081-x>

Hekkert, M. P., & Negro, S. O. (2009). *Functions of innovation systems as a framework to understand sustainable technological change: Empirical evidence for earlier claims*. *Technological Forecasting and Social Change*, 584-594.

Henríquez, C. (29 de Julio de 2016). *Más patentes se solicitan, pero se innova poco*. Obtenido de El Comercio: <http://www.elcomercio.com/actualidad/patentes-ecuador-innovacion-investigacion.html>

Hinicio & INECC. (2016). *Estudios de cadena de valor de tecnologías climáticas seleccionadas para apoyar la toma de decisiones en materia de mitigación en el sector autotransporte y contribuir al fortalecimiento de la innovación y desarrollo de tecnologías*. Mexico: Coordinación de Cambio Climático y Desarrollo Bajo en Carbono. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). Recuperado el 27 de Febrero de 2019, de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/279634/CGMCC_2016_Cadenas_de_valor_autotransporte.pdf

Hinicio e INECC. (2016). *Estudios de cadena de valor de tecnologías climáticas seleccionadas para apoyar la toma de decisiones en materia de mitigación en el sector autotransporte y contribuir al fortalecimiento de la innovación y desarrollo de tecnologías*. Mexico: Coordinación de Cambio Climático y Desarrollo Bajo en Carbono. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC).

IAEN. (s.f.). *Historia*. Obtenido de Instituto de Altos Estudios Nacionales: <http://www.iaen.edu.ec/universidad/historia/>

IDEAM. (2010). *Estrategia Nacional de Educación, Formación y Sensibilización de Públicos sobre Cambio Climático*. Bogotá D.C.: IDEAM. Recuperado el 27 de Febrero de 2019, de <http://www.ideam.gov.co/documents/40860/219937/>

ANEXO A PERFILES Y TENDENCIAS DE LAS EMISIONES EN LAC

De acuerdo con el último informe de evaluación del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), las emisiones mundiales de gases efecto invernadero (GEI) totalizaron 49 GtCO₂e en el año 2010, después de un crecimiento del 80% desde 1970. La región de LAC aportó aproximadamente 4 GtCO₂e en el 2010, contribuyendo tan sólo el 8% a las emisiones globales.

A pesar de lo anterior, las emisiones de la región han tenido un crecimiento sostenido especialmente si se analizan excluyendo las emisiones asociadas a

cambios de uso del suelo y el sector forestal.

Las emisiones o captura de gases efecto invernadero del sector de cambio de uso del suelo y forestería comprenden principalmente emisiones por la conversión de bosques a pastos o cultivos (deforestación) y captura de CO₂ por el crecimiento de nuevas áreas forestales (reforestación). En la región se destaca la reducción en la deforestación durante el periodo 2000 a 2010 generando disminuciones significativas en emisiones de USCUS en Nicaragua (99%), Colombia (87%), Brasil (65%), y Guatemala (55%). En contraste Perú y Paraguay han aumentado su deforestación y sus emisiones de CO₂.

Por otra parte, los países que más han aumentado su cobertura forestal y en consecuencia su captura de CO₂ durante el mismo periodo, son Chile, Costa Rica y Argentina.

En contraste, la tendencia de las emisiones distintas a las de cambio de uso del suelo, es creciente en todos los países de la región.

Los países con mayor incremento de sus emisiones durante el periodo 2000 a 2014 corresponden a Panamá, Bolivia, Ecuador y Guatemala; mientras que los que menos han incrementado sus emisiones corresponden a Cuba, Uruguay, el Salvador, República Dominicana, Colombia y México. Este incremento indica que los países en la región aún no han desacoplado las emisiones del crecimiento económico. Sin embargo, es importante analizar el aumento en emisiones respecto a su crecimiento económico, y de esta forma comparar cuáles países

tienen un modelo de crecimiento bajo en carbono. La siguiente gráfica muestra el cambio en la intensidad de emisiones por unidad de PIB.

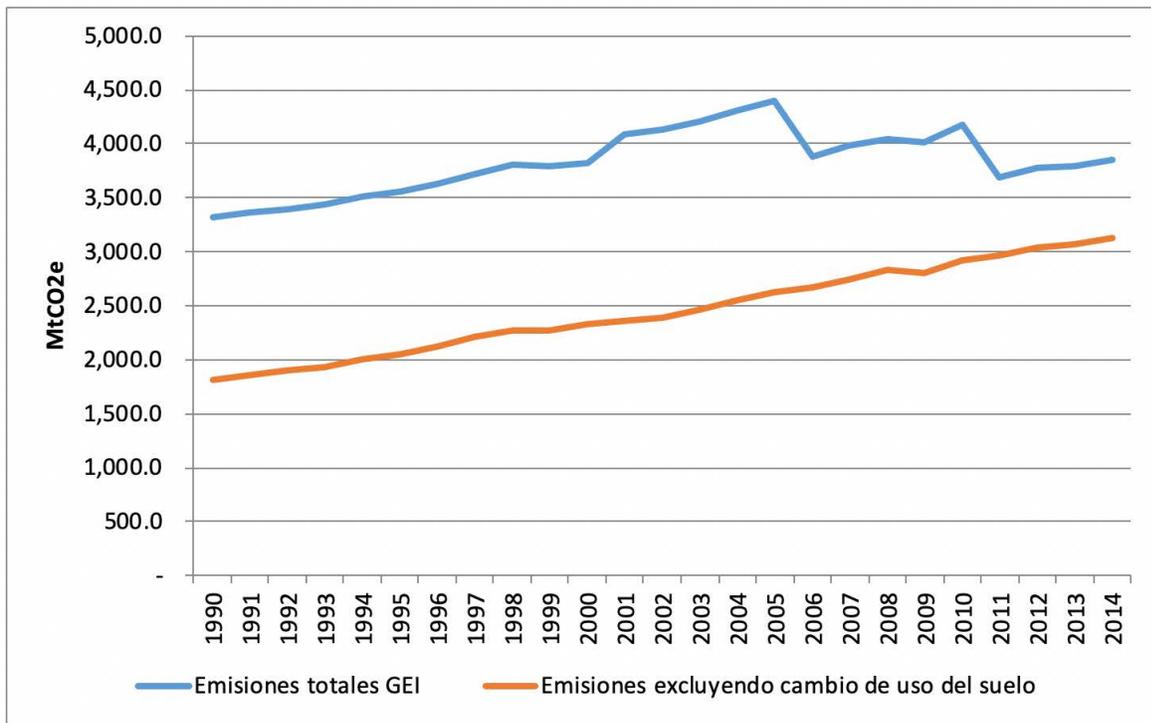
La anterior figura muestra que en general los países de la región han disminuido su nivel de intensidad de emisiones por producto interno bruto (PIB). Durante el periodo 2000-2014. Los países que más han reducido su intensidad son Cuba, República Dominicana, Colombia, Uruguay, Panamá y Nicaragua; mientras que Haití y Guatemala han aumentado su intensidad y México, Bolivia y Brasil han disminuido menos del 10% su intensidad durante el periodo.

Las contribuciones nacionalmente determinadas de los países de la región tienen una alta variación en cuanto a sus niveles de ambición. Para poder

comparar dicho nivel de ambición, (Black, 2018) calculó las emisiones per cápita de cada país en el año 2010 con las emisiones per cápita que tendrían si se cumple su contribución en el año 2030.

Como se aprecia en la figura anterior, los países que proponen una reducción significativa en sus emisiones per cápita son Brasil (50%), Granada (44%), República Dominicana(38%), Barbados(27%), México (20%) y Uruguay(17%); mientras que otros proponen un incremento respecto a sus niveles de 2010 como, Paraguay (70%), Chile (55%) y Venezuela (36%). Los mayores niveles de ambición implican que los países deberán generar cambios estructurales en los sectores que generan sus emisiones, que implican innovación y adopción de tecnologías ecológicamente racionales.

Figura 9 Emisiones de gases efecto invernadero (incluyendo y excluyendo cambios en el uso del suelo) de países** de la región de Latinoamérica y el Caribe durante el periodo 1990-2014. (Cifras en Millones de CO₂e)



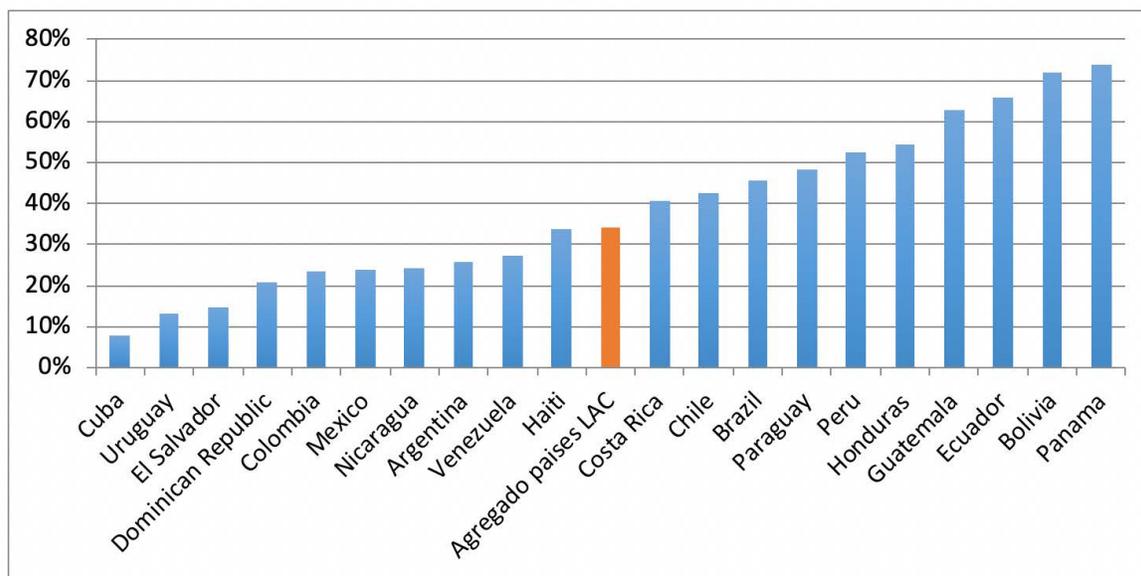
** Incluye: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela.
Fuente: Elaboración propia con base en CAIT Climate Data Explorer. 2017. Washington, DC: World Resources Institute. Disponible en <http://cait.wri.org>

Para analizar cuáles son dichas tecnologías, es necesario identificar los principales sectores y tipos de fuentes que emiten gases de efecto invernadero

en los países de la región.

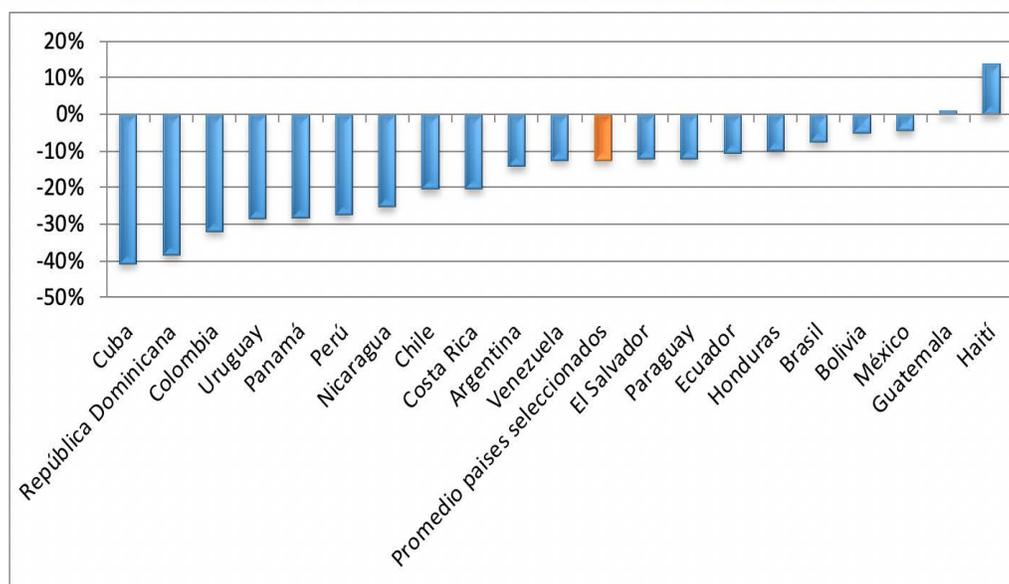
En general se observa que los principales tipos de

Figura 10 Cambio porcentual de emisiones de gases efecto invernadero (excluyendo LULUCF) del periodo 2000 a 2014



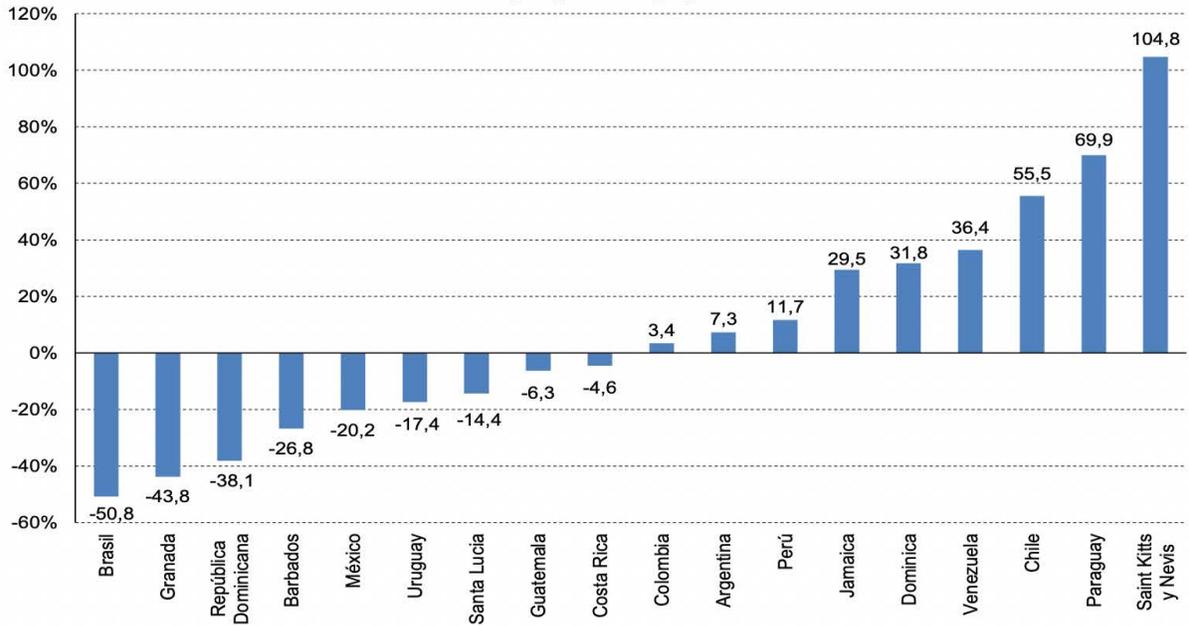
Fuente: Elaboración propia con base en CAIT Climate Data Explorer. 2017. Washington, DC: World Resources Institute. Disponible en <http://cait.wri.org>

Figura 11 Cambio porcentual de la intensidad de emisiones de gases efecto invernadero (excluyendo LULUCF) por PIB (millones de USD\$ en precios constantes de 2010) durante el periodo 2000 a 2014



Fuente: Elaboración propia con base en CAIT Climate Data Explorer. 2017. Washington, DC: World Resources Institute. Disponible en <http://cait.wri.org> y datos del Banco Mundial.

Figura 12 Cambio (aumento o reducción) en los niveles de GEI per cápita entre el 2010 y la meta 2030 (en porcentajes)



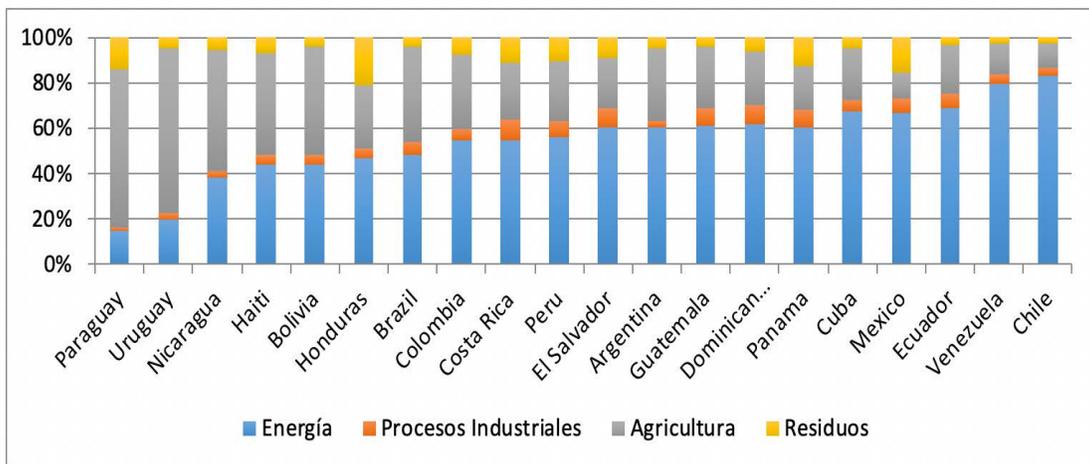
Fuente: (Black, 2018)

fuentes que emiten GEI en la región corresponden a las energéticas y las agropecuarias. Estas últimas son muy significativas en países con alta producción de ganadería bovina, como Paraguay (13,8 millones de cabezas), Uruguay (11,9 millones de cabezas), Nicaragua (5 millones de cabezas), Bolivia (9 millones de cabezas), Brazil (218 millones de cabezas)

y Colombia (22,6 millones de cabezas) y Argentina (52,6 millones de cabezas), de acuerdo con la FAO.

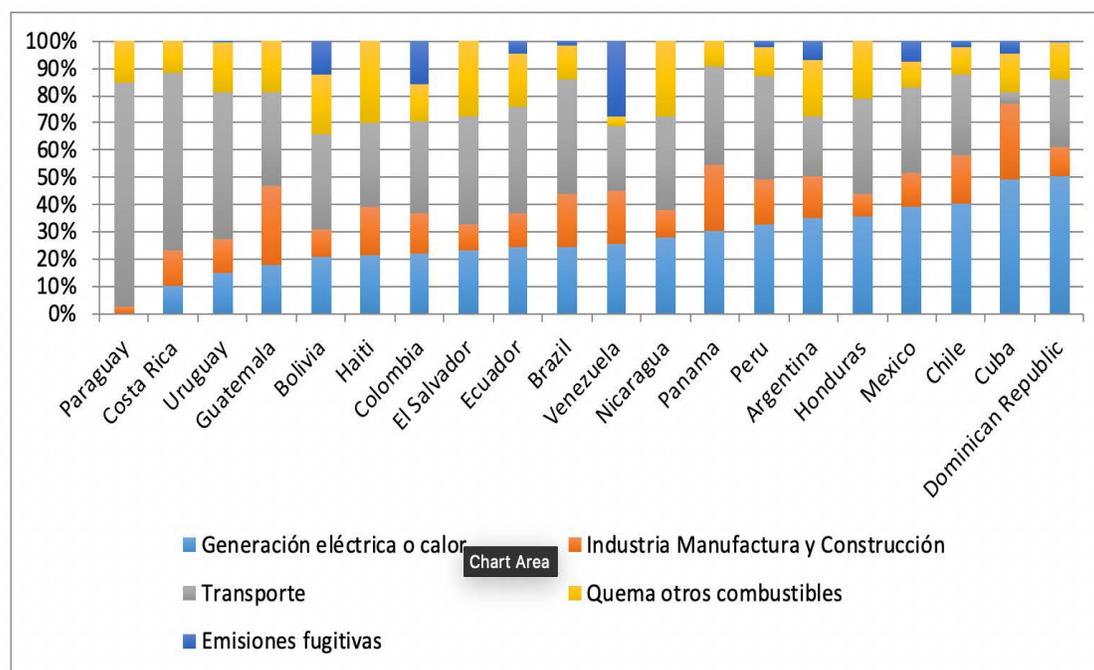
Por otra parte, las principales fuentes de emisión energética corresponden al transporte y la generación de energía eléctrica y, en menor proporción, las provenientes de la industria manufacturera y la construcción.

Figura 13 Participación (porcentual) de las distintas fuentes de emisión de gases efecto invernadero de países de la región de Latinoamérica y el Caribe en el año 2014 (excluyendo cambios del uso de suelo).



Fuente: Elaboración propia con base en CAIT Climate Data Explorer. 2017. Washington, DC: World Resources Institute. Disponible en <http://cait.wri.org>

Figura 14. Desagregación (porcentual) de emisiones energéticas de los países de la región de Latinoamérica y el Caribe



Fuente: Elaboración propia con base en CAIT Climate Data Explorer. 2017. Washington, DC: World Resources Institute. Disponible en <http://cait.wri.org>

En general, se observa que la participación del sector transporte es significativa en la mayoría de los países, siendo la principal fuente de emisión en países como Paraguay, Uruguay y Costa Rica. Las emisiones del sector industrial, aunque son significativas en la mayoría de los países, no alcanzan a superar el 30% de las emisiones energéticas. La participación del sectores de generación de energía eléctrica en las emisiones energéticas depende de la utilización de fuentes renovables.

En la gráfica se puede apreciar cómo países como República Dominicana, Cuba, Haití, Nicaragua y México tienen generación con base mayoritariamente en fuentes basadas en combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón), mientras que países como Paraguay, Costa Rica, Colombia, Venezuela, Brasil, Panamá y Uruguay incluyen principalmente fuentes hidroeléctricas. En la mayoría de los países de la región, las fuentes renovables no convencionales como viento, solar y geotermia no son significativas en cuanto a su participación en la generación total de electricidad, exceptuando a Costa Rica (geotermia), Uruguay (viento y biocombustibles), El Salvador (geotermia y biocombustibles) y Nicaragua (viento y geotermia).

ANEXO B OPCIONES DE MITIGACIÓN Y DE TECNOLOGÍAS ASOCIADAS SEGÚN SECTORES PRIORITARIOS EN LAC

A continuación se presenta una breve descripción de las opciones de mitigación y tecnologías asociadas a las mismas en cada uno de los sectores que plantean los mayores desafíos como lo, basados en (McKinsey, 2009).

- **Generación y uso de energía eléctrica.** La reducción de emisiones en este sector se alcanzan mediante la disminución de la demanda de electricidad o mediante el reemplazo de fuentes de energía fósil por fuentes de energía renovables en la generación de electricidad. Por lo tanto, las opciones de mitigación y tecnologías se pueden agrupar en:
 - **Eficiencia energética:** Comprende mejoras tecnológicas que reducen el consumo de energía eléctrica en los sectores con mayor

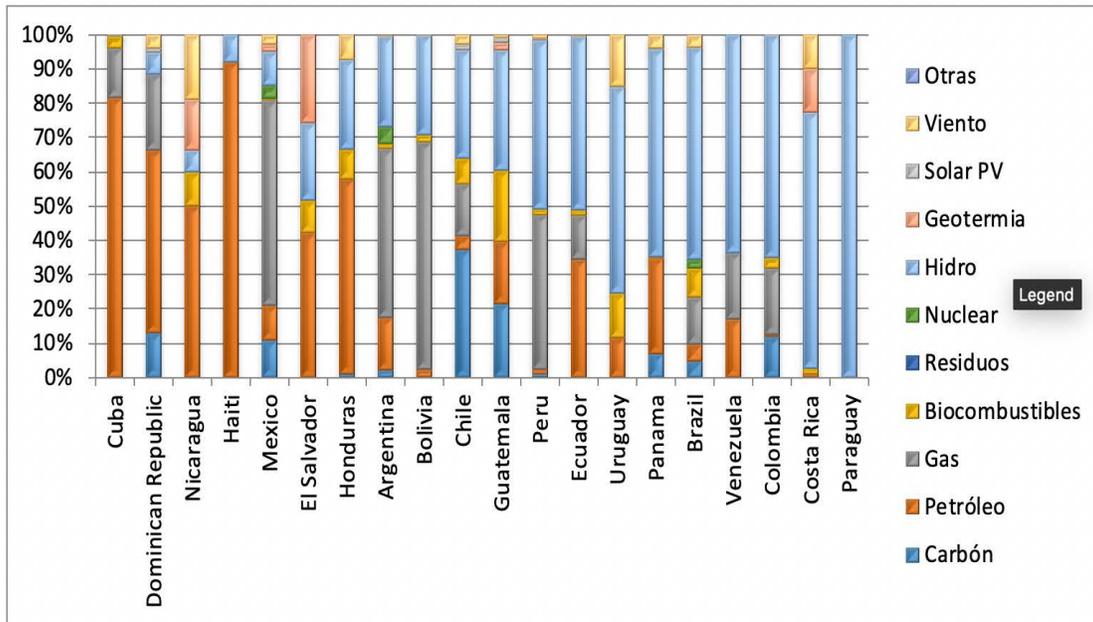
demanda: industria, comercio y vivienda. Las tecnologías asociadas incluyen iluminación, refrigeración, calefacción, arquitectura pasiva, materiales de edificaciones, automatización entre otros.

- **Energías renovables:** Corresponde a la ampliación o sustitución de fuentes fósiles por fuentes renovables para la generación de energía eléctrica. Las fuentes con mayor potencial son: eólica, solar fotovoltaica, geotermia, biomasa e hidroelectricidad.

- **Captura y almacenamiento de CO₂:** Las tecnologías que capturan y almacenan CO₂ están aún en fases demostrativas y de desarrollo. Sin embargo, pueden constituir en una alternativa futura con un alto potencial que permitiría continuar el uso de la quema de combustibles fósiles en centrales termoeléctricas o en industrias con alto consumo energético como la refinación de petróleo, la producción de cemento y acero, y algunas industrias químicas.

- **Agropecuario.** Las principales fuentes de emisión

Figura 15. Participación (Porcentual) de las fuentes de generación de energía eléctrica en países de la región en el año 2015



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Agencia Internacional de Energía. Disponible en www.iea.org

del sector agropecuario en la región están asociadas a la ganadería bovina (emisiones entéricas y por manejo de estiércol) y el manejo de suelos agrícolas mediante fertilización y manejo de nutrientes. Las principales opciones de mitigación y tecnologías asociadas para este sector se agrupan en:

- **Manejo de pasturas:** incrementar intensidad de pastoreo, introducción de pastos mejorados e irrigación de pasturas.
- **Manejo del ganado:** aditivos alimenticios; sistemas silvopastoriles que combinan distintas especies arbóreas, arbustivas y forrajes para la alimentación del ganado; y recolección y uso del estiércol.
- **Manejo de cultivos:** mejorar prácticas agronómicas (rotación de cultivos), mejora de nutrientes y fertilización, manejo de residuos y labranza mínima.
- **Transporte.** El transporte se divide en subsectores según el medio que se utilice: terrestre, férreo, aéreo y fluvial. La principal fuente de emisión en los países de la región corresponde al transporte terrestre, tanto para fines de carga como de pasajeros. Las opciones de mitigación y tecnologías asociadas para este sector se agrupan en:
 - **Mejoramiento de motores de combustión interna.** La reducción del consumo de combustible de los vehículos genera reducciones de emisiones de gases efecto invernadero, por lo que el mejoramiento tecnológico y adopción de dichas mejoras en los parques automotores de los países es una opción importante para la reducción de emisiones en el sector.
 - **Vehículo híbridos, eléctricos y a gas natural.** Así mismo, los países pueden incentivar la utilización de vehículos con tecnologías menos contaminantes como híbridos, a gas natural y eléctricos, como estrategia de mitigación en el sector.
 - **Biocombustibles:** Incrementar mezclas de etanol y biodiesel en los combustibles, reduce las emisiones de gases efecto

invernadero. Aunque los biocombustibles más utilizados son los provenientes de maíz, caña y palma de aceite, existe una gran variedad de fuentes (p. ej. yuca y algas) que se encuentran en etapas de investigación y desarrollo. Sin embargo, se deberá tener en cuenta las emisiones durante todo el ciclo de vida y prevenir que no generen impactos sobre la seguridad alimentaria o cambios de uso del suelo.

ANEXO C MARCOS DE INSTITUCIONALES Y DE POLÍTICA DE CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS PAÍSES SELECCIONADOS

C.1 México

La Ley General de Cambio Climático y la *Estrategia Nacional de Cambio Climático*

La Ley General de Cambio Climático (LGCC) establece las acciones de mitigación y adaptación al cambio climático, entre las cuales está la formulación de la *Estrategia Nacional de Cambio Climático* (ENCC) Visión 10-20-40. Allí se establecieron los compromisos y objetivos para 10, 20 y 40 años que cubren los rubros de energía, emisiones, sistemas productivos, movilidad, industria, ecosistemas y la población.

Asimismo, la Estrategia define seis pilares de política, tres ejes estratégicos relacionados con los temas de adaptación y cinco ejes estratégicos en materia de mitigación. El tercer pilar para la construcción de la política corresponde a “*implementar una plataforma de investigación, innovación, desarrollo y adecuación de tecnologías climáticas y fortalecimiento de capacidades institucionales*” (ENCC, 2013). Para este pilar, la Estrategia propone veinte líneas de acción, entre las que se resaltan, por su relevancia para este estudio:

- Crear y operar una plataforma de información que ponga a disposición del público los avances en relación con la investigación nacional en materia de cambio climático.

- Desarrollar y operar plataformas nacionales, regionales y locales de investigación e intercambio y desarrollo tecnológico para comunicar prioridades estatales, municipales y regionales, y establecer consorcios de investigación, desarrollo e innovación en servicios y tecnologías de bajas emisiones.
- Promover la elaboración de estudios y proyectos de investigación científica y tecnológica en materia de cambio climático, a nivel nacional, estatal, regional y municipal, mediante consorcios de investigación que favorezcan la coordinación efectiva entre instituciones académicas y de investigación, públicas, privadas, nacionales y extranjeras.
- Impulsar la investigación y focalizar acciones de innovación tecnológica por región, ecosistemas, centros de población, equipamiento e infraestructura, sectores productivos y grupos sociales en la evaluación de la vulnerabilidad y diseño de medidas de adaptación para que la infraestructura del país se encuentre preparada ante los riesgos que representan los desastres ocasionados por el cambio climático y exista tecnología capaz de consolidar a México como una potencia emergente en los próximos años.
- Asegurar la vinculación academia-industria para el desarrollo, apropiación y transferencia de tecnologías de reducción y control de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero.

En mayo de 2007 se publicó la primera versión de la ENCC con objetivos y programas puntuales para un periodo de cinco años. La ENCC 2007-2012, que fue la primera versión de la ENCC, tuvo como componente central el Programa Especial de Cambio Climático (PECC) 2009-2012. Allí, a través de 105 objetivos y 294 metas, se iniciaron diferentes programas y líneas de acción para cumplir con los propósitos del PND en los que se enmarca la ENCC (CICC, 2009:i-iv).

El Sistema Nacional de Cambio Climático y la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático

(CICC)

La Ley General de Cambio Climático (LGCC) creó el Sistema Nacional de Cambio Climático (SINACC) “el cual funge como un mecanismo permanente de concurrencia, comunicación, colaboración, coordinación y concertación sobre la política nacional de cambio climático”. Sus objetivos son:

- “Promover la aplicación transversal de la política nacional de cambio climático en el corto, mediano y largo plazo entre las autoridades de los tres órdenes de gobierno.
- Coordinar los esfuerzos de la federación, las entidades federativas y los municipios para la realización de acciones de adaptación, mitigación y reducción de la vulnerabilidad”;
- Promover la concurrencia, vinculación y congruencia de los programas, acciones e inversiones del gobierno federal, de las entidades federativas y de los municipios, con la *Estrategia Nacional de Cambio Climático*. Visión 10-20-40 y el Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018”.¹¹⁰

En el desarrollo del SINACC, la en 2005 se creó la CICC. fue creada en 2005¹¹¹. El Su principal objetivo principal de la CICC es “coordinar, en el ámbito de sus respectivas competencias, las acciones de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, relativas a la formulación e instrumentación de las políticas nacionales para la prevención y mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero, la adaptación a los efectos del cambio climático y, en general, para promover el desarrollo de programas y estrategias de acción climática relativos al cumplimiento de los compromisos suscritos por México en la CMNUCC” (SAGARPA, 2015). Las funciones de la CICC¹¹², unas más que otras, son relevantes para orientar y propiciar una integración de las TER en el SNI de México.

La Comisión está integrada por los titulares de las Secretarías de Gobernación; de Relaciones Exteriores; de Marina; de Hacienda y Crédito Público;

¹¹⁰ Ver <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/sistema-nacional-de-cambio-climatico-sinacc-17064>

¹¹¹ Ver Acuerdo de creación del 25 de abril de 2005: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=2034062&fecha=25/04/2005

¹¹² Promover la coordinación de acciones de las dependencias y entidades de la administración pública federal en materia de cambio climático; formular e instrumentar políticas nacionales para la mitigación y adaptación al cambio climático, así como su incorporación en los programas y acciones sectoriales correspondientes; desarrollar los criterios de transversalidad e integralidad de las políticas públicas para enfrentar al cambio climático para que los apliquen las dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal; proponer y apoyar estudios y proyectos de innovación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología, vinculados a la problemática nacional de cambio climático, así como difundir sus resultados; proponer alternativas para la regulación de los instrumentos de mercado previstos en la ley, considerando la participación de los sectores involucrados; impulsar las acciones necesarias para el cumplimiento de los objetivos y compromisos contenidos en la Convención y demás instrumentos derivados de ella; formular propuestas para determinar el posicionamiento nacional por adoptarse ante los foros y organismos internacionales sobre el cambio climático; promover, difundir y dictaminar en su caso, proyectos de reducción o captura de emisiones del mecanismo para un desarrollo limpio, así como de otros instrumentos reconocidos por el Estado mexicano tendientes hacia el mismo objetivo; promover el fortalecimiento de las capacidades nacionales de monitoreo, reporte y verificación, en materia de mitigación o absorción de emisiones; difundir sus trabajos y resultados así como publicar un informe anual de actividades y; convocar a las organizaciones de los sectores social y privado, así como a la sociedad en general a que manifiesten su opinión y propuestas con relación al cambio climático.

de Desarrollo Social; de Medio Ambiente y Recursos Naturales; de Energía; de Economía; de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; de Comunicaciones y Transportes; de Educación Pública; de Salud; de Turismo; de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano.

El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) asesora a SEMARNAT la CICC en cuestiones técnicas y científicas relacionadas al cambio climático. Y el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), en calidad de invitado permanente, participa en el desarrollo del sistema nacional de información, como responsable de generar y analizar la información y las estadísticas a nivel agregado en México.

Nótese, sin embargo, que el CONACYT no es parte de la CICC y que, entre los grupos de trabajo, no existe uno que de manera expresa se dedique a la articulación de las políticas de cambio climático con

las políticas de CTI de México.

El Programa Especial de Cambio Climático (PECC)

El Programa Especial de Cambio Climático (PECC 2014-2018) contó con 5 objetivos, 32 estrategias y 230 líneas de acción y fue implementado por 32 dependencias de la Administración Pública Federal (GOBMEX, 2015). Buscaba el desacoplamiento de las emisiones con respecto al crecimiento económico, así como la aceleración hacia un desarrollo bajo en carbono. Con este fin, promovía acciones costo-efectivas que buscaban generar beneficios ambientales e impactos significativos en cuanto a mitigación de GEI, eficiencia energética, y cogeneración y uso de fuentes limpias. El PECC articulaba las acciones del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 y de los programas sectoriales de 14 secretarías de Estado. Para ello, se identificaban los programas sectoriales con los que se vincula el PECC a través de 5 objetivos propios del Programa.

Figura 16 . Marco Institucional del Sistema Nacional de Cambio Climático



Fuente: (SEMARNAT, 2013)

110 Ver <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/sistema-nacional-de-cambio-climatico-sinacc-17064>

111 Ver Acuerdo de creación del 25 de abril de 2005: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=2034062&fecha=25/04/2005

112 Promover la coordinación de acciones de las dependencias y entidades de la administración pública federal en materia de cambio climático; formular e instrumentar políticas nacionales para la mitigación y adaptación al cambio climático, así como su incorporación en los programas y acciones sectoriales correspondientes; desarrollar los criterios de transversalidad e integralidad de las políticas públicas para enfrentar al cambio climático para que los apliquen las dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal; proponer y apoyar estudios y proyectos de innovación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología, vinculados a la problemática nacional de cambio climático, así como difundir sus resultados; proponer alternativas para la regulación de los instrumentos de mercado previstos en la ley, considerando la participación de los sectores involucrados; impulsar las acciones necesarias para el cumplimiento de los objetivos y compromisos contenidos en la Convención y demás instrumentos derivados de ella; formular propuestas para determinar el posicionamiento nacional por adoptarse ante los foros y organismos internacionales sobre el cambio climático; promover, difundir y dictaminar en su caso, proyectos de reducción o captura de emisiones del mecanismo para un desarrollo limpio, así como de otros instrumentos reconocidos por el Estado mexicano tendientes hacia el mismo objetivo; promover el fortalecimiento de las capacidades nacionales de monitoreo, reporte y verificación, en materia de mitigación o absorción de emisiones; difundir sus trabajos y resultados así como publicar un informe anual de actividades y; convocar a las organizaciones de los sectores social y privado, así como a la sociedad en general a que manifiesten su opinión y propuestas con relación al cambio climático.

Para cada uno de los objetivos se establecieron estrategias, líneas de acción, e indicadores con metas para el año 2018 (PECC, 2013).

En la Ley General para el Cambio Climático se establece que el PECC deberá contener nueve elementos. De estos, se destacan los siguientes por su relevancia en cuanto a la integración de las TER en el Sistema Nacional de Innovación:

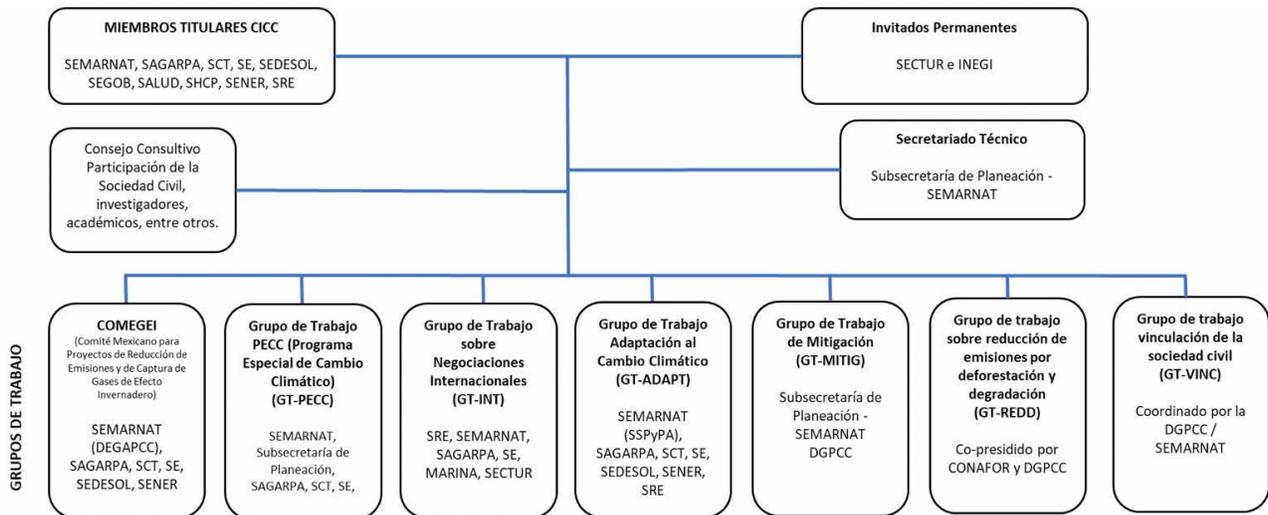
- Las metas sexenales de mitigación, dando prioridad a las relacionadas con la generación y uso de energía, quema y venteo de gas,

Climático (CICC) y sus respectivos objetivos (Gobierno de la República de México, 2013). En este periodo existieron, de hecho, varios programas, fondos e instrumentos que fueron relevantes en materia de CTI y Cambio Climático. Así, por ejemplo:

- SAGARPA¹¹³:

Programa Fomento a la Agricultura (SAGARPA, 2017a), que incluyó acciones en temas como investigación, innovación y desarrollo tecnológico agrícola; y energía renovable

Figura 17. Estructura de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático - CICC.



Fuente (SEMARNAT, 2010) (SEMARNAT, 2015)

transporte, agricultura, bosques, otros usos de suelo, procesos industriales y gestión de residuos; y

- Los proyectos o estudios de investigación, transferencia de tecnología, capacitación, difusión y su financiamiento.

El PECC contribuyó a los siguientes Programas Sectoriales de las Secretarías de Estado que conforman la Comisión Intersectorial de Cambio

- SENER

Programa de Apoyo para la Mejora Tecnológica de la Industria de Alta Tecnología (PROIAT) (SE, 2015), que incluyó el apoyo a proveedores de servicios especializados de energías renovables

Fondos Sectoriales de Energía (SENER, 2017)

Centros Mexicanos de Innovación en Energía (CEMIEs): CEMIE Eólico; CEMIE Biomasa; CEMIE Solar; CEMIE Océano; CEMIE Geotermia.

Proyecto de Desarrollo de Tecnologías de Energía Sustentable para el Cambio Climático (PRODETES).

- Programa Sectorial de Energía 2013-2018 (PROSENER) (SENER, 2014). Dos de sus objetivos fueron:

Ampliar la utilización de fuentes de energía limpias y renovables, promoviendo la eficiencia energética y la responsabilidad social y ambiental.

Fortalecer la seguridad operativa, actividades de apoyo, conocimiento, capacitación, financiamiento y proveeduría en las distintas industrias energéticas nacionales

- Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (PRONASE) (SENER, 2014b), cuyos temas incluyen, por ejemplo: programas de eficiencia energética; regulación; mecanismos de cooperación; capacidades institucionales; cultura del ahorro de energía; desarrollo tecnológico
- Programa Especial para el Aprovechamiento de las Energías Renovables 2014 - 2018 (SENER, 2014c), que buscaba, entre otros objetivos, el aumentar la capacidad instalada y la generación de electricidad a partir de fuentes renovables de energía; incrementar la inversión pública y privada en la generación y en la construcción y ampliación de la infraestructura para su interconexión; incrementar la participación de biocombustibles en la matriz energética nacional; impulsar el desarrollo tecnológico, de talento y de cadenas de valor en energías renovables; y democratizar el acceso a las energías renovables mediante la electrificación rural, el aprovechamiento térmico y la participación social.
- Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2018-2032 (PRODESEN), el cual contiene la planeación del Sistema Eléctrico Nacional que reúne los elementos relevantes del Programa Indicativo para la Instalación y Retiro de Centrales Eléctricas (PIIRCE), así como los programas de ampliación y modernización de la Red Nacional de Transmisión (PAMRNT) y de las Redes Generales de Distribución (PAMRGD). Asimismo, es la base fundamental para definir los proyectos que los Transportistas y Distribuidores

llevarán a cabo previa instrucción de la SENER.

En relación con el sector eléctricoenergético, La visión de la ENCC a largo plazo promueve el uso de energías renovables para un desarrollo bajo en emisiones, por medio de la sustitución de combustibles fósiles y de una mayor eficiencia energética. Así, la ENCC fija como objetivo acelerar la transición energética hacia fuentes de energía limpia, mediante la sustitución de combustibles fósiles, el fortalecimiento de esquemas regulatorios, institucionales y económicos, y la reducción de impactos ambientales y sociales. Su meta es generar el 40% de la electricidad con energías limpias en 2035 y el 50% para 2050.

También establece que, como pilar de la política climática nacional, se debe contar con políticas y acciones climáticas transversales, articuladas, coordinadas e incluyentes, sobre todo en los sectores con altos impactos climáticos negativos, como el energético.

C.2 Colombia

Colombia adoptó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático mediante la Ley 164 de 1994 y así se sentaron las bases jurídicas para la inclusión de la temática de cambio climático en el marco normativo nacional. Desde entonces, y en especial desde 2011 varias medidas de política se han venido implementando a través de un proceso gradual de consolidación del marco institucional y de políticas que impulsan a nivel nacional, territorial y sectorial el diseño e implementación de estrategias y medidas de política de acción climática. Luego de la adopción de Acuerdo de París, varias de estas iniciativas tomaron aún más fuerza, en la medida en que la formulación e implementación de medidas de política dejaron de ser de carácter voluntario y se convirtieron en obligatorias para las instituciones sectoriales y territoriales.

Los Planes Nacionales de Desarrollo y Acción Climática

Colombia ha incluido el tema de cambio climático en los distintos planes de desarrollo de los últimos gobiernos. Así por ejemplo, en el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 “Prosperidad para todos” se contempló: i) el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático - PNACC; ii) la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC);

113 A finales de 2018, con el inicio de un nuevo gobierno en México, se ha anunciado la sustitución de la SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) por SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural).

iii) la Estrategia Nacional para la Reducción de las Emisiones debidas a la Deforestación y la Degradación Forestal (ENREDD+); y iv) la Estrategia de Protección Financiera ante Desastres. En el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 “Todos por un nuevo país”, el tema se incluyó tanto en las estrategias transversales de i) Competitividad Estratégica e Infraestructura, ii) Movilidad Social, iii) Transformación del Campo, como en la estrategia envolvente de Crecimiento Verde. De esta manera, se hizo explícita la necesidad de consolidar la Política Nacional de Cambio Climático, buscando su integración con la planificación ambiental, territorial y sectorial.

El Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, “Pacto por Colombia. Pacto por la equidad”, prioriza entre sus objetivos un conjunto de “pactos transversales que operan como habilitadores y también como conectores y espacios de coordinación [..] para el logro de una mayor equidad de oportunidades para todos”. Son 13 pactos transversales. Uno de ellos incluye el cambio climático: “Pacto por la sostenibilidad: producir conservando y conservar produciendo”. La premisa de este pacto es que las actividades productivas (agricultura, ganadería, minería, transporte) deben ser sostenibles para contribuir a la mitigación del cambio climático. La estrategia se basa en cuatro objetivos que incorporan soluciones de base tecnológica para contribuir a la sostenibilidad. Los ministerios a cargo de las directrices y políticas de cada actividad productiva son los responsables de liderar los planes para el desarrollo e implementación de soluciones (e.g producción agropecuaria sostenible a cargo de MinAgricultura).

Las estrategias de política frente al cambio climático

En 2011, mediante se expidió el documento CONPES 3700: “Estrategia Institucional para la Articulación de Políticas y Acciones en Materia de Cambio Climático en Colombia” (DNP, 2011b). En el desarrollo de estrategia, en 2012 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible lanzó la “Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono” (ECDBC) (MADS, 2012) y el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (DNP, 2012b); y se inició la preparación de la Estrategia Nacional REDD+¹¹⁴. En 2017, se expidió la Política Nacional de Cambio Climático, la cual incorpora las mencionadas iniciativas y otras que se

detallan más adelante. Igualmente, en el desarrollo de la Estrategia Institucional, en 2016 se estableció el Sistema Nacional de Cambio Climático (SISCLIMA).

La ECDBC “busca desligar el crecimiento económico nacional del crecimiento de las emisiones de GEI logrando maximizar la carbono-eficiencia de la actividad económica del país y contribuyendo al desarrollo social y económico nacional. A través de la ECDBC [se buscaba] establecer un pilar de crecimiento económico que promueva la competitividad, el uso eficiente de los recursos, la innovación y el desarrollo de nuevas tecnologías” (MADS, 2012).

Ese mismo año se inició la preparación de la Estrategia Nacional REDD+¹¹⁵, que busca reducir las emisiones de CO₂ producidas por la deforestación y degradación de bosques y de esta manera atenuar el cambio climático, así como contribuir, tanto a la conservación y mejora de los servicios que prestan los bosques, como al desarrollo de las comunidades que los habitan o dependen de estos. Posteriormente, en diciembre de 2017, y en el contexto de la implementación del Acuerdo de Paz, la Comisión Intersectorial de Control de la Deforestación (CICOD) adoptó la Estrategia Nacional REDD+, con el nombre de “Estrategia Integral de Control de la Deforestación y Gestión de los Bosques”. Sus líneas de acción están asociadas al valor social y económico del bosque; el desarrollo de una economía forestal para el cierre de la frontera agropecuaria; la gestión transectorial del ordenamiento territorial y las determinantes ambientales; el monitoreo y control permanente sobre el recurso forestal; y la generación y fortalecimiento de capacidades legales, institucionales y financieras. Realizar los ajustes institucionales, normativos y financieros que doten a la administración de los instrumentos necesarios para la efectiva reducción y control de la deforestación en Colombia¹¹⁶.

El Sistema Nacional de Cambio Climático (SISCLIMA)

La implementación de la Estrategia de Articulación Institucional incluyó el establecimiento, mediante el Decreto 298, del Sistema Nacional de Cambio Climático (SISCLIMA). Su fin es “coordinar, articular, formular, hacer seguimiento y evaluar las políticas, normas, estrategias, planes, programas, proyectos, acciones y medidas en materia de adaptación al cambio climático y de mitigación gases efecto

114 Ver <http://www.minambiente.gov.co/index.php/bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos/reduccion-de-emisiones-de-gases/ahora-si-que-es-redd>

invernadero, cuyo carácter intersectorial y transversal implica la necesaria participación y corresponsabilidad las entidades públicas del orden nacional, departamental, municipal o distrital, así como de entidades privadas y entidades sin ánimo lucro”. La coordinación del SISCLIMA está a cargo de. La Comisión Intersectorial Cambio Climático –CICC y de los Nodos Regionales de Cambio Climático.

La Comisión Intersectorial de Cambio Climático (CICC) es la instancia de coordinación de la gestión. La integran nueve ministerios (Ambiente y Desarrollo Sostenible; Interior; Hacienda y Crédito Público; Agricultura y Desarrollo Rural; Minas y Energía; Transporte; Relaciones Exteriores; Comercio, Industria y Turismo; y de Vivienda, Ciudad y Territorio); el Departamento Nacional de Planeación; la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres; y el Fondo Adaptación. Valga mencionar que de ella no hace parte el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, aunque este puede ser invitado a las sesiones de la CICC.

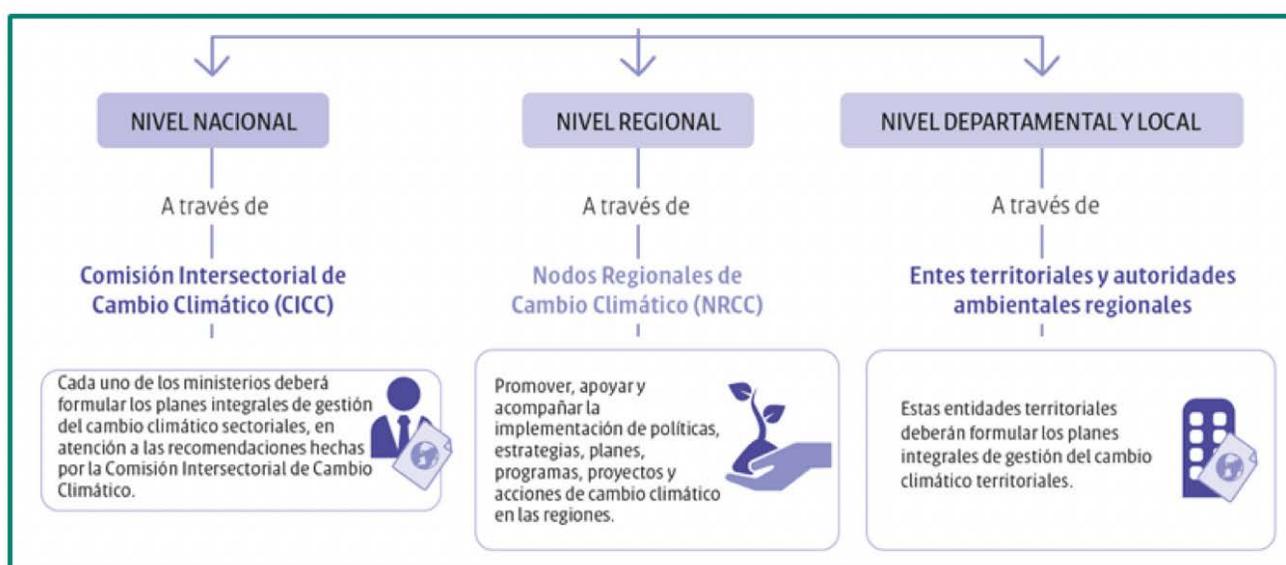
La CICC, entre sus funciones, debe establecer políticas, criterios y acciones en materia de cambio climático, en concordancia con las políticas sectoriales. Debe igualmente acordar criterios de

articulación de recursos; concertar compromisos intersectoriales así como la prioridades para la ejecución de los planes, programas y acciones en materia de cambio climático; coordinar y definir la estrategia de monitoreo, evaluación y reporte de la implementación de la política de cambio climático; **y coordinar la articulación del SISCLIMA con otros sistemas, programas y redes que participen en las acciones de cambio climático** y gestión del riesgo de desastres.

En el nivel regional, los **Nodos Regionales de Cambio Climático (NRCC)** están integrados por representantes de los departamentos, municipios, autoridades ambientales, gremios, academia, ONG, centros e institutos de investigación, entre otros. La principal función de los NRCC es promover, apoyar y acompañar la implementación de las políticas, planes y programas de cambio climático en las regiones. Actúan como puente entre los niveles nacional y local. En el nivel local, la coordinación de la gestión está en cabeza de las entidades territoriales y las autoridades ambientales regionales, que son las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR).

También hacen parte del SISCLIMA el Consejo Nacional de Cambio Climático (CNCC), órgano

Figura 18. Instancias de articulación y coordinación para la gestión del cambio climático en el SISCLIMA



Fuente: (MADS, 2017)

115 Ver <http://www.minambiente.gov.co/index.php/bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistemáticos/reduccion-de-emisiones-de-gases/ahora-si-que-es-redd>

116 Para más detalles, ver <http://www.minambiente.gov.co/index.php/redd>

permanente de asesoría y consulta de la CICC; y el Sistema Nacional de Información Sobre Cambio Climático – (SNICC), el cual deberá servir para la toma de decisiones relacionadas con la gestión del cambio climático

La Política Nacional de Cambio Climático (PNCC)

En el año 2017 se adoptó la Política Nacional de Cambio Climático que tiene como objetivo “incorporar la gestión del cambio climático en las decisiones públicas y privadas para avanzar en una senda de desarrollo resiliente al clima y baja en carbono”.

Como se observa en la Figura 19, la política establece

planificación que se dividen en dos categorías: los de análisis y evaluación, y los de implementación. En el nivel de análisis y evaluación se incluye la Política Nacional y seis estrategias nacionales la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC), la Estrategia Nacional para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal (REDD+), la Estrategia de Protección Financiera de Desastres, el Plan Nacional de Adaptación (PNACC), el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y la Estrategia Nacional de Financiamiento Climático.

Estas estrategias son lideradas por entidades del gobierno nacional, bajo la coordinación del Ministerio

Figura 19. Elementos que articulan la Política Nacional de Cambio Climático



Fuente: (MADS, 2017)

5 líneas estratégicas territoriales y sectoriales para lograr un desarrollo rural, urbano, minero-energético y de infraestructura bajo en carbono y resiliente al clima, y el manejo y conservación de ecosistemas y sus servicios ecosistémicos. Para implementar estas cinco estrategias se definen cuatro líneas instrumentales: i) planificación de la gestión del cambio climático, ii) Información, ciencia, tecnología e innovación, iii) educación, formación y sensibilización a públicos, y iv) financiación e instrumentos económicos.

El ciclo de la PNCC comprende instrumentos de

de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Departamento Nacional de Planeación y la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. Su horizonte de tiempo es de largo plazo, ya que incluyen escenarios a 2030 y 2050, y deberán ser actualizadas cada 12 años. Para el corto y mediano plazo, se crean los Planes Integrales de Cambio Climático, bajo un ámbito sectorial; y los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales, que cubren un ámbito territorial a nivel de departamentos y grandes ciudades. Los planes sectoriales son coordinados por

los respectivos ministerios. Los planes territoriales son coordinados conjuntamente entre las Gobernaciones y las Corporaciones Autónomas Regionales.

La Ley de Cambio Climático

En julio de 2018, Colombia expidió una nueva Ley de Cambio Climático (Ley 1931). Su objetivo es reducir la vulnerabilidad de la población y de los ecosistemas, y aprovechar las medidas que se implementen con este fin, para **“promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable y un desarrollo bajo en carbono.”** La ley desarrolla principios, aspectos institucionales, instrumentos de planificación, sistemas de información, así como instrumentos económicos y financieros para la gestión del cambio climático. De esta manera, la ley busca orientar la gestión de entidades públicas y privadas, así como definir las competencias y promover la concurrencia del gobierno nacional, entes territoriales y las autoridades ambientales del país para la gestión del cambio climático.

Se estableció la obligación de los Ministerios de formular e implementar los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Sectoriales (PIGCCS). La Ley también ordenó que las autoridades departamentales incorporen la gestión del cambio climático en los planes de desarrollo. Para lo cual, en asocio con las autoridades ambientales territoriales, deberán formular los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales (PIGCCT).

La Ley también creó el Programa Nacional de Cupos Transables de Emisión (PNCTE) de GEI. Su propósito es generar en las personas jurídicas o naturales, públicas o privadas, cambios de comportamiento y que estas asuman los beneficios y costos relacionados con la mitigación de gases de efecto invernadero y adaptación al cambio climático.

Finalmente, resulta relevante para el propósito del presente estudio señalar que la Ley incluyó una disposición que busca que COLCIENCIAS, incorpore los temas de cambio climático en las estrategias de investigación de sus programas nacionales, así como en sus estrategias de gestión del conocimiento, innovación e internacionalización. Para lo cual dispuso igualmente que el Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías, destine

el 1 % a la financiación de proyectos sobre mitigación y adaptación al cambio climático.

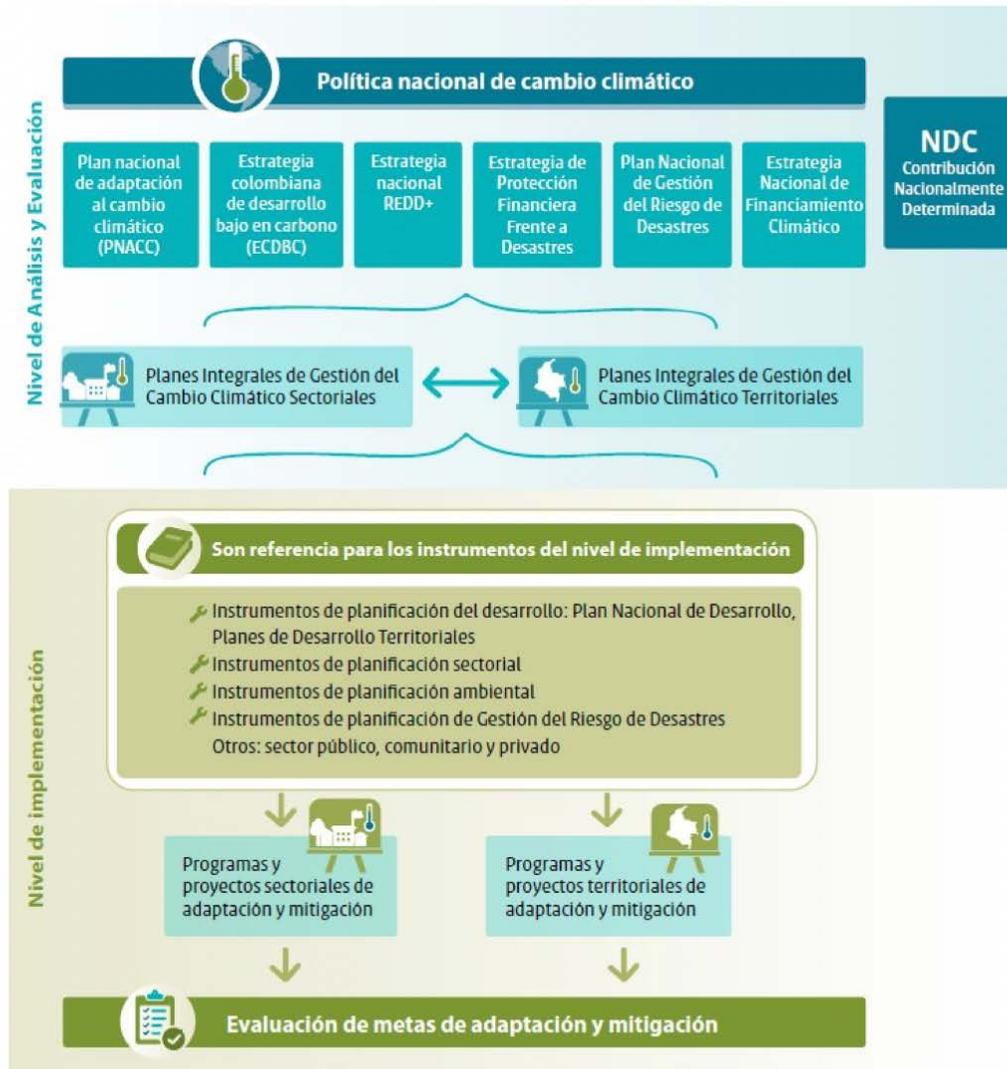
Las autoridades departamentales deberán incorporar la gestión del cambio climático en los planes de desarrollo. Para lo cual, en asocio con las autoridades ambientales territoriales, deberán formular los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales (PIGCCT). A través de estos, se deberán identificar, evaluar, priorizar, y definir medidas y acciones de adaptación y de mitigación. Igualmente, los municipios y distritos. Las autoridades, municipales y distritales incorporarán en sus planes de desarrollo y planes de ordenamiento territorial la gestión del cambio climático teniendo como referencia los PIGCCS y los PIGCCT.

Los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Sectoriales: el paso siguiente a los Planes de Acción Sectoriales de Mitigación

Con la adopción del Acuerdo de París, y posteriormente con la expedición de la Ley de Cambio Climático, cada Ministerio deberá formular su respectivo Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Sectorial (PIGCCS). A través de estos, los ministerios deberán identificar, evaluar y orientar la incorporación de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático; y de presentar ante el Congreso de la República informes anuales sobre la implementación de dichos planes. Hasta la expedición de la Ley de Cambio Climático, varios ministerios avanzaron en la formulación de los Planes de Acción Sectoriales de Mitigación (PAS). Estos avances, en materia, por ejemplo, del desarrollo de modelos o la definición de estrategias y medidas de política, sirven en la actualidad para el diseño de los PIGCCS.

Los PAS estaban orientados a la promoción de tecnologías no convencionales y la integración de las mismas como herramienta para el alcance de las metas de mitigación. Sin embargo, el análisis del gasto público y de la distribución de las inversiones del sector público por línea instrumental (BID, 2018), refleja una participación relativa baja de la línea de información y ciencia, tecnología e innovación, correspondiente al 6,5% del total de inversiones. Así mismo, a través del desarrollo de los PAS, se identificaron prioridades de mitigación y sus medios de implementación, incluyendo transferencia de

Figura 20. Ciclo de Política para la Gestión del Cambio Climático en Colombia



Fuente: : (MADS, 2017)

tecnología, en la mayoría de los casos. Se ocho Planes de Acción Sectorial en cabeza de un Ministerio, de acuerdo con el siguiente esquema:

A continuación, se presentan sectores en donde los PAS formularon soluciones y acciones de mitigación al cambio climático.

- Biodiversidad

- Si bien existen avances en las políticas sectoriales, especialmente en los sectores de medio ambiente y recursos naturales y energía, no en todos los casos las políticas se han alineado con los objetivos de la PNCC. Históricamente, las políticas medioambientales han enfatizado el manejo sostenible de recursos naturales, y paulatinamente han incorporado un

enfoque de adaptación y mitigación. En esta materia se puede destacar la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Eco-Sistémicos (2012), que ha recibido mucha atención recientemente y se ha convertido en un pilar de desarrollo, a través de la gestión integral de la conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, con el fin de incrementar la resiliencia de los sistemas socioecológicos a partir de escenarios de cambio climático. En este sentido, Colciencias ha liderado diversas iniciativas

adelantos, al menos a nivel de formulación de políticas que implican el uso de TER. Se encuentran definidos tres Planes de Acción Sectoriales de mitigación para los subsectores de hidrocarburos, minería y energía eléctrica, con el objetivo de gestionar eficientemente la información de emisiones de gases de efecto invernadero, la generación de energía mediante fuentes de energía no convencionales y la eficiencia energética desde la demanda.

- Así mismo, el Plan de Acción Indicativo de

Figura 21 Estructura de formulación de los Planes de Acción Sectoriales (PAS) de Mitigación



Fuente: (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2011a)

que abordan temas como la relación entre cambio climático y biodiversidad en distintos ecosistemas y resiliencia y adaptación de sistemas socioecológicos.

- Energía
 - En materia de energía, hay bastantes

Eficiencia Energética 2017 - 2022, determina las acciones estratégicas y sectoriales en materia de eficiencia energética. Entre las propuestas más novedosas se encuentra el establecimiento de una flota vehicular totalmente eléctrica para sistemas de

transporte masivo, reconversión tecnológica en la industria para optimizar la eficiencia energética y las adecuaciones arquitectónicas y eléctricas para el uso apropiado de energía en viviendas y establecimientos comerciales.

- Transporte

- El sector transporte, demuestra avances a través de la inclusión de acciones para la promoción de TER como, por ejemplo, el establecimiento de una flota eléctrica y de una flota híbrida para carga. Sin embargo, a pesar de su naturaleza intersectorial con relación a sectores como industria, comercio o energía, hay poca articulación (PNUD, 2018).

- Agricultura

- La agricultura, tiene un rol fundamental como sector debido a la importancia de las actividades agrícolas para el país, que para el año 2012 contribuían con 6.3% del PIB. El PAS de Agricultura, incluye explícitamente una línea estratégica de investigación y desarrollo y básicamente busca generar políticas públicas enfocadas en la extensión agropecuaria, que involucran transferencia de tecnología y aumento en la investigación agrícola a nivel nacional (Ministerio de Agricultura, 2017).

- Industria

- En cuanto al sector industria, el PAS incluye las TER desde una perspectiva de aumento de eficiencia de procesos y sostenibilidad. Al mismo tiempo, y de acuerdo con las políticas de desarrollo nacional, el desarrollo industrial debe incorporar enfoques de crecimiento verde y desarrollo bajo en carbono en sus directrices. Existen avances importantes con la implementación de medidas de mitigación promoviendo el desarrollo y la utilización de las fuentes renovables no convencionales de energía, asociadas a procesos de investigación y transferencia de tecnología. Sin embargo, no se encuentran documentos de política sectorial que involucren estas medidas (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2017)

- Vivienda

- Las políticas sectoriales de vivienda consideran criterios de construcción sostenible. En los cuatro ejes temáticos propuestos, agua, suelo, energía y materiales, se incluye el uso de TER para optimizar el uso de recursos, usar, reusar y reciclar recursos y materiales, ocupar de manera eficiente el terreno, armonizar las construcciones con el ambiente y aprovechar otras fuentes de energía, entre otros.

Los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales

Unos instrumentos de articulación importantes son los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales (PIGCCT), definidos por la Ley 1931 de 2018 como “los instrumentos a través de los cuales las entidades territoriales y autoridades ambientales regionales identifican, evalúan, priorizan, y definen medidas y acciones de adaptación y de mitigación de emisiones de gases, efecto invernadero” (Congreso de Colombia, 2018). Los planes son formulados por los departamentos y municipios, acompañados por la Dirección de Cambio Climático y Gestión del Riesgo. Todos los planes integrales incluyen una estrategia transversal para fortalecer la Ciencia, Tecnología e Innovación. Así mismo, en los planes de acción se identifican, en algunos casos, acciones asociadas a implementación de TER. De acuerdo con el MADS, el país cuenta con 20 planes de Cambio Climático de orden departamental, lo que equivale al 62,5% de los departamentos.

Por ejemplo, el departamento del Atlántico identificó las brechas que se pueden cerrar enfocando la investigación, la ciencia y tecnología en la promoción de tecnologías apropiadas que contribuyan al uso eficiente de la energía, generación eléctrica con fuentes alternativas, desarrollo de sistemas de uso eficiente del recurso hídrico, conocimiento de los ecosistemas y las tecnologías para su conservación, restauración y uso sostenible, desarrollo de la agricultura climáticamente inteligente, uso de sistemas de información y modelación del cambio climático. También se identificó la innovación en movilidad sostenible, así como la infraestructura adaptada al clima. En el plan se determinaron

tres medidas para alcanzar este objetivo: 1) Fortalecimiento del CODECYT¹¹⁷ y RedCOLSI¹¹⁸; 2) Programa de apoyo a generación de propuestas enfocadas al desarrollo de CTI y 3) Alianza Público - Privada (APP) para prácticas acuícolas adaptadas al cambio climático.

La Política de Crecimiento Verde

Colombia expidió la Política de Crecimiento Verde (CONPES 3934) en julio de 2018. Esta política promueve una transición hacia un modelo económico más sostenible, competitivo e inclusivo. Para ello, propone el aprovechamiento de “nuevas fuentes de crecimiento que sean sostenibles a partir de la oferta de capital natural para la producción de bienes y servicios ambientales”. Así, busca incrementar el ritmo de crecimiento económico a fin de atender los desafíos tales como la reducción de la pobreza y la desigualdad así como la construcción de paz.

El modelo de crecimiento que se propone se basa en el hecho de que el modelo actual es insostenible a largo plazo, pues “degrada y agota la base de los recursos para la producción económica y genera altos costos para el ambiente y la sociedad”. Así entonces, la idea es promover que la actividad productiva sea cada vez más competitiva, así como más sostenible en el uso de los recursos de manera que genere menos impactos ambientales.

De sus cinco ejes estratégicos, se destacarían el tercero, que “promueve la generación y el fortalecimiento del capital humano para afrontar los nuevos retos de conocimiento y experiencia que genera el crecimiento verde”; el cuarto, “que establece acciones estratégicas en materia de ciencia, tecnología e innovación como herramienta necesaria para avanzar hacia cambios en los sectores productivos y encontrar nuevos procesos, insumos y tecnologías más eficientes que generen valor agregado a la economía nacional”; y el quinto, que tiene como objetivos “asegurar una coordinación y articulación interinstitucional” y “el fortalecimiento de las capacidades para la generación de información necesaria para la toma de decisiones” (DNP, 2018).

Los vínculos entre crecimiento verde y los ODS

Otro instrumento de política en donde convergen SNI y TER, es el CONPES 3918 para la Implementación

de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia. Para la elaboración del documento CONPES, se determinó la alineación entre las 169 metas ODS y otras agendas de política, incluida la **Política de Crecimiento Verde**, que está relacionada directamente con 86 metas de la agenda ODS (CONPES, 2018). De esta manera, la estrategia de crecimiento verde se convierte en una herramienta para avanzar hacia la implementación de los ODS. Así mismo, el CONPES plantea una meta nacional para el ODS 13 (Acción por el Clima), de reducir en 20% las emisiones de GEI. Esto está alineado con lo consignado en la ECDBC, que busca entre otros fines, atraer financiación y transferencia de tecnologías disponibles internacionalmente para alcanzar las metas propuestas.

Esta meta de reducción asociada al ODS 13 corresponde al compromiso internacional hecho por Colombia en materia de NDC ante la CMNUCC en septiembre de 2015. En el marco de la política, la NDC se entiende como uno de los cuatro instrumentos de planificación que comprenden, además, las estrategias nacionales, los planes sectoriales y los planes territoriales de gestión integral del cambio climático (Congreso de Colombia, 2018). Los medios de implementación son el financiamiento, el desarrollo, la transferencia de tecnología y la construcción de capacidades, todas asociadas ampliamente al uso de TER.

Entre las acciones de los medios de implementación de la NDC, se identifican cinco acciones concretas asociadas al uso de TER (MADS, 2015):

- estrategia con redes de universidades y grupos de investigación en temáticas relacionadas con las principales metas propuestas como parte de las contribuciones de mitigación y adaptación;
- formación de clústeres de innovación en Cambio Climático, con especial énfasis en la investigación científica y la transferencia de conocimiento y tecnología;
- desarrollo de una agenda que permita fomentar la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en temas relacionados con el cambio climático;
- incorporación activa de entidades e institutos

¹¹⁷ Los Consejos Departamentales de Ciencia, Tecnología e Innovación -CODECYT, que fueron creados para promover la consolidación del Sistema Departamental de Ciencia, Tecnología e Innovación y proponer al gobierno departamental y nacional estrategias, programas y proyectos para el fortalecimiento de las comunidades científicas. Los CODECYT están integrados principalmente por la academia, centros de investigación, sector productivo y organizaciones como la Corporaciones Autónomas y Colciencias.

¹¹⁸ La Red Colombiana de Semilleros de Investigación- RedCOLSI es una organización articulada con la educación básica, secundaria y terciaria, líder en la consolidación de una cultura investigativa fundamentada en la formación y el trabajo en red de semilleros de investigación, mediados por escenarios de socialización, gestión y apropiación social del conocimiento.

nacionales a los mecanismos de transferencia de tecnología propios de la CMNUCC; y

- compartir conocimiento de valor con países en desarrollo como parte de sus NDC.

Es necesario destacar que la política establece las Comunicaciones Nacionales sobre Cambio Climático, así como los inventarios de gases de efecto invernadero y los Informes Bienales de Actualización como insumos fundamentales para la gestión del cambio climático (Congreso de Colombia, 2018). Los Informes Bienales reportan actualizaciones de las circunstancias nacionales y los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, así como los avances en las medidas de mitigación adelantadas por los países, y las necesidades existentes en materia de financiamiento, acceso a tecnología y fortalecimiento de capacidades. Esto representa una oportunidad para actualizar los compromisos del país con relación a implementación de TER.

Ciencia, Tecnología, Innovación y Transferencia de Tecnología en el marco institucional y de política de cambio climático

Los arreglos institucionales y las políticas y programas asociados con la acción climática en Colombia han incluido en sus diseños, aunque en ocasiones de manera más bien débil, un papel a la ciencia, la tecnología y la innovación. Así por ejemplo, si bien la Política Nacional de Cambio Climático propone como una de sus líneas instrumentales el “promover la generación y uso de la ciencia, la tecnología, la información y la innovación para avanzar por una senda de desarrollo resiliente al clima y bajo en carbono”, este propósito no parece estarse persiguiendo de manera decisiva. Una situación similar se percibe en la implementación de la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono, en la Política de Crecimiento Verde, o en la aplicación del artículo 28 de la Ley de Cambio Climático.

La articulación de las iniciativas de acción climática con las de la política de CTI demanda capacidades institucionales y mecanismos de coordinación acordes con el carácter transversal e intersectorial de la gestión del cambio climático y de la política de ciencia, tecnología e innovación. En este sentido, la implementación ya sea de la línea instrumental

de la PNCC relacionada con ciencia, tecnología e innovación, lo mismo que los PIGCCS y los PIGCCT, la Políticas de Crecimiento Verde y de Implementación de los ODS, debería sustentarse en una clara y decidida articulación entre SISCLIMA y el SNCTI. Sin embargo, este es un proceso aún incipiente. El hecho de que el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias)¹⁹ no sea un miembro de la CICC y que su participación esté sujeta a invitaciones eventuales, no propicia la articulación ni la integración de las políticas de cambio climático y las de innovación.

C.3 Ecuador

El marco normativo

La Constitución de la República del Ecuador (2008) contiene dos artículos específicos relacionados con la gestión del cambio climático: el artículo 413 busca promover la eficiencia energética; el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas; las energías renovables, diversificadas, de bajo impacto que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria; el equilibrio ecológico de los ecosistemas; y el derecho al agua. Y el artículo 414, que busca la adopción de medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático mediante la limitación tanto de las emisiones de GEI, como de la deforestación y la contaminación atmosférica; y para la conservación de los bosques, la vegetación y la protección de la población en riesgo (Asamblea Constituyente, 2008). De esta manera, se ha establecido que los desafíos en materia de cambio climático se conviertan en una política de estado.

Varias otras normas complementan el marco legal para la planificación e implementación de medidas de política para hacer frente el cambio climático. Entre otras:

- Lineamientos para la Planificación del Desarrollo y el Ordenamiento Territorial de la Estrategia para el Fortalecimiento del Sistema Nacional Descentralizado de Planificación Participativa (SENPLADES).
- Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD),
- Código Orgánico del Ambiente.

- Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial y Uso y Gestión de Suelo.
- Ley Orgánica de Tierras Rurales y Territorios Ancestrales.
- Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua.

Marco de políticas

El gobierno ecuatoriano ha incluido referencias específicas en distintos instrumentos de política y planificación sectorial que con el propósito de contribuir la gestión del cambio climático. Algunos casos son:

- **Plan Nacional para el Buen Vivir (2017-2021)**¹²⁰, que, entre los Objetivos Nacionales de Desarrollo, plantea en el Eje 1: Derechos para Todos Durante Toda la Vida, Objetivo 3: Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones; en el Eje 2: Economía al Servicio de la Sociedad, Objetivo 6: Desarrollar las capacidades productivas y del entorno para lograr la soberanía alimentaria y el Buen Vivir Rural. El Plan incluye la Estrategia Territorial Nacional, se plantean lineamientos territoriales para cohesión territorial con sustentabilidad ambiental y gestión de riesgos, y lineamientos territoriales de acceso equitativo a infraestructura y conocimiento.
- **Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC)**¹²¹. Define cuatro líneas de acción: (i) Generación de información; (ii) Comunicación y gestión del conocimiento; (iii) Desarrollo de capacidades humanas y tecnológicas; y (iv) definición de políticas sobre cambio climático. Y para el efecto, prevé la definición y uso de tres instrumentos, que se describen a continuación.

Plan Nacional de Creación y Fortalecimiento de Condiciones. Define los objetivos y resultados esperados a corto plazo mediano y largo plazo, orientados a crear y fortalecer las condiciones requeridas para implementar de forma efectiva los Planes Nacionales de Mitigación y Adaptación al cambio climático.

Plan Nacional de Adaptación. Propone programas y proyectos dirigidos a fortalecer la capacidad del país para afrontar los impactos negativos del cambio

climático por medio de, entre otras propuestas, el Sistema Integral de Gestión de Riesgos.

Plan Nacional de Mitigación. Propone el marco para la implementación de medidas tendientes a reducir emisiones de GEI en sectores priorizados y la captura y almacenamiento de carbono, apoyando y reforzando las actuales iniciativas que se realizan sobre este tema.

- **Agenda Nacional de Energía 2016-2040**¹²². Busca promover el desarrollo sostenible de los recursos energéticos e impulsar proyectos generación de fuentes renovables (hidroeléctrica, geotérmica, solar, eólica) (MICSE, 2011).
- **Política Ambiental Nacional 2035.** Plantea gestionar la adaptación al cambio climático mediante la disminución de la vulnerabilidad social, económica y ambiental. Cuenta con tres estrategias: (1) Mitigar los impactos del cambio climático y otros eventos naturales y antrópicos en la población y en los ecosistemas; (2) Implementar el manejo integral del riesgo para hacer frente a los eventos extremos asociados al cambio climático; y (3) Reducir las emisiones de GEI en los Sectores Productivos y Sociales (MAE, 2009).

Organización institucional para el cambio climático

El gobierno ecuatoriano, principalmente a través del Ministerio del Ambiente y otras carteras de Estado, han avanzado en cuanto a la creación de un marco institucional para la gestión del cambio climático, que, además de las medidas de tipo normativo, ha incluido: la creación de una instancia de gestión pública para el manejo del tema, la Subsecretaría de Cambio Climático, dentro del Ministerio del Ambiente; y la creación de una instancia de alto nivel para la coordinación y articulación inter-sectorial de la gestión sobre cambio climático: el Comité Interinstitucional de Cambio Climático (CICC).

El CICC es una instancia de alto nivel político-administrativo que coordina, dicta y facilita la ejecución integral de las políticas nacionales sobre cambio climático. Entre estas se destaca la *Estrategia Nacional de Cambio Climático*, así como los compromisos asumidos respecto a la aplicación y participación del país en la CMNUCC y sus instrumentos. Son miembros de este comité las

119 Hasta finales de 2018, cuando se creó el ministerio, era el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación)

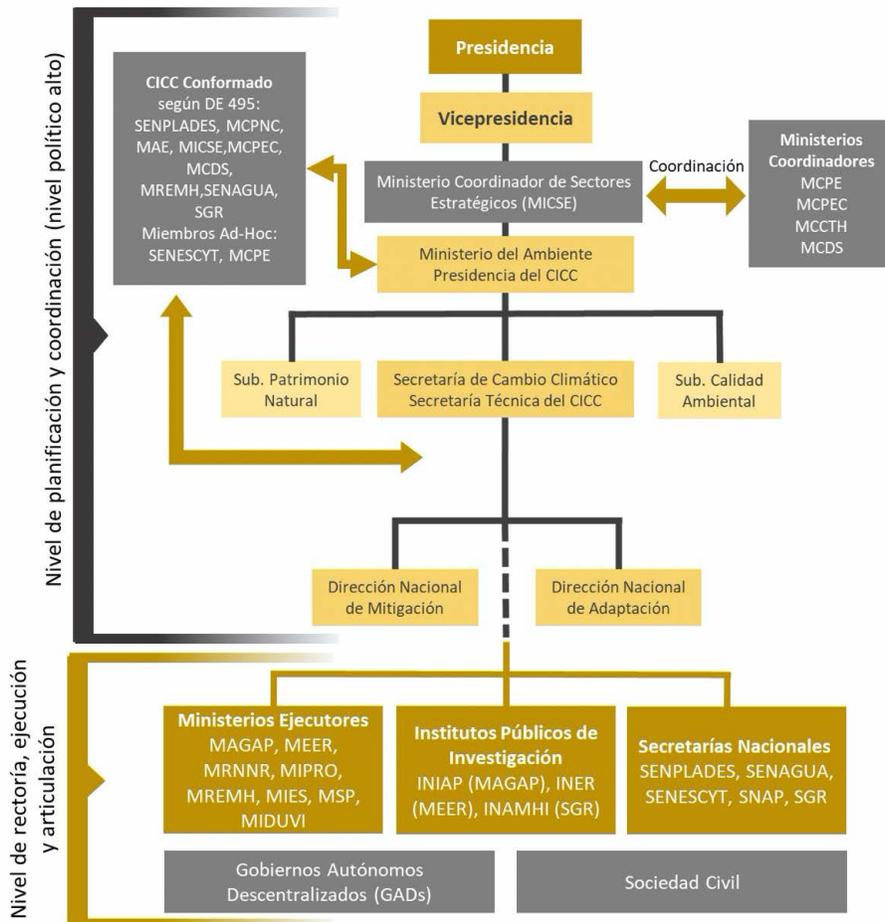
120 Ver <http://www.buenvivir.gob.ec/>

121 Ver <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu140074.pdf>

siguientes entidades:

- Ministerio Coordinador de Desarrollo Social - MCDS;
- Ministerio Coordinador de la Producción; Empleo y Competitividad - MCPEC; (eliminado por decreto presidencial)
- Ministerio Coordinador de los Sectores Estratégicos - MICSE; (eliminado por decreto presidencial)
- Ministerio Coordinador de Patrimonio Natural y Cultural - MCPNC; (eliminado por decreto presidencial)
- Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio e Integración - MRECI;
- Ministerio del Ambiente (presidente del CICC) - MAE;
- Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos - SNGR;
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo - SENPLADES;
- Secretaría Nacional del Agua - SENAGUA.

Figura 22. Organización Institucional para desarrollar e implementar las acciones de adaptación y mitigación en Ecuador



Fuente: Tomado de Borbor, M. "Estrategias de Ecuador en la Adaptación y Mitigación al Cambio Climático". Presentación en Diálogo de Expertos: Taller de Focalización México D.F., 21 y 22 de noviembre de 2017.

122 <http://biblioteca.olade.org/opac-tmp/Documentos/cg00362.pdf>

La **Subsecretaría de Cambio Climático** del Ministerio de Ambiente ejerce el papel de Secretaría Técnica del CICC y de facilitadora de la gestión para la implementación de la Estrategia. La Secretaría trabajará en preparar las propuestas de los Planes Nacionales de Adaptación y Mitigación, así como del Plan Nacional de Creación y Fortalecimiento de Condiciones a finales de 2012.

subproductos agrícolas, ganaderos, urbanos e industriales (biomasa). Uno de los objetivos del clúster es desarrollar tecnologías en materia de biocombustibles para ayudar la meta impuesta por el gobierno para el año 2027 la cual se propone tener un 30% de energía generada a energías renovables en el país. Para ese mismo año, los CEMIE-Bio pretenden que el 5% de la energía eléctrica generada sea a partir de metano e hidrógeno derivados de la biomasa residual

ANEXO D RED DE CENTROS DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EN MÉXICO

D.1 Centros Públicos de Investigación de CONACYT

Los miembros de *los Centros Públicos de Investigación de CONACYT* que tienen alguna relación con las TER se encuentran listados a continuación:

Los Centros Públicos de Investigación de CONACYT, están involucrados en la investigación pública o privada, instituciones de educación superior, empresas y entidades gubernamentales, los cuales desarrollan proyectos de investigación e innovación relacionados con energías renovables. Estos centros operan de forma autónoma, pero son supervisados por la Secretaría de Energía y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

D.2 Centros Mexicanos de Innovación en Energía (CEMIEs)

Los CEMIEs son centros conformados por instituciones de educación superior, centros de investigación, empresas y entidades gubernamentales expertos en las diferentes áreas de las energías renovables coordinados cada uno por un Grupo Directivo propio y diversos comités de evaluación, monitoreo y seguimiento, tanto técnico como administrativo. Los CEMIEs se dividen de acuerdo con el área de investigación en (SENER, 2015a):

- CEMIE Bio: El Centro Mexicano de Innovación en Bioenergía investiga y desarrolla tecnologías en temas relacionados con el aprovechamiento sustentable de la energía de recursos forestales, plantas terrestres y acuáticas, residuos y

(Villaseñor, 2016). Está organizado de la siguiente forma (SENER, 2015b):

- Clúster Biocombustibles Sólidos. Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad de la UNAM.
- Clúster Bioalcoholes. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN - Unidad Guadalajara.
- Clúster de Biodiesel. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del estado de Jalisco A.C.
- Clústers Biogás y Bioturbosina. Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A.C.
- CEMIE Eólico: El Centro Mexicano de Innovación en Energía Eólica (CEMIE-Eólico) está liderado por el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE,

Miembros de los Centros Públicos de Investigación			
Subsistema	Nombre	Sigla	Descripción
Ciencias Exactas y Naturales	Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C	CIAD	El CIAD, es un Centro Público multidisciplinario, que realiza investigación en ciencias naturales y sociales; generador de conocimiento con impacto en tres ámbitos básicos; la producción, conservación, calidad y comercialización de los alimentos, la salud y el desarrollo biológico del ser humano y la repercusión social y económica de los procesos de desarrollo económico e integración internacional.
	Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.	CIBNOR	El CIBNOR tiene como objetivos: Elevar la calidad y producción científica, promover la transferencia de conocimiento y desarrollar soluciones y aplicaciones tecnológicas en las ciencias biológicas y en el uso, manejo y preservación de los recursos naturales.
	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B.C.	CICESE	Es un centro de investigación con trabajos en las ciencias biológicas, físicas, de la información, del mar y de la Tierra, dentro de un marco de responsabilidad, ética y liderazgo en beneficio de la sociedad.
	Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.	CICY	El CICY es un centro público del Sistema CONACYT que genera conocimiento científico y tecnológico en las áreas de la bioquímica y la biología molecular de plantas, la biotecnología agrícola, farmacéutica y de combustibles alternos, los recursos naturales, la ciencia de los materiales, del agua y de la energía renovable, forma recursos humanos de alto nivel en sus áreas de competencia y realiza vinculación con los diversos sectores de la sociedad.
	Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C.	CIMAV	El CIMAV tiene como objetivo generar conocimiento mediante la realización de investigación básica orientada, aplicada y desarrollo tecnológico con criterios de excelencia y pertinencia, en los ámbitos de la Ciencia de los Materiales y de la Ciencia y Tecnología Ambiental, para su aprovechamiento por el sector productivo, académico y social.

	Instituto de Ecología, A.C.	INECOL	Es una institución pública que produce conocimiento científico, desarrolla tecnologías, crea opinión pública y prepara profesionales en ecología, biodiversidad y manejo de recursos naturales para la conservación del patrimonio natural y el desarrollo social y económico del país.
	Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C.	IPICYT	El IPICYT investiga las áreas como Biología Molecular, Materiales Avanzados, Matemáticas Aplicadas, Ciencias Ambientales y Geociencias Aplicadas. Los requerimientos de la sociedad, así como las oportunidades y limitaciones del entorno están presentes en la selección de estas áreas de conocimiento
Desarrollo Tecnológico y Servicios	Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas	CIATEC, A.C.	El CIATEC es un centro de investigación en las áreas de salud e higiene laboral, medio ambiente y sustentabilidad (agua, suelo, residuos, riesgo ambiental y Zonas urbanas) e Ingeniería Industrial y de Manufactura.
	Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C.	CIATEJ	El CIATEJ es un Centro Público de Investigación en el que desarrollan actividades científico-tecnológicas, proveen servicios analíticos especializados para los sectores agrícola, alimentario, salud y medio ambiente, con énfasis en especialidades cítricas, contribuyendo con ello al desarrollo sustentable del país.
	Centro de Tecnología Avanzada	CIATEQ, A.C.	El CIATEQ es un centro de investigación que tiene proyectos en las áreas de Telecomunicaciones y Tecnologías de información, Electrónica y Control, Sistemas de Medición, Ingeniería y Diseño, Sistemas Mecánicos, Procesos Especializados, Ingeniería de Plantas, Prototipos y Herramientales y Plásticos y Materiales Avanzados
	Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial.	CIDESI	El CIDESI es un centro de investigación con proyectos en las áreas de Electrónica y Control, Sistemas Mecánicos, Manufactura Avanzada, Instrumentación Científica, Tecnologías para la Industria Petrolera, Tecnología de Materiales, Metrología y Tecnologías para el sector aeronáutico

Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, S.C.	CIDETEQ	La función sustantiva del CIDETEQ, es apoyar a las empresas para alcanzar y mantener niveles internacionales de competitividad, aportando soluciones a sus problemas tecnológicos en Electroquímica y áreas afines.
Centro de Investigación en Química Aplicada.	CIQA	El CIQA enfoca su investigación en el desarrollo de nuevos materiales poliméricos para nuevas aplicaciones, orientando los esfuerzos en 5 líneas de investigación: Síntesis de Polímeros, Procesos de Polimerización, Procesos de Transformación de Plásticos, Materiales Avanzados, Plásticos en la Agricultura.
Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, S.A. de C.V	COMIMSA	El COMIMSA es un centro de investigación con proyectos en las áreas de Ingeniería de proyectos, Ingeniería de manufactura metal-mecánica, Ingeniería ambiental e Ingeniería de materiales.
Fondo para el Desarrollo de Recursos Humanos	FIDERH	El Fondo para el Desarrollo de Recursos Humanos (FIDERH) es un fideicomiso federal, administrado por el Banco de México desde hace más de 40 años, con el objeto de financiar estudios de posgrado de estudiantes mexicanos.
Fondo de Información y Documentación para la Industria	INFOTEC	INFOTEC Centro de Investigación e Innovación en Tecnologías de la Información y Comunicación

Fuente Capacidades Científicas, Tecnológicas y de Innovación. Centros de I+D+i en las entidades Federativas (2015)

hoy INEEL). El CEMIE-Eólico pretende sumarse a los esfuerzos del gobierno que esperan que para el año 2030 el 60% de la energía renovable provenga de energía eólica. Está conformado por 32 participantes de todo el país, entre los que se encuentran 22 institutos de investigación y/o educación superior y 10 empresas nacionales e internacionales. Los proyectos que se desarrollan abarcan las áreas de construcción, evaluación, seguridad y confiabilidad de equipos, e inteligencia artificial aplicada al mercado (Anexo 2). El instituto se enfoca en las siguientes áreas (Flores, 2016) (Fondo de Sustentabilidad Energética):

- Aerogeneradores
- Integración a red
- Formación de recursos humanos especializados
- Aerodinámica y aeroelástica

- Materiales y recubrimientos
- Recurso eólico
- Aplicaciones de inteligencia artificial y mecatrónica
- Almacenamiento de energía
- Pruebas, validación de diseño en Viento libre y certificación o acreditación de sistemas, subsistemas o componentes para aerogeneradores de mediana capacidad.
- CEMIE Geo: El Centro Mexicano de Innovación en Energía Geotérmica es un centro que busca promover y acelerar el uso y desarrollo de la energía geotérmica en el país. El centro está liderado por el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) e incluye 21 participantes entre los que se encuentran 12 institutos de investigación y/o educación superior y 9 empresas del país. Sus líneas de investigación son las siguientes (Fondo

de Sustentabilidad Energética) (SENER, 2015c):

- Exploración y mapeo del recurso geotérmico nacional
 - Desarrollo de nuevas técnicas de monitoreo
 - Generación de electricidad con baja, mediana y alta entalpía
 - Investigación y desarrollo de materiales para el aprovechamiento del recurso geotérmico
 - Uso directo del calor geotérmico
- CEMIE Océano: El Centro Mexicano de Innovación en Energía del Océano es un centro que está dedicado al desarrollo de tecnologías de energía proveniente de los mares. El Grupo está integrado por instituciones académicas y la empresa privada. Tienen proyectos en las siguientes áreas (INEEL, n.d.) (Centro Mexicano de Innovación en Energía Oceano, 2019):
 - Energía térmica oceánica
 - Energía por gradientes de salinidad
 - Energía de oleaje
 - Energía de corriente y mareomotriz
 - CEMIE Sol: El Centro Mexicano de Innovación en Energía Solar es un centro que está dedicado a la investigación para el aprovechamiento de la energía solar en el país. El grupo está liderado por el Instituto de Energías Renovables de la Universidad Nacional Autónoma de México (IER-UNAM) y está conformada por 57 participantes entre los que se encuentran 47 institutos de investigación y/o educación superior y 10 empresas. El Centro se enfoca en las siguientes áreas de investigación (Centro Mexicano de Innovación en Energía Solar CeMIE Sol, s.f.) (Fondo de Sustentabilidad Energética):
 - Potencia solar térmica para la producción de electricidad
 - Sistemas de energía solar para calor de procesos industriales
 - Investigación y desarrollo en materiales para el aprovechamiento del recurso solar
 - Sistemas de enfriamiento operados con energía solar
 - Combustibles solares
 - Sistemas solares de baja temperatura para el calentamiento de agua
 - Solar térmico: agua y energía solar
 - Nuevos desarrollos tecnológicos (diseño, producción ensamblado y prueba de componentes para sistemas FV)
 - Tecnología fotovoltaica (transferencia tecnológica, innovación tecnológica y estudios técnico económicos)
 - Normalización, registro, certificación y garantía
 - Desarrollo de talentos
 - Laboratorios de edificaciones sustentables
 - CEMIE Captura CO₂: Es el encargado de promover e implementar el uso de la tecnología para la captura, uso y almacenamiento de dióxido de carbono, el cual está alineado con el Mapa de Ruta de Tecnología (MRT) establecido por la SENER en 2014 (INEEL, n.d.). Entre sus temas estratégicos se encuentran (INEEL, n.d.):
 - Sistemas de captura.
 - Proyectos de recuperación de petróleo mediante la Inyección de dióxido de carbono Antropogénico.
 - Marco regulatorio y normatividad.
 - Comunicación social, divulgación y vinculación con la industria.
 - Economía para proyectos de CCUS.
 - Aspectos de impacto ambiental.
 - Almacenamiento geológico de CO₂ en acuíferos salinos profundos, campos exhaustos de hidrocarburos y/o lechos de carbón.
 - Desarrollo de capacidades.
 - CEMIE Redes: Es el Centro Mexicano de Innovación

en Redes Eléctricas Inteligentes el cual se encarga de apoyar el desarrollo tecnológico e innovación en materia de redes eléctricas inteligentes, mediante investigación aplicada, modelado, simulación y pruebas de laboratorio y de campo. Entre sus temas estratégicos se encuentran (INEEL, n.d.):

- Integración de generación distribuida y renovable.
- Gestión y aplicaciones de mejora en la red de distribución.
- Infraestructura de medición avanzada.
- Gestión y aplicaciones de mejora en la red de distribución.

D.3 Instituciones de Investigación e Innovación en Medio Ambiente y Recursos Naturales

D.3.1 Comisión Nacional Forestal

El programa institucional que diseñó la Comisión Forestal, para contribuir con el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 se componen de seis objetivos. Ellos son: (Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), 2015).

- Incrementar la producción y la productividad forestal sustentable
- Impulsar la conservación y la restauración de los ecosistemas forestales
- Proteger los ecosistemas forestales
- Fortalecer la gobernanza y el desarrollo de capacidades locales
- Promover y propiciar un marco institucional facilitador del desarrollo forestal sustentable
- Desarrollar mecanismos y procesos de modernización de la gestión y el desempeño

D.3.2 Instituto Mexicano del Agua

Los objetivos del instituto son (IMTA, n.d.):

- Contribuir a la gestión sustentable del agua a través del conocimiento, la tecnología, la formación de recursos humanos y la innovación.
- Incorporar al sector hídrico en la sociedad del conocimiento.

- Crear un alto valor agregado para las instituciones del sector hídrico mediante el conocimiento, la creación y adaptación de tecnologías y el suministro de servicios tecnológicos altamente especializados.
- Impulsar el desarrollo de la ciencia y la tecnología del agua, en especial mediante la formación de personal altamente capacitado a nivel especialización y posgrado.

D.3.3 INECC

El instituto tiene por objeto (Cámara de Diputados del H.Congreso de la Unión, 2012):

- Coordinar y realizar estudios y proyectos de investigación científica o tecnológica con instituciones académicas, de investigación, públicas o privadas, nacionales o extranjeras en materia de cambio climático, protección al ambiente y preservación y restauración del equilibrio ecológico;
- Brindar apoyo técnico y científico a la secretaría para formular, conducir y evaluar la política nacional en materia de equilibrio ecológico y protección del medio ambiente;
- Promover y difundir criterios, metodologías y tecnologías para la conservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales;
- Coadyuvar en la preparación de recursos humanos calificados, a fin de atender la problemática nacional con respecto al medio ambiente y el cambio climático;
- Realizar análisis de prospectiva sectorial, y colaborar en la elaboración de estrategias, planes, programas, instrumentos y acciones relacionadas con el desarrollo sustentable, el medio ambiente y el cambio climático, incluyendo la estimación de los costos futuros asociados al cambio climático, y los beneficios derivados de las acciones para enfrentarlo;
- Evaluar el cumplimiento de los objetivos de adaptación y mitigación previstos en esta Ley, así como las metas y acciones contenidas en la Estrategia Nacional, el Programa y los programas

de las entidades federativas a que se refiere este ordenamiento, y

- Emitir recomendaciones sobre las políticas y acciones de mitigación o adaptación al cambio climático, así como sobre las evaluaciones que en la materia realizan las dependencias de la administración pública federal centralizada y paraestatal, de las entidades federativas y de los municipios

D.3.4 PROFEPA

Sus objetivos estratégicos son (PROFEPA, 2017):

- Contener la destrucción de nuestros recursos naturales y revertir los procesos de deterioro ambiental
- Procurar el pleno acceso de la sociedad a la impartición de una justicia ambiental pronta y expedita.
- Lograr la participación decidida, informada y responsable de los miembros de la sociedad y de sus organizaciones, en la vigilancia e inducción del cumplimiento de la ley ambiental.
- Fortalecer la presencia de la Procuraduría y ampliar su cobertura territorial, con criterio federalista.
- Construir una institución moderna y eficiente, bajo criterios de honestidad, transparencia y confiabilidad, que permitan crear una nueva imagen ante la sociedad.

D.3.5 CONANP

En el plan de trabajo del CONANP se contemplan objetivos específicos relacionados con las siguientes áreas (Gobierno de la República de México, 2013):

- Manejo integrado del paisaje
- Conservación y manejo de la biodiversidad
- Atención a los efectos del cambio climático y disminución de emisiones de GEI
- Economía de la conservación
- Fortalecimiento de la coordinación estratégica intersectorial
- Fortalecimiento de la coordinación intersectorial
- Marco legal para la conservación del patrimonio natural

- Fortalecimiento institucional
- Comunicación, educación cultura y participación social para la conservación

ANEXO E ESTRUCTURA DE LA GUÍA “MARCO ANALÍTICO Y GUÍAS PARA LA PLANEACIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO Y TECNOLOGÍAS ECOLÓGICAMENTE RACIONALES (TERS)”.

El proceso de evaluación de políticas y planeación que propone la guía está organizado en cuatro etapas estratégicas, que incorporan el uso de distintos modelos y herramientas de apoyo dentro un proceso de formulación participativo para la planeación ante el cambio climático y la toma de decisiones en el diseño de políticas públicas.

E.1 Etapa 1. Análisis de situación de partida del país

Define la situación que guarda un país en cuanto a su planeación climática. Implica la identificación y análisis de los instrumentos de política pública, tales como estrategias, planes, programas, prospectivas y otros documentos relevantes, así como del marco normativo - administrativo.

E.2 Etapa 2. Actores, coordinación y diálogo

La guía plantea una gran participación de actores relevantes e impactados en los procesos de planeación, incluidos los modeladores. De ese modo se facilita el manejo de los pilares del desarrollo sostenible - sociedad, economía y medio ambiente - como partes integradas del sistema. Tanto en la planeación, como durante el proceso de modelación, es importante concebir desde el inicio, un diálogo incluyente con los distintos actores relevantes y tomar en cuenta aspectos socioeconómicos, así como contextos sociales y ambientales.

E.3 Etapa 3. Utilización de modelos y herramientas cuantitativas para la planeación climática

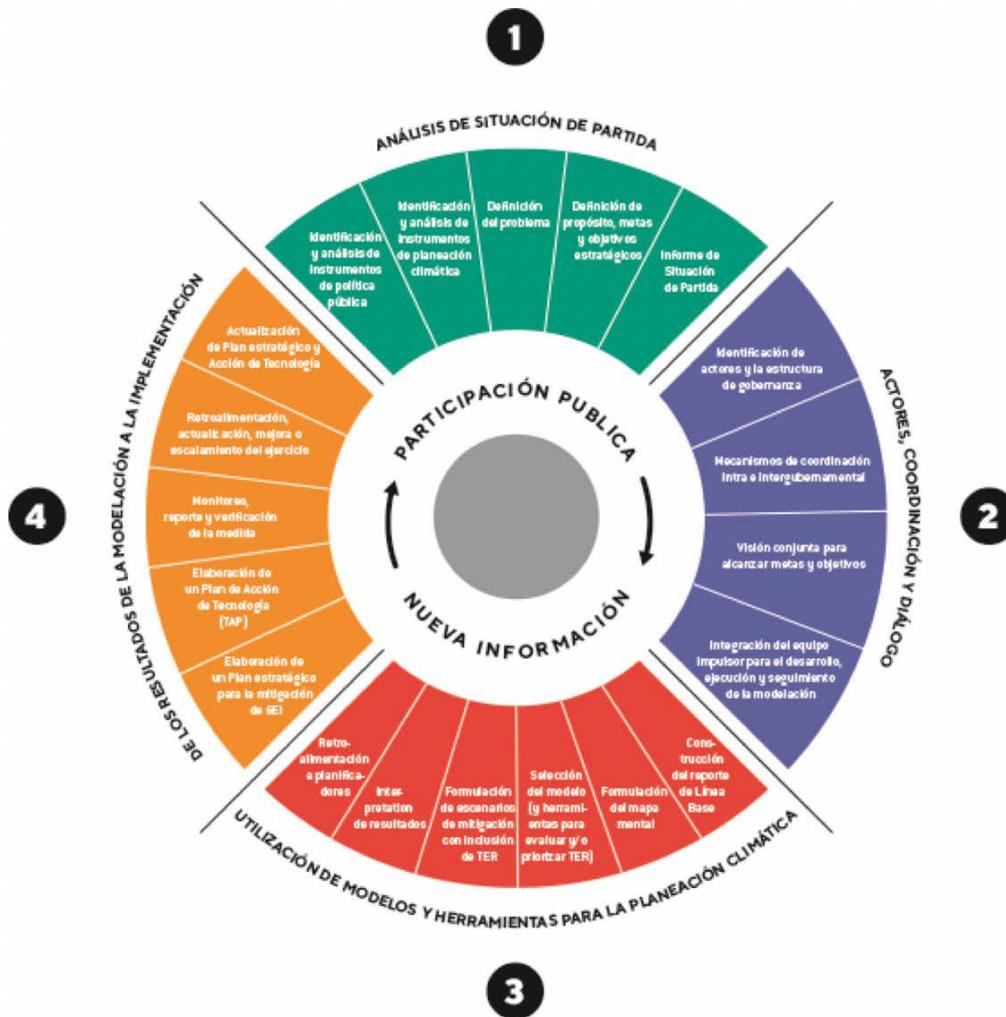
La toma de decisiones informada mediante el uso de modelos o herramientas cuantitativas es la finalidad de la etapa 3. Sin embargo, seleccionar el (los) modelo(s) o herramienta(s) más adecuado(s) e integrar al equipo de trabajo que utilizará y generará

los escenarios es fundamental. Esta elección del modelo debe responder a las necesidades que los planeadores buscan resolver, así como brindar diferentes escenarios que incorporen el uso de TER, además de analizar los recursos técnicos, tecnológicos, humanos y financieros disponibles para su realización. Las TER evaluadas deben responder a la necesidad de proteger el medio ambiente, ser menos contaminantes, utilizar todos los recursos de forma más sostenible, reciclar una mayor porción de sus desechos y productos y que tratar los desechos en forma más aceptable que las tecnologías que sustituyen.

E.4 Etapa 4. De los resultados de la modelación a la implementación

La etapa 4 propone la internalización del uso de modelos analíticos, la formación de capacidades y los mecanismos de diálogo como parte de la toma de decisiones para la planeación climática. Esto, con el fin de asegurar la efectividad en la instrumentación de estrategias y acciones en el corto, mediano y largo plazo; para así tener consistencia con los acuerdos internacionales y cumplir de manera efectiva con las metas y contribuciones nacionales determinadas que los países han comprometido ante la CMNUCC. Además, esta etapa se enfoca en considerar los resultados de los modelos en la elaboración de planes estratégicos y de acción tecnológica, el ejercicio de monitoreo reporte y verificación; y en el seguimiento de avances, actualización, mejora o escalamiento de la planeación; así como, para diseñar, elegir e

Figura 23. Etapas y pasos del proceso de evaluación de políticas y planeación climática



Fuente: INECC a partir de los Talleres de Diálogo con expertos regionales del estudio “Marco Analítico y guías para la planeación ante el cambio climático y Tecnologías Ecológicamente Racionales (TERs)”.

implementar mejoras o nuevas intervenciones en políticas públicas.

E.4.1 La utilización de modelos y herramientas para la planeación climático

En la etapa 3 de la guía se plantea el proceso de la selección de los modelos o herramientas, así como su ejercicio de aplicación, con el fin de que responda a las necesidades de los planeadores. Para ello, es necesario que brinden diferentes escenarios de inclusión de TER, considerando la protección del medio ambiente, la mínima generación de contaminantes y la utilización de todos los recursos de forma sostenible; además de analizar los recursos técnicos, tecnológicos, humanos y financieros disponibles para su realización.

La etapa vincula la situación de partida con el alcance del ejercicio de modelación, a través de la construcción de un Reporte de Línea Base y la formulación de un Mapa Mental. Posteriormente se concentra en revisar los criterios para la construcción de escenarios, la selección de modelos y las herramientas que cumplan con el objetivo estratégico y operativo.

- Una de las metodologías desarrolladas por el Climate Technology Centre and Network (CTCN)¹²³, para que los países en desarrollo realicen diagnósticos nacionales e identifiquen las tecnologías climáticas es la Evaluación de las Necesidades Tecnológicas (Technology Needs Assessments-TNA). Esta metodología permite identificar y priorizar las tecnologías que pueden contribuir a la reducción de CYGEI y a la adaptación y fortalecimiento de su resiliencia ante los impactos del cambio climático. De acuerdo con los informes del TNA, 80 países en desarrollo han realizado su TNA, de los cuales 20 son de la región LAC¹²⁴.

La utilización de la metodología TNA es un buen punto de partida para la priorización de tecnologías, sin embargo, la inclusión de TER requiere de establecer un conjunto de políticas energéticas y ambientales que garantice un camino sostenible y exitoso hacia el cumplimiento de las metas climáticas de los países LAC.

- La utilización de modelos y herramientas para la planeación climática que promueve la Guía incluye los aspectos relevantes para la modelación como lo son:

- Tomar de referencia los esfuerzos previos de los países en elaborar los TNA, análisis de ciclo de vida de tecnologías, curvas de costo marginal de abatimiento de emisiones de GEI -MACC (cabe mencionar que éstas últimas no cuentan con información suficiente para diseñar estrategias de reducción de emisiones a largo plazo).
- Gráficas la formulación del propósito, a través de un reporte de línea base de modelación, la elaboración del mapa mental, la selección del modelo o herramienta de apoyo.
- La interpretación de los resultados y sus limitaciones, y la validación de los datos de entrada y salida mediante un diálogo cíclico con los distintos actores relevantes y principalmente impactados.
- La accesibilidad, disponibilidad y transparencia del proceso de modelación, asegurando la trazabilidad de la información y datos utilizados.
- Asegurar la coherencia entre los objetivos y acciones de la planeación climática y la planeación para el desarrollo de los SNI. Para ello, se deben incorporar los hallazgos y conclusiones del diagnóstico sobre necesidades tecnológicas y sobre capacidades en los procesos de formulación tanto de estrategias de política de acción climática como de estrategias de promoción de la innovación.

Para los países de LAC, es necesario desarrollar escenarios futuros de GEI (al 2030 y 2050) para evaluar los impactos sociales y económicos del desarrollo enfocado a las acciones de mitigación. Con este fin, modelos, metodologías y herramientas apropiadas facilitan la representación de una realidad compleja y la realización de los estudios necesarios.¹²⁵ Como parte del estudio “Marco analítico y guías para la planeación ante el cambio climático y TER”, se realizó una caracterización de modelos, metodologías y herramientas existentes y utilizadas en la región LAC, donde se ubicaron 70 modelos.

Para cada sector o área tecnológica que en cada país se haya seleccionado, es necesario hacer una

planeación de manera complementaria, donde se realice un análisis de selección de criterios, modelos, herramientas, así como un mapa mental que nos apoye a seleccionar las TER que mejor podrían contribuir para alcanzar los objetivos sectoriales de mitigación o de adaptación y que, por lo tanto, deberían ser objeto de promoción en una estrategia de política.

En particular, se recomienda que en la próxima actualización de las NDC que deben realizar los países en 2020 (se hacen cada 5 años) se incorporen medidas dirigidas a alinear los objetivos de las políticas de innovación y las de cambio climático. También deberá tenerse como referencia la fecha prevista para el primer balance global (*global stocktake*) de esfuerzos para concretar las ambiciones del Acuerdo de París, que se llevará a cabo en 2023.

E.4.2 Caracterización de modelos y metodologías

Los métodos utilizados para hacer análisis de escenarios futuros de la economía siguen enfoques conocidos como *top-down*, *bottom-up* o híbridos. Su propósito es describir las diferentes trayectorias (escenarios) y sus respectivos costos, y así estimar el potencial de mitigación de cada economía en el corto, mediano y largo plazo.¹²⁶

El concepto de potencial de mitigación describe rangos de reducción de GEI que pueden ser adoptados y se expresa en costo por unidad de emisiones de bióxido de carbono equivalente (CO₂eq) reducido o evitado.

El potencial de mitigación es estimado con base a la descripción matemática de las interacciones económicas de las actividades productivas de cada país que emiten GEI. Estos análisis pueden realizarse con base en la evaluación de las opciones de mitigación, enfatizar en tecnologías o regulaciones específicas; y son comúnmente llamados modelos tecno-económicos o *bottom-up*.

Alternativamente, información económica agregada de las opciones de mitigación puede ser utilizada identificando los impactos marco-económicos y de mercado; a este enfoque se le llama modelo *top-down* y evalúa el potencial de mitigación de la economía o de algún sector en su totalidad. Mientras que ventajas y desventajas pueden ser identificados en el enfoque

de cada modelo, recientes estudios muestran que la integración de los dos componentes en un modelo híbrido provee de resultados más consistentes.¹²⁷

T TAXONOMÍA DE LAS TECNOLOGÍAS ECOLÓGICAMENTE RACIONALES

La taxonomía que se propone consta de dos niveles: permite clasificar cualquier TER en una de las áreas tecnológicas definidas previamente, y dentro de estas, clasificarla en un área específica de aplicación. Aunque esta taxonomía abarca un gran número de tecnologías, las TER tienden a avanzar de manera veloz. Por esta razón, pueden surgir nuevas áreas tecnológicas o áreas específicas de aplicación con el paso del tiempo, las cuales también deben de ser sometidas a un proceso de selección de sectores, basado en el uso de modelos, herramientas e información que faciliten su evaluación y en su caso priorización.

A manera de ilustración, a continuación, se presenta una taxonomía que, de acuerdo con los sectores y áreas tecnológicas que se priorizaron para presente estudio, ofrece una categorización de las TER más comúnmente utilizadas. Esta taxonomía aporta elementos que podría servir para el examen de cuáles son las TER que más podrán influir para alcanzar objetivos de mitigación y de adaptación.

Energía Renovable

El área tecnológica de fuentes de energía incluye todas las TER de producción energética a partir de fuentes no convencionales (energías renovables y energía nuclear¹²⁸), así como otras tecnologías complementarias cuyo desarrollo es indispensable para la integración a gran escala de las energías renovables debido a su naturaleza estocástica. Las áreas específicas de aplicación se describen a continuación:

- **Generación:** Incluye todas las TER asociadas a la generación eléctrica a partir de fuentes no convencionales de energía. Las tecnologías fotovoltaicas, eólicas y nucleares son ejemplos de TER que entran en esta categoría.
- **Almacenamiento:** Se refiere a las TER utilizadas

¹²³ Ver <https://www.ctc-n.org/> y en particular <http://unfccc.int/tclear/tna> y UNDP (2010) *Handbook for Conducting Technology Needs Assessment for Climate Change*, recuperado de http://www.undp.org/content/dam/undp/library/Environment%20and%20Energy/Climate%20Strategies/Technology_Needs_Assessment_Handbook.pdf

¹²⁴ Reporte TNA. Países LAC que ha realizado TNA: Antigua y Barbuda, Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Dominica, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Haití, Guyana, Honduras, Jamaica, Paraguay, Perú, Saint Kitts and Nevis, Santa Lucía y Uruguay.

¹²⁵ (OLADE, 2017)

¹²⁶ (Willis, 2016)

para el almacenamiento de energía a corto, mediano y largo plazo. El almacenamiento de energía es vital para poder acoplar los periodos de alta producción y bajo consumo con los periodos de alto consumo y baja producción en el sistema eléctrico. Esto incluye tecnologías de baterías, tecnologías de almacenamiento a base de hidrógeno, y centrales hidroeléctricas reversibles entre otras.

- **Redes eléctricas inteligentes:** Comprende todas las TER (en su mayoría informáticas y de comunicación) que promueven una red eléctrica optimizada en términos de generación, distribución y consumo eléctrico. Desarrollos tecnológicos en esta categoría incluyen medidores inteligentes, automatización de subestaciones y

control de demanda.

- **Captura y almacenamiento de carbono:** TER cuyo objetivo es retirar dióxido de carbono de la atmósfera o evitar que este sea emitido. El CO₂ capturado debe ser luego almacenado permanentemente o utilizado en algún proceso donde se evite a largo plazo la reemisión del mismo. El uso principal de estas tecnologías es asociarlas a plantas térmicas u otros grandes emisores de CO₂ para capturar este gas antes de ser emitido a la atmósfera. Desde 2015, han comenzado a operar en el mundo cuatro nuevas instalaciones de captura y almacenamiento de carbón a gran escala y una de ellas ha sido cerrada. En la actualidad hay 18 instalaciones a gran escala en funcionamiento y otras cinco

Figura 24. Taxonomía de TER en áreas tecnológicas priorizadas (ejemplos)



Fuente: Consorcio Hincio, Technopolis Group y Tecnalía.

en construcción. Si bien este es un progreso significativo, es evidente que el aprovechamiento pleno de esta tecnología, con el fin de alcanzar objetivos ambiciosos en materia de cambio climático, requiere de grandes esfuerzos.¹²⁹

Eficiencia Energética

El área tecnológica de eficiencia energética incluye todas las TER que, como dice su nombre, hacen que el consumo energético se pueda disminuir a través de un incremento en la eficiencia. Este consumo energético puede ser eléctrico o térmico, y no incluye los consumos del sector transporte, el cual se categoriza en un área tecnológica propia más adelante. Las medidas de eficiencia energética pueden ser implementadas en casi cualquier sector, aunque los mayores beneficios se pueden obtener en los sectores con consumo intensivo de energía, como lo son el industrial, el comercial y el residencial. Estas son las áreas específicas de aplicación:

- **Equipos y sistemas eléctricos eficientes:** Comprende todas las TER asociadas a equipos eléctricos eficientes. La utilización de LED para iluminación, el desarrollo de electrodomésticos de bajo consumo y motores eléctricos de inducción son apenas algunas de las TER que entran en esta área específica de aplicación.
- **Equipos y sistemas térmicos eficientes:** Se refiere a todas las TER asociadas a equipos que utilizan energía térmica de manera eficiente. Entre ellos se encuentran los sistemas de cogeneración, los cuales aprovechan calor emitido durante proceso de producción eléctrica, así como distritos térmicos o intercambiadores de calor.
- **Envolturas y diseños eficientes en edificaciones:** Todas las TER que disminuyen el consumo energético de edificaciones a través de la utilización de mejores materiales en sus envolturas, o diseños arquitectónicos que aprovechan las condiciones climáticas del sitio. El uso de vidrios con cámara de aire, materiales aislantes avanzados, sistemas de ventilación natural y materiales con cambio de fase son algunas de las TER que hacen parte de esta categoría.
- **Sistemas de gestión energética:** Hacen parte de esta área específica de aplicación las TER que permiten gestionar (medir, verificar y reaccionar)

el uso energético de un consumidor. Son TER principalmente asociadas a las tecnologías de información y comunicación e incluyen sistemas digitales de medición avanzada que no solo permiten medir el consumo energético sino también la potencia instantánea y otras variables relacionadas.

Transporte

El área tecnológica de transporte se refiere a todos los TER asociados al transporte terrestre, marítimo y aéreo. Considerando la alta participación del sector transporte en las emisiones de GEI, su ubicuidad, y la especificidad de muchas de las TER asociadas a este sector (no son aplicables en otros sectores), se categorizaron estas TER en un área tecnológica separada. Estas son las áreas específicas de aplicación:

- **Cero emisiones:** Incluye todas las tecnologías relacionadas con el desarrollo de vehículos que por su diseño no emiten ningún tipo de GEI. Vehículos dentro de esta categoría incluyen vehículos de tracción humana, vehículos eléctricos de batería, y vehículos de hidrógeno.
- **Combustibles fósiles con bajas emisiones:** Comprende todas las TER que promueven la disminución de emisiones GEI en modalidades de transporte que utilizan motores de combustión interna. Esto incluye una amplia gama de TER que van desde los vehículos híbridos, pasando por estándares de emisiones EURO 4 - 6, hasta conceptos avanzados como el uso de velas en barcos de carga para aprovechar la potencia del viento y disminuir consumos de combustible.
- **Combustibles alternativos:** Las TER que involucran el uso de combustibles alternativos, con menores tasas de GEI, para el transporte son incluidas en esta categoría. Algunos ejemplos de combustibles alternativos son los biocombustibles, el gas natural, y etanol.
- **Cambio modal y movilidad como servicio:** Se refiere a todas las TER que fomenten aquellos modos de transporte con mayor eficiencia energética en la movilidad de personas y mercancías. No se refiere al desarrollo de TER que hagan el transporte más eficiente (estas se incluyen en las otras áreas

¹²⁸ Se ha incluido la energía nuclear, si bien no considerada una fuente de energía renovable, debido a su potencial de mitigación de GEI y su capacidad de entrega de energía firme.
¹²⁹ Ver <https://www.globalccsinstitute.com/>

específicas de aplicación) sino a tecnologías que faciliten el cambio de modo de transporte o el patrón de utilización del mismo para los usuarios, promoviendo la transición de un paradigma de adquisición de medios de transporte privados hacia uno de utilización de medios de transporte como un servicio. Algunos ejemplos son programas de *car-sharing*, aplicaciones de *ride-hailing* y de *car-pooling*¹³⁰.

- Electromovilidad

Agricultura, ganadería y bosques

Por último, el área tecnológica de agricultura, ganadería y bosques incluye una gran variedad de TER asociadas a esos sectores. A diferencia de las otras tres áreas tecnológicas (las cuales se centran en tecnologías de mitigación), esta incluye TER específicas tanto de mitigación como de adaptación al cambio climático. Esta área tecnológica es especialmente importante en LAC ya que en la región la mayoría de las emisiones de GEI son causadas por la agricultura y cambios de uso en la tierra, deforestación y degradación de bosques (ECLAC, 2015). Esta categoría incluye las siguientes áreas específicas de aplicación:

- Integración con Tecnologías de Información y Comunicación (TIC): la integración de TIC en los sectores de agricultura, ganadería y bosques promete ser un factor crucial en los esfuerzos de mitigación y adaptación del sector. TER en esta área específica se pueden dividir en TER de monitoreo, que permiten conocer mejor los sistemas de producción y medir el uso de recursos o deterioro ambiental. Sistemas de información geográfica, predicciones climáticas, y el uso de imágenes de satélite son algunas de las tecnologías de monitoreo más utilizadas. Por otro lado, con el uso de tecnologías en el área de Big Data, las TIC pueden ayudar en el análisis de datos, modelación de situaciones complejas, y planificación de estrategias. (CEPAL, 2012)
- Selección de variedades y biotecnología: se refiere a TER que faciliten el desarrollo de nuevas variedades de cosechas y bosques dirigidas a aumentar sus capacidades adaptativas frente a un clima cambiante. Esto se puede referir por

ejemplo a la creación de variedades resistentes a la sequía o variedades resistentes a ciertas plagas. Cabe mencionar que, aunque la biotecnología puede tener un papel importante en este proceso de selección y desarrollo de variedades, los países deben ser cuidadosos con la implementación de TER asociadas a la modificación genética de organismos debido a que todavía no son claros los efectos que estos pueden tener sobre el medio ambiente y la biodiversidad (Tastsakis, et al., 2017), y a la regulación tan variada en los diferentes mercados del mundo.

- Disminución de emisiones de GEI en ganadería: Comprende todas las tecnologías asociadas a la disminución de emisiones del sector ganadero. Algunos ejemplos incluyen la recolección, almacenamiento y utilización del estiércol para captura de biogás, así como tecnologías asociadas hacia mejorar la dieta de los animales y suplementos alimentarios que desestimulan la producción de metano.
- Tecnologías de desarrollo y producción de biofertilizantes: Incluye todas las TER asociadas al desarrollo y promoción del uso de fertilizantes orgánicos de origen biológico. Este tipo de fertilizantes tienen menores efectos ambientales que los fertilizantes convencionales a base de nitrógeno, ya que replican los ciclos naturales de nutrientes en los ecosistemas. En general se consideran medidas de mitigación, ya que uso de fertilizantes nitrogenados (convencionales) es una de las causas asociadas a emisiones de GEI en el sector agrícola (Snyder, Bruulsema, & Jensen, 2007). Este tipo de TER se refieren principalmente a compostaje y fertilizantes a base de desechos animales o vegetales.
- Tecnologías eficientes de irrigación: Incluye tecnologías que permitan un uso racional del agua para irrigación de cosechas. Son principalmente tecnologías de adaptación. Algunas tecnologías de este tipo son sistemas de riego por goteo, recubrimiento de canales, y bombeo solar.
- Tecnologías de desarrollo y producción de biopesticidas: Se refiere a TER relacionadas con el uso de pesticidas con bajo impacto ambiental y que tengan un origen biológico. Esto

¹³⁰ *Ride hailing* se refiere a aplicaciones donde conductores ofrecen el servicio de transporte en su auto a cualquier usuario y es este el que elige el destino final. Las aplicaciones más conocidas de transporte entran en esta categoría.

Car-pooling son los programas que permiten a dos o más usuarios compartir un trayecto en el vehículo de uno de los usuarios. Normalmente es el conductor el que decide el destino final, y si este sirve a otros usuarios se unen y dividen los gastos entre todos.

Car-sharing se refiere a programas donde los usuarios pueden usar de forma individual una flota colectiva de vehículos. El usuario toma el vehículo por un número de horas, y puede tomar la ruta que desea. Al final devuelve el vehículo a un parqueadero autorizado para que este quede disponible para un nuevo trayecto con otro usuario.

puede incluir el uso de microorganismos como pesticidas, pesticidas de origen vegetal, o el uso de otros organismos (predadores u otros) para el control de plagas.

Una vez se ha seleccionado cuál es la combinación de TER apropiada para cada uno de los sectores críticos, se debe analizar cuál es el potencial de esa TER en el país teniendo en cuenta el nivel de desarrollo industrial, investigativo y de mercado en el mismo. Para algunos países con mayor nivel de desarrollo en estos aspectos puede ser más beneficioso incentivar la innovación en determinada área tecnológica o área específica de aplicación, mientras que otro con menor nivel de desarrollo podrá preferir concentrarse en incentivar aspectos de transferencia y adaptación tecnológica y de servicios de extensión. Así mismo, para un mismo país puede ser provechoso concentrarse en innovación en un área tecnológica en la cual tiene experiencia, mientras que para el resto de las áreas se concentra en transferencia.

Financiado por:



Dirigido por:



Preparado por:

