

Energía, agua
y salud para
un mejor
medio ambiente

Infraestructura
en el desarrollo
de América Latina
2022

ideal



CAF BANCO DE DESARROLLO
DE AMÉRICA LATINA

Infraestructura en el desarrollo
de América Latina

2022

ideal

Energía, agua y salud
para un mejor medio ambiente

Título:
IDEAL 2022:
Energía, agua y salud para un mejor medio ambiente

Depósito legal: DC2022001377
ISBN: 978-980-422-280-1

Editor:
CAF

Diseño gráfico:
Estudio Bilder

Fotografías:
Nathan Dumlao, Karsten Wurth y Jonathan Borba (portada), Shaun Dakin (p. 19), Robert Collins (p. 41), Alex Guillaume (p. 120), Janko Ferlic (p. 137), Silvan Schuppisser (p. 144), Manki Kim (p. 151), Hush Naidoo (p. 165), Richard Catabay (p. 174), Akram Huseyn (p. 185).

Las ideas y planteamientos contenidos en la presente edición son de exclusiva responsabilidad de sus autores y no comprometen la posición oficial de CAF.

Esta y otras publicaciones se encuentran disponibles en scioteca.caf.com

Copyright © 2022 Corporación Andina de Fomento. Esta obra está licenciada bajo la Licencia Creative Commons Atribución-No-Comercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita <http://creativecommons.org/by-nc-nd/4.0/>



Prólogo

La salud del planeta y el balance ecológico de los ecosistemas son cada día más determinantes en la apreciación del presente y la visión del futuro, y el cambio climático es el principal desafío global que enfrentamos como sociedad. Desde los años 80, la temperatura media del planeta ha mostrado un crecimiento acelerado, alcanzando en la segunda década del siglo XXI 1,1°C de temperatura por encima de los niveles preindustriales. La emisión de gases de efecto invernadero es la principal causa del calentamiento.

Durante el quinquenio 2015-2019, América Latina y el Caribe ha contribuido con aproximadamente un 8,4 % de las emisiones globales de estos gases (menos del 7 % de las emisiones de dióxido de carbono), reflejando que la región posee una responsabilidad sobre las emisiones que es proporcional a su actividad económica y tamaño de población (representó el 8,3 % del PIB mundial y de la población mundial). Por otro lado, el número de desastres naturales ocurridos en América Latina y el Caribe durante el periodo 2010-2021 fue 2,6 veces mayor que el registrado en 1970-1980 y los daños materiales han sido de 3,6 veces más, con un costo equivalente al 0,32 % de su PIB. La meta de mantener la temperatura promedio del planeta por debajo de +1,5°C respecto de los niveles preindustriales, fijada en el Acuerdo de París, requiere que las emisiones globales de carbono caigan aproximadamente el 6 % por año hasta 2030.

Por su parte, el Índice Planeta Vivo indica que la región de ALC ha sufrido la mayor reducción en la población de animales, con una caída del 94 % entre 1970 y 2016, frente a una reducción del 68 % a nivel mundial. Asimismo, la superficie forestal disminuyó un 13 % en este periodo, frente a una caída del 4,2 % a nivel mundial, lo cual contribuyó a la pérdida de hábitats naturales. Esta tendencia negativa actual de conservación de la biodiversidad en el ámbito de los ecosistemas terrestres y acuáticos es una problemática conectada al desarrollo sostenible y al cambio climático. Además de proteger formas de vida, los ecosistemas son fuentes naturales de absorción del CO₂.

En este contexto, los sectores de infraestructura tienen un rol esencial en el desarrollo sostenible de las economías. Por esta razón, CAF en esta edición del

reporte “Infraestructura en el desarrollo de América Latina” (IDEAL) estudia en profundidad dos sectores estratégicos de infraestructura económica: el de agua y energía—incluyendo el transporte por su rol en el consumo energético—y considera los impactos de estos sectores en la lucha contra el cambio climático y en la conservación del capital natural.

En el caso de energía, se parte de la situación actual y se analizan las intervenciones que apuntan a la transición hacia un sistema energético basado en fuentes primarias con un menor nivel de emisiones, con un mayor componente eléctrico, incorporando políticas de intensidad energética y desarrollos tecnológicos que permiten facilitar la transición, como así también aquellas acciones de adaptación al cambio climático. El mayor desafío de estas intervenciones es lograr una transición energética que logre equilibrar las necesidades ambientales, económicas y sociales con las capacidades de la región para alcanzar una determinada velocidad en ese proceso. En el sector del agua, la conservación del recurso hídrico es una tarea que requiere un mayor nivel de cooperación, coordinación e integración, el control de actividades contaminantes, mejoras en eficiencia, el desarrollo de la economía circular y un enfoque de gestión integrada del recurso. Se repasan políticas, regulaciones e inversiones en infraestructura -tradicional y verde- que aseguren la sostenibilidad del recurso y del sistema y que fomenten la eficiencia en el uso sin descuidar la asequibilidad. Asimismo, incorpora en su análisis la capacidad de respuesta del sector de la salud frente a posibles eventos. Si bien el origen de la disrupción causada por el COVID-19 ha sido epidemiológico, las lecciones aprendidas son de utilidad para enfrenar eventos futuros en salud de este origen o generados por los vectores alterados por efecto del cambio climático.

Con esta nueva edición del reporte IDEAL, CAF propone colaborar con el desarrollo sostenible de la región, promoviendo un enfoque de intervenciones y regulaciones en los servicios de infraestructura basado en resultados. Dicho enfoque permite una amplia comprensión de las políticas públicas necesarias para mejorar la calidad de vida de los habitantes de la región y fomentar la protección del medio ambiente y preservación de la biodiversidad.

Sergio Díaz-Granados
Presidente Ejecutivo de CAF

Reconocimientos

La preparación de este reporte es responsabilidad de la Dirección de Análisis Sectorial de la Gerencia de Conocimiento.

Vicepresidencia Corporativa de Programación Estratégica: Christian Asinelli.

Gerencia de Conocimiento: Adriana Arreaza (enc).

Dirección de Análisis Sectorial: Nicolás Estupiñán.

La redacción y edición de esta entrega estuvo a cargo de Walter Cont.

Los capítulos se beneficiaron de notas sectoriales elaboradas específicamente para esta publicación por Elisa Belfiori (desarrollo sostenible, medio ambiente e infraestructura), Martín Rodríguez Pardina, Diego Rojas y Santiago Fernández (transición energética), José Luis Bonifaz (agua), Guillermo Gibovich, Víctor Zamora y Elizabeth Castillo (salud), quienes, a su vez, colaboraron en el desarrollo de los capítulos. Catalina Vanoli participó en la redacción del sector transporte.

Ana Gerez fue la responsable de la edición de contenidos.

La gestión editorial estuvo a cargo de la Dirección de Comunicaciones Estratégicas y Relaciones Externas de CAF.

Los asistentes de investigación fueron Eliana Uesu y Fernando González.

Se agradecen los comentarios y aportes valiosos recibidos de Lian Allub, Adriana Arreaza, Fernando Branger, Martha Castillo, Dilberth Cordero, Nicolás Estupiñán, René Gómez-García, Alicia Montalvo, Carlota Real y Franz Rojas.

Contenido

Abreviaturas — 14

Introducción — 17

1

Desarrollo sostenible, medio ambiente e infraestructura — 18

Tendencias recientes en el desarrollo sostenible: el desafío ambiental — 18

Cambio climático — 25

Ecosistemas, biodiversidad y clima — 33

Infraestructura en el desarrollo sostenible de América Latina y el Caribe: desafíos sectoriales — 35

Impacto de la pandemia por COVID-19 en los indicadores de los ODS — 43

Estrategias para afrontar el cambio climático y la conservación del capital natural — 44

Mitigación y adaptación — 44

Conservación del capital natural — 46

2

Energía para un mejor medio ambiente — 52

Cambio climático y agenda energética — 52

La matriz energética de América Latina y el Caribe — 56

Heterogeneidades de los países de la región — 63

Dimensiones de las brechas de servicios — 68

La evolución de las redes inteligentes — 70

Transición energética a causa del cambio climático — 72

Mitigación y adaptación al cambio climático: aportes del sector energético — 75

Cambios esperados en respuesta a los desafíos ambientales — 107

Anexo 2.1 Brechas de servicios en energía: electricidad y gas natural — 110

Anexo 2.2 Escenarios complementarios de simulación de políticas energéticas — 117

Simulación D: Sustitución del petróleo y el carbón por gas natural — 117

Simulación E: Mejoras de la eficiencia — 118

3

Desafíos ambientales para el recurso hídrico — 121

- Conservación del recurso hídrico y los ecosistemas relacionados** — 123
 - Punto de partida: la disponibilidad del recurso en América Latina y el Caribe — 123
 - Reducción de la contaminación — 128
 - Uso sostenible — 130
- Dimensiones de las brechas de servicio y otros retos estratégicos sectoriales** — 136
- Formas de abordar la gestión del agua con un enfoque de sostenibilidad** — 139
 - Economía circular — 139
 - Gestión integrada de los recursos hídricos — 142
- Agua y cambio climático** — 147
- Cambios esperados en respuesta a los desafíos ambientales** — 152
- Anexo 3.1 Brechas de los servicios de agua potable y saneamiento** — 154

4

Sistemas de salud resilientes — 162

- El contexto de la pandemia del COVID-19** — 162
- Sistemas de salud: caracterización y respuesta frente a un evento de características extremas** — 166
 - Marco institucional, financiamiento y salud pública — 166
 - Brechas en los servicios del sector de la salud — 175
- Infraestructura sanitaria para enfrentar el cambio climático** — 191
- Lecciones aprendidas: el inicio de un sistema de salud resiliente** — 192

5

Intervenciones en infraestructura para un mejor ambiente — 194

- Áreas de intervención en los sectores de la infraestructura económica** — 194
 - Contexto institucional en la región — 194
 - Inversiones — 203
 - Regulación económica — 211
 - Políticas públicas — 216
- Áreas de mejora en el sector de la salud** — 220
- Anexo 5.1 Organismos estatales participantes en los servicios de agua y tipos de organización en América Latina** — 225

Referencias — 227

Cuadros

- Cuadro 1.1** Desastres naturales por subregión para el período 2010-2021 — 31
- Cuadro 1.2** Grupos de países de ALC por su cumplimiento del objetivo de 1,5°C — 40
- Cuadro 1.3** Descomposición del capital natural por país en 2018 — 49
- Cuadro 2.1** Brechas de servicio en electricidad y gas natural — 69
- Cuadro 2.2** ITE 2021 por regiones y cambio respecto al indicador en 2012 — 73
- Cuadro 2.3** Cambio en la participación de las energías renovables y la biomasa en la matriz energética entre 2000 y 2020 — 76
- Cuadro 2.4** Producción, consumo y reservas de gas natural en la región (miles de millones de pies cúbicos) en 2010 y 2020 — 82
- Cuadro 2.5** Composición de la demanda de energía en el año base y escenario BAU en 2025 y 2030 — 97
- Cuadro 2.6** Evolución del PIB e indicadores de oferta de energía — 98
- Cuadro 2.7** Emisiones en el escenario BAU en 2025 y 2030 — 98
- Cuadro 2.8** Emisiones en los escenarios de BAU y A en 2025 y 2030 — 99
- Cuadro 2.9** Emisiones en los escenarios BAU y B en 2025 y 2030 — 101
- Cuadro 2.10** Emisiones en los escenarios BAU y C en 2025 y 2030 — 102
- Cuadro 2.11** Emisiones en los escenarios BAU y global en 2025 y 2030 — 102
- Cuadro 2.12** Elasticidades sobre emisiones para distintas variables para cada escenario — 103
- Cuadro 2.13** Indicadores de calidad del servicio de gas natural en Argentina — 116
- Cuadro 2.14** Emisiones en los escenarios BAU y D1 en 2025 y 2030 — 117
- Cuadro 2.15** Emisiones en los escenarios BAU y D2 en 2025 y 2030 — 118
- Cuadro 2.16** Emisiones en los escenarios BAU y E1 en 2025 y 2030 — 119
- Cuadro 2.17** Emisiones en los escenarios BAU y E2 en 2025 y 2030 — 119
- Cuadro 3.1** Brechas de servicio en agua potable y saneamiento para ALC — 136
- Cuadro 3.2** Niveles de implementación de la GIRH y su interpretación — 142
- Cuadro 4.1** Tipos de vigilancia usados mundialmente durante la pandemia de COVID-19 — 173
- Cuadro 4.2** Indicador de DPS en ALC en 2020 — 176
- Cuadro 4.3** Evolución de la DPS en ALC para el período 2000-2018 — 176
- Cuadro 4.4** Densidad de establecimientos de salud por cada 100.000 habitantes en ALC en 2013 — 181
- Cuadro 4.5** Número de camas UCI por cada 100.000 habitantes antes y como respuesta a la pandemia — 183
- Cuadro 4.6** Ventiladores mecánicos por cada 100.000 habitantes, antes y durante la pandemia — 184
- Cuadro 4.7** Indicadores de calidad de atención — 188
- Cuadro 5.1** Índice de reforma sectorial en el sector eléctrico en 1995, 2005 y 2015 — 196
- Cuadro 5.2** Estructura del mercado de gas natural — 197
- Cuadro 5.3** Mecanismos de facturación neta en ALC — 201
- Cuadro 5.4** Resumen de desafíos y recomendaciones para el sector de la salud — 220

Gráficos

- Gráfico 1.1** Incremento de largo plazo en las temperaturas de la región y el mundo (°C) — 26
- Gráfico 1.2** Emisiones mundiales de GEI (en MtCO₂e) entre 2000 y 2018 y proyecciones para 2100 — 27
- Gráfico 1.3** Emisiones de GEI por sector para el período 2015-2019 — 28
- Gráfico 1.4** Vulnerabilidad y adaptación de América Latina al cambio climático en 2020 — 32
- Gráfico 1.5** Índice de Planeta Vivo por regiones para el período 1970-2016 (año base 1970=100) — 34
- Gráfico 1.6** Evolución de la superficie forestal total de cada región para el período 1990-2020 (año base 1990=100) — 35
- Gráfico 1.7** Progreso en los ODS en América Latina y el Caribe — 37
- Gráfico 1.8** Progreso en los ODS en indicadores seleccionados de capital natural: ALC versus otras regiones del mundo en 2016 y 2018 — 42
- Gráfico 1.9** Progreso en los ODS en áreas forestales y superficie protegida — 43
- Gráfico 1.10** Capital natural y construido por regiones (USD per cápita) en 1995 y 2018 — 48
- Gráfico 2.1** Emisiones totales de CO₂ por países y regiones en años seleccionados entre 1971 y 2020 — 53
- Gráfico 2.2** Cambio porcentual en emisiones de CO₂, población, PIB per cápita, intensidad energética e intensidad de emisiones (en promedios anuales por década) — 55
- Gráfico 2.3** Energía primaria más importaciones de energía secundaria y PIB en ALC en años seleccionados entre 2000 y 2020 — 56
- Gráfico 2.4** Evolución y composición relativa del consumo final en ALC en años seleccionados entre 2000 y 2020 — 57
- Gráfico 2.5** Consumo final de energía por sector y por país en 2019 — 58
- Gráfico 2.6** Participación de la electricidad en el consumo energético final en 2019 — 59
- Gráfico 2.7** Intensidad energética y eficiencia sectorial — 60
- Gráfico 2.8** Composición relativa de la energía primaria por fuente y por país en 2020 — 61
- Gráfico 2.9** Composición relativa de la generación de electricidad por fuente y por país en 2020 — 62
- Gráfico 2.10** Composición relativa de la energía necesaria para satisfacer el consumo final en ALC por fuente de energía y por sector de consumo en 2020 — 63
- Gráfico 2.11** Comparación entre la situación de las ERNC en la matriz energética en 2000 y su crecimiento hasta 2020 — 64
- Gráfico 2.12** Comparación entre crecimiento de ERNC en la matriz energética entre 2000 y 2020 y representatividad fiscal de hidrocarburos — 65
- Gráfico 2.13** Comparación entre el PIB per cápita y la oferta primaria neta de energía per cápita en 2019 — 66
- Gráfico 2.14** Niveles de pobreza con umbrales de USD 1,90 y USD 5,50 en 2019 — 67
- Gráfico 2.15** Tarifa media y asequibilidad de los servicios de electricidad y gas natural en 2021 — 68
- Gráfico 2.16** Evolución y descomposición del índice de transición energética — 74
- Gráfico 2.17** Proyección de la participación de energías renovables en la matriz energética de América Central y del Sur respecto a la del mundo — 77
- Gráfico 2.18** Emisiones de metano de origen energético en ALC (en miles de toneladas): gas aventado y quemado y otras emisiones en 2021 — 83

Gráfico 2.19 Intensidad energética: comparación de ALC con el mundo, países y regiones seleccionadas entre 1971 y 2020 — 87

Gráfico 2.20 Pérdidas energéticas por transformación en la generación eléctrica en 2019 — 88

Gráfico 2.21 Proyección de la movilidad eléctrica y la matriz eléctrica a nivel mundial — 91

Gráfico 2.22 Emisiones de CO₂ en el escenario BAU en 2025 y 2030 — 99

Gráfico 2.23 Penetración de las ERNC y emisiones de CO₂ en 2030 — 100

Gráfico 2.24 Emisiones de CO₂ (en millones de toneladas) proyectadas y disminución porcentual de las emisiones respecto del BAU en los distintos escenarios — 103

Gráfico 2.25 Porcentaje de la población con acceso a la electricidad — 110

Gráfico 2.26 Porcentaje de la población urbana y rural con acceso a la electricidad en 2019 — 111

Gráfico 2.27 Tarifa residencial de electricidad: gasto en USD mensuales para un consumo de 200 kWh en 2021 — 112

Gráfico 2.28 Calidad del servicio eléctrico residencial — 113

Gráfico 2.29 Consumo de gas natural en m³ per cápita — 114

Gráfico 2.30 Precios mayoristas de gas natural en USD por millón de BTU — 115

Gráfico 2.31 Precios del GLP y tarifas del gas natural residencial en países de la región — 116

Gráfico 3.1 Disponibilidad de agua dulce per cápita por país en m³ en 1997 y 2018 — 123

Gráfico 3.2 Extracción de agua agrícola, industrial y doméstica (hogares) como porcentaje de la extracción total de agua — 124

Gráfico 3.3 Variación en porcentaje del área permanente y estacional de agua de lagos y ríos entre 2000 y el promedio de 2020-2021 — 125

Gráfico 3.4 Variación en porcentaje del área total de manglares entre 2000 y 2016 — 126

Gráfico 3.5 Superficie de humedales como porcentaje de la superficie terrestre total en 2017 — 126

Gráfico 3.6 Proporción promedio de áreas clave para la biodiversidad de agua dulce incluidas en áreas protegidas en 2021 — 127

Gráfico 3.7 Proporción de aguas residuales tratadas de manera adecuada en 2020 — 129

Gráfico 3.8 Proporción de masas de agua de buena calidad en 2020 — 129

Gráfico 3.9 Variación porcentual anualizada (2002-2017) de los factores analizados en la fórmula IPAT para regiones y países seleccionados dentro y fuera de América Latina y el Caribe — 131

Gráfico 3.10 Eficiencia en el uso del agua por región y países de ALC (USD/m³) en 2015 y 2019 — 132

Gráfico 3.11 Eficiencia en el uso del agua en la agricultura de riego (USD/m³) en 2015 y 2019 — 133

Gráfico 3.12 Nivel de estrés hídrico (porcentaje de recursos hídricos renovables que se extrae en el año) por región en 2015 y 2019 — 134

Gráfico 3.13 Relación (en porcentaje) entre requerimientos de agua para riego y extracción en 2018 — 135

Gráfico 3.14 Grado de implementación de la GIRH en 2017 y 2020 — 143

Gráfico 3.15 Porcentaje de cuencas hídricas transfronterizas sujetas a arreglos operacionales para la cooperación en materia de aguas — 146

Gráfico 3.16 Porcentaje de países con procedimientos vigentes para la participación comunitaria local en la gestión del agua y saneamiento por regiones del mundo — 147

Gráfico 3.17 Porcentaje del componente de adaptación del CDN que refieren a la prioridad en adaptación en áreas o sectores específicos — 149

Gráfico 3.18 Porcentaje de población con acceso a agua potable — 154

Gráfico 3.19 Porcentaje de población con acceso a agua potable en zonas urbanas y rurales en países de ALC — 155

Gráfico 3.20 Porcentaje de población que accede a agua manejada de forma segura — 156

Gráfico 3.21 Porcentaje de población que accede a agua manejada de forma segura en zonas urbanas y rurales — 156

Gráfico 3.22 Porcentaje de población con acceso a saneamiento — 157

Gráfico 3.23 Porcentaje de población con acceso a saneamiento en zonas urbanas y rurales en países de ALC — 158

Gráfico 3.24 Porcentaje de población que accede a instalaciones sanitarias no compartidas y con disposición segura de excretas — 159

Gráfico 3.25 Porcentaje de población que accede a instalaciones sanitarias no compartidas y con disposición segura de excreta por zonas — 159

Gráfico 3.26 Tarifa de agua y saneamiento en países de la región y Estados Unidos para un consumo de 15 m³ en 2017 y 2021 — 160

Gráfico 3.27 Asequibilidad del servicio de agua y saneamiento en países de la región y Estados Unidos para un consumo de 15 m³ medida como porcentaje del PIB en 2021 — 161

Gráfico 4.1 Resiliencia al COVID-19 y calidad institucional — 168

Gráfico 4.2 Gasto público en salud como porcentaje del PIB en 2019 — 169

Gráfico 4.3 Perfil del financiamiento de la salud en países de ALC en 2019 — 170

Gráfico 4.4 Capacidades básicas de vigilancia y respuesta ante emergencias de salud pública en países de ALC en 2019 — 172

Gráfico 4.5 Número de establecimientos de salud por niveles de atención en ALC — 180

Gráfico 4.6 Camas hospitalarias en países de ALC en años seleccionados — 182

Gráfico 4.7 Porcentaje de población vacunada con una y dos dosis de vacuna contra el COVID-19 en países de ALC a 31 de diciembre de 2021 — 186

Gráfico 4.8 Gasto total en salud público y privado como porcentaje del PIB en 2019 — 189

Gráfico 4.9 Gasto privado como porcentaje del gasto total en salud en 2019 — 190

Gráfico 5.1 Subsidios energéticos directos en países de la región por fuente como porcentaje del PIB en 2021 — 198

Gráfico 5.2 Subsidios energéticos totales en países de la región por fuente como porcentaje del PIB en 2021 — 199

Gráfico 5.3 Relación entre facturación y costos para operadores seleccionados de América Latina en 2019 — 202

Gráfico 5.4 Subsidios operativos y de capital por regiones en 2019 — 203

Gráfico 5.5 Requerimientos de inversión para el cumplimiento de los ODS en ALC como porcentaje del PIB — 206

Figuras

- Figura 1.1** Desafíos ambientales en el desarrollo sostenible — 24
- Figura 2.1** Descomposición de las emisiones per cápita aplicando la Identidad de Kaya — 54
- Figura 2.2** Tendencias del transporte para 2050 — 89
- Figura 2.3** Emisiones desde el pozo a la rueda (*well-to-wheel*) — 92
- Figura 2.4** Esquema de los cambios esperados en el sector de la energía — 108
- Figura 3.1** Enfoque IPAT para extracción de agua dulce — 130
- Figura 3.2** Enfoque circular en la gestión del agua — 139
- Figura 3.3** Estrategias de reciclaje de agua — 141
- Figura 3.4** Esquema de los cambios esperados en el sector de agua — 152
- Figura 5.1** Ejemplo urbano de infraestructura verde-azul — 210

Recuadros

- Recuadro 1.1** Agenda de desarrollo sostenible — 21
- Recuadro 1.2** Agenda de cambio climático — 22
- Recuadro 1.3** Agenda de biodiversidad — 23
- Recuadro 1.4** Brechas de infraestructura — 36
- Recuadro 2.1** Lecciones aprendidas del COVID-19 en materia de energía — 71
- Recuadro 2.2** Generación distribuida — 78
- Recuadro 2.3** Riesgo de activos abandonados con la transición energética — 80
- Recuadro 2.4** El proceso productivo del hidrógeno — 84
- Recuadro 2.5** Atlas del clima en Chile — 106
- Recuadro 3.1** Lecciones aprendidas del COVID-19 en el sector del agua — 138
- Recuadro 3.2** Economía circular: el caso Cerro Verde en Arequipa (Perú) — 140
- Recuadro 3.3** GIRH en Brasil — 145
- Recuadro 4.1** Pandemias del siglo XXI — 164
- Recuadro 4.2** Salud digital — 178
- Recuadro 5.1** Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales en Argentina — 218

Abreviaturas

ADERASA	Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento de las Américas
AIE	Agencia Internacional de la Energía
ALC	América Latina y el Caribe
ANA	Agencia Nacional del Agua (Brasil)
BAU	Situación de <i>status quo</i> (<i>business as usual</i>)
BECCS	Bioenergía con captura y almacenamiento de dióxido de carbono (<i>bioenergy with carbon capture and storage</i>)
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BTU	Unidades térmicas británicas
CyP	Carbón y petróleo
CDN	Contribución determinada a nivel nacional
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CLAC	Coordinadora Latinoamericana y del Caribe de Pequeños Productores y Trabajadores de Comercio Justo
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones unidas sobre el Cambio Climático
CO₂	Dióxido de carbono
COP	Conferencia de las Partes
COVAX	Fondo de Acceso Global para Vacunas Covid-19 (<i>Covid-19 Vaccines Global Access</i>)
CRED	Centro de Investigación sobre la Epidemiología de los Desastres
CUAC	Captura, utilización y almacenamiento de carbono
DPS	Densidad de profesionales de la salud
ECDC	Centro Europeo de Prevención y Control de Enfermedades
EIA	Energy Information Administration (Oficina de Información sobre la Energía de Estados Unidos)
EJ	Exajulio
ENARGAS	Ente Nacional Regulador del Gas (Argentina)
ERNC	Energías renovables no convencionales
ESPII	Emergencia de salud pública de importancia internacional
EVA	Evaluación de la vulnerabilidad y adaptación
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
GEI	Gases de efecto invernadero
GIH	Global Infrastructure Hub
GIRH	Gestión integrada de los recursos hídricos
GLP	Gas licuado de petróleo
GNL	Gas natural licuado
GPMB	Junta de Vigilancia Mundial de la Preparación
GtCO₂	Gigatoneladas de dióxido de carbono
GW	Gigavatio
GWP	Asociación Mundial del Agua
H₂	Hidrógeno (molécula diatómica)
IPBES	Plataforma Intergubernamental sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
IPV	Índice Planeta Vivo
IRENA	Agencia Internacional de Energías Renovables
ITE	Índice de transición energética
ITF	Foro Internacional del Transporte
km	Kilómetro
KWh	Kilovatio por hora

m³	Metro cúbico
MERS	Síndrome respiratorio de Oriente Medio
MtCO₂e	Millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente
MW	Megavatio
NOAA	Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
ODM	Objetivos de Desarrollo del Milenio
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OLADE	Organización Latinoamericana de Energía
OMM	Organización Meteorológica Mundial
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONU	Organización de las Naciones Unidas
OPS	Organización Panamericana de la Salud
OWID	Our World in Data
PIB	Producto interno bruto
PJ	Petajulio
PNAS	Plan Nacional de Adaptación en Salud
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
REI	Red eléctrica inteligente
RSI	Reglamento Sanitario Internacional
SAIDI	Índice de duración promedio de las interrupciones del sistema
SAIFI	Índice de frecuencia promedio de las interrupciones del sistema
SARS	Síndrome respiratorio agudo severo
SbN	Soluciones basadas en la naturaleza
STEPS	Escenario de políticas declaradas
tCO₂	Tonelada de dióxido de carbono
TIC	Tecnologías de la información y la comunicación
tn	Tonelada
TWh	Teravatios hora
UCI	Unidad de cuidados intensivos
UE	Unión Europea
VE	Vehículos eléctricos
WEC	Consejo Mundial de la Energía
WEF	Foro Económico Mundial

Introducción

Desde su creación, CAF se ha planteado como objetivo contribuir al desarrollo sostenible y la integración de América Latina y el Caribe. Más recientemente, la institución ha dado pasos concretos y determinados para convertirse en el Banco Verde de la región, reforzando su compromiso por proteger la biodiversidad, avanzar hacia la descarbonización de las economías y apoyar la transición energética. Estos esfuerzos tienen el fin de mitigar los impactos del cambio climático y reducir la gran vulnerabilidad de la región ante el incremento, en frecuencia e intensidad, de fenómenos climáticos extremos.

Adicionalmente, esos compromisos se complementan con el interés estratégico de impulsar el desarrollo de infraestructuras sostenibles y resilientes, a la vez que enfrentar los temas clave de la región, como son el cambio climático, la digitalización, el aumento de la productividad, la integración y la reducción de las desigualdades. El enfoque implica un trabajo conjunto con los gobiernos nacionales y, especialmente, los subnacionales, fomentando además un mayor protagonismo del sector privado.

La infraestructura es considerada un elemento clave para alcanzar este objetivo y lograr así el desarrollo sostenible de las economías latinoamericanas y caribeñas. El impacto de ese sector como motor de desarrollo -crecimiento económico y productividad- y de inclusión ha sido ampliamente estudiado. Por ejemplo, investigaciones recientes para Colombia muestran que un aumento de la inversión en infraestructura del 0,5 % del PIB por año, en promedio, durante la próxima década aumentaría la tasa de crecimiento económico en 0,8 puntos porcentuales por año y reduciría el desempleo y la pobreza 0,5 y 0,6 puntos porcentuales anuales, respectivamente.

Es por esto que, actualmente, CAF lleva adelante múltiples proyectos en los sectores de infraestructura económica y social, que representan más de la mitad de la cartera actual de préstamos (13,4 % en energía, 24,8 % transporte, 6,4 % en agua y saneamiento, y 10,7 % en educación, salud y protección social). La aprobación de recursos en 2021, en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, promovió un fuerte énfasis en las áreas de industria e innovación de infraestructura (25,1 % de los recursos aprobados) y agua limpia y saneamiento (25 %), destacando

proyectos focalizados en desarrollo urbano, agua, saneamiento e irrigación, cuyo objetivo es mejorar la infraestructura básica urbana en varias ciudades de la región. A su vez, varios proyectos incluyen componentes de sostenibilidad ambiental a través de intervenciones de adaptación al cambio climático y de mejor gestión y uso sostenible del medio ambiente.

El IDEAL es un reporte que evidencia los esfuerzos analíticos que CAF viene realizando en los sectores de infraestructura y sus vínculos con el desarrollo sostenible. En esta edición, la problemática ambiental es el eje central de la discusión. Para esto, se recopilan y analizan datos sobre brechas de servicio y el cumplimiento de los ODS en materia de energía, agua, salud, emisiones de gases de efecto invernadero y matrices energéticas. A partir de esta información, se realizan diagnósticos y se documentan los principales desafíos sectoriales.

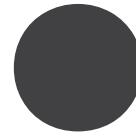
El capítulo 1 presenta los principales desafíos ambientales de la región y evalúa el desempeño de los sectores de infraestructura sobre las metas ambientales establecidas en los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Profundizando en el análisis sectorial, el capítulo 2 analiza los desafíos en el sector de energía y, particularmente, de la transición energética en la región. El siguiente capítulo resalta la importancia del recurso hídrico y propone enfoques que contribuyan a su conservación. Otro sector priorizado en esta oportunidad es el de la salud y, por lo tanto, el capítulo 4 tiene por objetivo responder cuáles son aquellas lecciones aprendidas durante la pandemia del COVID-19 que pueden ser de utilidad para avanzar hacia sistemas sanitarios resilientes. Finalmente, en su capítulo 5, el IDEAL propone distintos enfoques y oportunidades de intervención, en la forma de cambios regulatorios, inversiones en infraestructura y políticas públicas, mediante los cuales los países pueden enfrentarse a los desafíos identificados.

CAF seguirá orientando sus esfuerzos hacia la generación del conocimiento específico que permita brindar una visión precisa y factible sobre los posibles senderos hacia el desarrollo sostenible y la integración de América Latina y el Caribe, donde la provisión de más y mejor infraestructura, resiliente e inclusiva, juega un rol fundamental.

Christian Asinelli

Vicepresidente Corporativo de Programación Estratégica

1



Desarrollo sostenible, medio ambiente e infraestructura

Tendencias recientes en el desarrollo sostenible: el desafío ambiental

El sexto informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2021) pone especial énfasis en la responsabilidad de la acción humana en el calentamiento global. El reporte subraya, además, que los cambios observados en el clima durante las últimas décadas no tienen precedentes en los siglos e incluso milenios anteriores. El cambio climático está afectando a cada región del planeta y esto se traduce en una mayor frecuencia y severidad de desastres naturales como las olas de calor, las inundaciones, las sequías y los ciclones tropicales, entre otros.

Solamente entre 2010-2021 se registraron más de 4.500 desastres naturales en el mundo (2,8 veces más respecto del periodo 1970-80), ocasionando más de 530.000 muertes en forma directa y generando daños por destrucción de activos por más de USD 2,4 billones¹, equivalentes al 0,2 % del producto interno bruto (PIB). En América Latina y el Caribe, el daño total por desastres naturales fue estimado en 0,32 % del PIB de la región para ese mismo período, siendo la subregión del Caribe la que soportó la mayor parte de los costos económicos, equivalentes al

¹ Un billón de USD equivale a un millón de millones de USD (el término inglés es *trillion*).



2,5 % del PIB, y de la mortalidad, dado que concentró el 94 % de los casos (CRED, 2022). Esto continuará agravándose con el sostenido aumento de la temperatura que se espera al menos hasta mitad de siglo (IPCC, 2021).

Los llamados de atención para transformar el paradigma económico actual en desarrollo sostenible, bajo en emisiones y con un menor impacto en el planeta son cada vez más frecuentes. Si bien las consideraciones sobre el desarrollo sostenible llevan mucho tiempo en la agenda pública (ver el detalle de las tres agendas marco para este reporte en los recuadros 1.1, 1.2 y 1.3), es relativamente reciente la unificación hacia una agenda global que integre de manera holística todos los aspectos relativos al equilibrio entre el ambiente, la sociedad y la economía.

En el año 2015, los Estados miembro de las Naciones Unidas aprobaron 17 objetivos como parte de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, con un plan para alcanzarlos en 15 años. Estos objetivos constituyeron un llamado a la acción para promover el progreso social, el crecimiento económico y la protección del planeta (la concepción de desarrollo sostenible, según describe el sitio web de la ONU).² Además, adoptaron una concepción multidimensional de la sostenibilidad, abarcando las áreas económica, social y ambiental (CESPAP, 2015), lo cual naturalmente obliga a tener en consideración compromisos (*trade offs*) en cualquier intervención de políticas públicas.³

A fines del mismo año, los 196 países que integraban la COP 21⁴ acordaron un tratado internacional denominado Acuerdo de París sobre el Cambio Climático, con carácter vinculante, el cual entró en efecto en noviembre de 2016. El Acuerdo de París fijó como objetivo limitar el calentamiento global, buscando reducir el incremento de la temperatura por debajo de los 2°C (preferentemente menos de 1,5°C) respecto de niveles preindustriales a través de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), realizando así la dimensión climática-ambiental, pero en el contexto del desarrollo sostenible y reconociendo las circunstancias nacionales. Los países presentaron sus planes o actualizaciones de acción climática a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), conocidos como contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN) desde 2016 a la actualidad y se comprometieron a presentar sus estrategias de largo plazo. Las CDN contemplan las propuestas de los países a los compromisos de mitigación (especialmente de reducción de emisiones) y adaptación (sobre todo, frente a eventos extremos). El Acuerdo de París también incorporaba una dimensión de financiamiento (elevar los flujos financieros, con énfasis en aquellos que van desde los países desarrollados hacia los países en desarrollo, a un nivel compatible con un desarrollo resiliente y de bajas emisiones).⁵

Asimismo, durante la Conferencia de las Partes de la Convención sobre Diversidad Biológica que tuvo lugar en 2022, se acordaron 23 metas dentro del Marco Mundial de Biodiversidad (MMB) para revertir la pérdida de diversidad biológica, recuperar ecosistemas y promover en ese ámbito una acción positiva en el comportamiento humano.

² Ver <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>.

³ Este enfoque presenta de forma sucinta los vínculos entre las metas y dimensiones de la sostenibilidad. Ver CESPAP (2015) para un detalle más amplio.

⁴ El término COP es el acrónimo por el que comúnmente se conoce la Conferencia de las Partes (COP) en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) que se celebra cada año con el objetivo de coordinar acciones para combatir la variación global del clima. La COP 21, celebrada en París, fue un evento histórico porque, por primera vez, se alcanzó un acuerdo internacional sobre el clima. La última fue la COP 26, que tuvo lugar en noviembre de 2021 en Glasgow (Reino Unido), luego de las complicaciones en la convocatoria de 2019 (por los conflictos en Chile) y la pausa de 2020 (por el COVID-19).

⁵ En la COP 16 los países desarrollados se comprometieron a aportar, anualmente, a partir de 2020, 100.000 millones de dólares para la mitigación en países en desarrollo (artículo 8 del Acuerdo de Copenhague, alcanzado en 2009).

Recuadro 1.1 Agenda de desarrollo sostenible

Las consideraciones sobre cómo alcanzar un estilo de desarrollo que mejore los estándares de vida de las personas a nivel global sin agotar los recursos del planeta se encuentran sintetizadas en los Objetivos de Desarrollo Sostenibles (2015). Sin embargo, la preocupación por promover el desarrollo sostenible es muy anterior a ese año. En efecto, la utilización de la expresión “desarrollo sostenible” se remonta a finales de los años 80, con la publicación del informe Brundtland (ONU, 1987). Previamente, diversos documentos habían manifestado amplias preocupaciones por el deterioro ambiental tanto a nivel global —en “Los límites del crecimiento”, el informe elaborado para el Club de Roma en 1972 (Meadows et al., 1972)— como a nivel regional —en la “Declaración de Cocoyoc”, producida por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en 1974 y el “Modelo Mundial Latinoamericano”, elaborado por la Fundación Bariloche en 1976).^a

El año 2000 representó un hito en esta temática, cuando un grupo de 189 países acordó la Declaración del Milenio, por medio de la cual establecieron los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). Este grupo de 8 objetivos a alcanzar en el plazo de quince años (para 2015) incluía los tópicos de pobreza (ODM 1), educación (ODM 2), igualdad de género (ODM 3), salud (ODM 4, 5 y 6), medio ambiente (ODM 7) y cooperación internacional (ODM 8). El cumplimiento de estos objetivos fue dispar: si bien se lograron avances sustanciales en términos de reducir la pobreza extrema (ODM 1), los avances fueron menos prometedores en cuanto a igualdad educativa y salarial de género (ODM 3) y a mortalidad materna y neonatal (ODM 4 y 5) (OMS, 2018).

En 2012, en el marco de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible, más conocida como Conferencia Río+20, se acordó iniciar la discusión sobre un nuevo conjunto de objetivos que guiaran el desarrollo sostenible más allá de 2015 (SDGF, 2015). Dos años después, luego de un proceso de consulta pública, el Grupo de Trabajo Abierto de la Asamblea General de la ONU elevó un documento con 17 objetivos, a alcanzar hacia 2030, para su aprobación en el plenario de ese órgano. Esto sucedió en septiembre de 2015 y dio lugar a los actuales Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS).

Los ODS se diferencian de los ODM en que incluyen objetivos a alcanzar tanto por los países en desarrollo como por los países desarrollados. Además, abarcan una mayor diversidad de tópicos. Esto se refleja en el aumento en la cantidad de objetivos y metas: 8 objetivos y 21 metas en los ODM versus 17 objetivos y 169 metas en los ODS. En particular, los ODS otorgan una mayor centralidad a la dimensión ambiental de la sostenibilidad —incluyendo el cambio climático, pero también la conservación del capital natural—. De esta manera, los ODS logran ampliar y profundizar la ambición por un desarrollo sostenible, estableciendo compromisos para todos los países (en desarrollo y desarrollados) y colocando al cambio climático y, en general, al ambiente como eje central de la sostenibilidad.

^a Ver EquilibriumGlobal (2019).

Recuadro 1.2 Agenda de cambio climático

Las consideraciones específicas sobre el cambio climático presentan numerosos antecedentes. Si bien desde fines del siglo XIX se conocía que la acumulación de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera podía aumentar la temperatura terrestre (Arrhenius, 1896), la centralidad de este tema en la agenda pública se remonta, apenas, a la década de 1970. En efecto, en 1972 tuvo lugar la primera Conferencia sobre Medio Ambiente de la ONU en Estocolmo. Si bien esta conferencia no abordó el cambio climático como tema central, en ella sí se discutió un aspecto relacionado, el de la contaminación química y, como resultado de la reunión, se creó el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

En 1988 se creó el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) con el objetivo de estudiar las causas y consecuencias de la variación del clima. Desde entonces, el IPCC ha producido seis reportes de evaluación (el más reciente entre fines de 2021 y principios de 2022). En cada uno de ellos ha advertido acerca de los progresivos aumentos de la temperatura.

El año 1992 fue fundamental en la temática, ya que, en el marco de la Conferencia sobre Medio Ambiente de la ONU en Río de Janeiro, se creó la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Esta convención impulsó la implementación de dos sustanciales acuerdos: el Protocolo de Montreal (1987) y el Protocolo de Kyoto (1997). El primero de ellos, en vigencia desde 1989, buscó reducir y eliminar las emisiones de sustancias que agotan la capa de ozono, como los clorofluorocarburos. Este acuerdo mostró resultados positivos y suele considerarse como un caso de éxito de coordinación global de acciones contra el cambio climático.

El Protocolo de Kyoto, en vigencia desde 2005, estableció metas vinculantes para los países industrializados, en términos de reducción de las emisiones de GEI, tanto en mitigación, a través de planes nacionales que contuvieran medidas a tal efecto (fijaba una meta mínima de 5,2 % de reducción en las emisiones de GEI entre 2008-2012 respecto a 1990), como de adaptación. Este puede considerarse como un primer antecedente de las CDN actuales.

En este contexto, en 2015, se firmó el Acuerdo de París, el cual estableció metas en términos de aumento máximo de la temperatura, además de la obligación de formular planes nacionales de mitigación y adaptación. El Acuerdo de París incluye a los países en desarrollo, además de los desarrollados, e involucra metas ambiciosas respecto a la reducción de las emisiones —por ejemplo, emisiones netas cero para 2050— y mejora en la resiliencia climática, alineándose con los ODS (SEI, 2019).

Recuadro 1.3 Agenda de biodiversidad

Las consideraciones sobre la importancia de la biodiversidad se remontan a la década de 1980. En el marco del PNUMA, se creó en 1988 el Grupo de Trabajo Ad Hoc de Expertos sobre Diversidad Biológica para analizar la situación y sus tendencias. Posteriormente, en el marco de la Conferencia de la ONU sobre Medio Ambiente en Río de Janeiro (1992), se adoptó el Convenio sobre Diversidad Biológica con el objetivo de conservar la biodiversidad y asegurar su uso sostenible y equitativo. Esta convención ha dado lugar al Protocolo de Cartagena (2000), que trata sobre la manipulación, transporte y uso seguro de organismos vivos modificados —intentando evitar cualquier efecto negativo sobre la biodiversidad—, y al Protocolo de Nagoya (2010), que busca garantizar un acceso equitativo a los recursos genéticos y sus beneficios.

En este contexto, durante la Conferencia de las Partes del Convenio sobre Diversidad Biológica que tuvo lugar en 2010, se acordaron las “Metas de Aichi” (llamadas así por la ciudad japonesa donde se celebró la COP).

Estas agendas reconocen que la conservación de la biodiversidad es esencial para lograr un desarrollo sostenible. Esto es, la biodiversidad es fundamental para garantizar el bienestar humano en sus múltiples dimensiones: alimentos y sustancias medicinales, además de variados servicios ecosistémicos, como agua limpia, polinización, regulación de plagas y enfermedades, entre otros.

La importancia de la biodiversidad para el desarrollo sostenible queda plasmada en los ODS a partir de la meta 15.5, que consiste en “adoptar medidas urgentes y significativas para reducir la degradación de los hábitats naturales, detener la pérdida de la diversidad biológica y, para 2020, proteger las especies amenazadas y evitar su extinción”. En términos más generales, los ODS y las Metas de Aichi se encuentran alineados: si bien la mayoría de los ODS deben ser alcanzados para 2030, existe una serie de 12 metas relacionadas con la biodiversidad que se deberían haber alcanzado en 2020 (WWF, 2019).

En este contexto, los ODS constituyen un marco integrador, que incorpora las consideraciones de estas agendas ambientales a la vez que extiende el análisis hacia las otras dimensiones de la sostenibilidad (social y económica).

La revisión de los objetivos ambientales contenidos en los ODS, el Acuerdo de París y las Metas de Aichi permite identificar la preocupación por el cumplimiento de los límites al aumento de la temperatura global (artículo 2, inciso a del Acuerdo de París), la adaptación al cambio climático y eventos extremos (meta 2.4 de los ODS, artículo 2, inciso b del Acuerdo de París) y la conservación de la biodiversidad (metas 15.4 y 15.5, Metas de Aichi y

Convenio sobre Biodiversidad Biológica). También revela la necesidad de reducir la mortalidad por la contaminación del agua, el suelo y el aire (meta 3.9) y por eventos extremos (meta 11.5), el desarrollo de infraestructura sostenible y resiliente (meta 9.1), la reducción de la contaminación de los ecosistemas terrestres (meta 15.1) y marinos (meta 14.1) y la promoción de su uso sostenible (metas 15.1 y 15.2).

Los ODS contienen objetivos específicos para los sectores de infraestructura que se priorizan en este reporte. En particular, los relativos al agua, la energía y la salud (ODS 6, 7 y 3, respectivamente) son objetivos de desarrollo sostenible en sí

mismos, reflejando el rol esencial que tienen estos sectores en el desarrollo de los países. En ellos también está contemplada la infraestructura como un todo, a través de los ODS 9 y 11, referidos a la industria, la innovación, la infraestructura y las ciudades sostenibles.

Los desafíos ambientales reflejados en los ODS pueden resumirse en dos grandes temas: el cambio climático y la conservación del capital natural. La figura 1.1 sintetiza los temas y resalta los sectores priorizados en este informe.

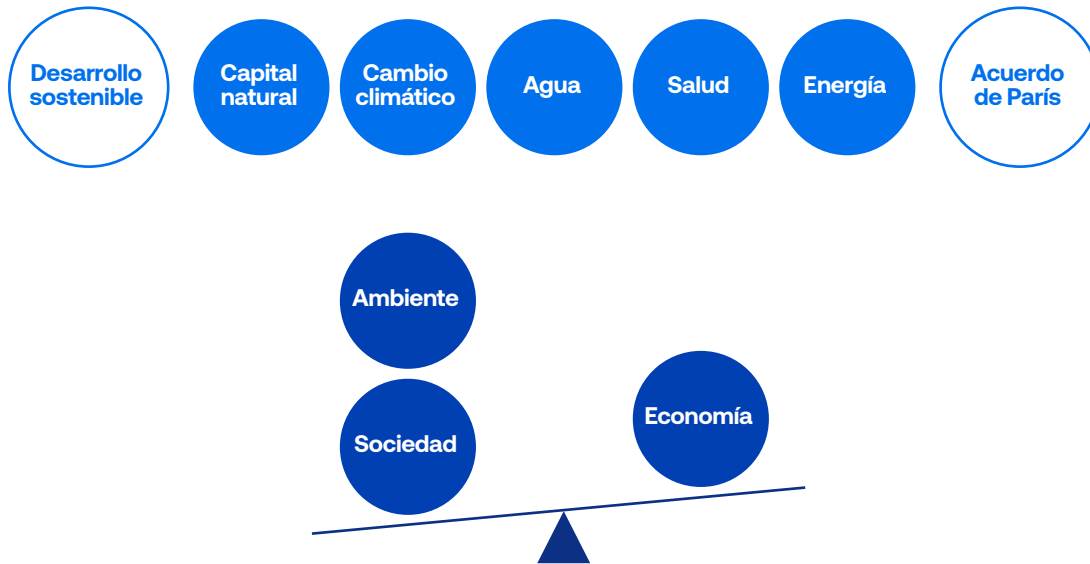
El cambio climático, por su alcance, complejidad y relevancia, es el desafío global de mayor preponderancia actual. Además de ser prioritario en la agenda de política internacional (resumida en el Acuerdo de París y las COP), el cambio climático

ocupa un lugar sustancial en los objetivos de desarrollo sostenible. El ODS 13 llama a los Estados a adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. Asimismo, la variabilidad del clima afecta de manera transversal a todos los demás objetivos con metas que evocan la sostenibilidad, la resiliencia, los impactos climáticos, la gestión de los desechos y la contaminación, el uso de los recursos naturales, la pobreza y la inclusión.

Por su relevancia actual e impacto transversal en todos los sectores y actividades de la economía, incluidos los sectores priorizados en este reporte, en la siguiente sección se describen las principales características, indicadores y consecuencias del cambio climático con foco en los países de ALC.

Figura 1.1
Desafíos ambientales en el desarrollo sostenible

Fuente: Elaboración propia.



Cumplir con el objetivo de una subida de la temperatura inferior a 1,5°C requiere que las emisiones globales de carbono caigan aproximadamente el 6 % al año hasta 2030.



Cambio climático

El cambio en el clima es un proceso permanente en el planeta Tierra, pero desde la década de los 80 (con la creación del IPCC y el Protocolo de Montreal) ha comenzado a ser tema de preocupación mundial. Por un lado, provoca desequilibrios en las principales variables climáticas, especialmente el incremento de largo plazo en el nivel de temperatura media (calentamiento global) y sus efectos derivados, entre los que se destacan el derretimiento de los glaciares, el aumento del nivel del mar y la acidificación y calentamiento de los océanos. Por otro lado, la distribución probabilística de eventos se ha visto alterada, con un aumento en la frecuencia y severidad de eventos extremos (en particular, inundaciones, sequías, incendios, olas de calor y ciclones tropicales) y con cambios en los territorios, afectando de manera más intensiva a las poblaciones más vulnerables y en condiciones de pobreza (Hallegatte et al., 2020).

Indicadores de cambio climático en el mundo

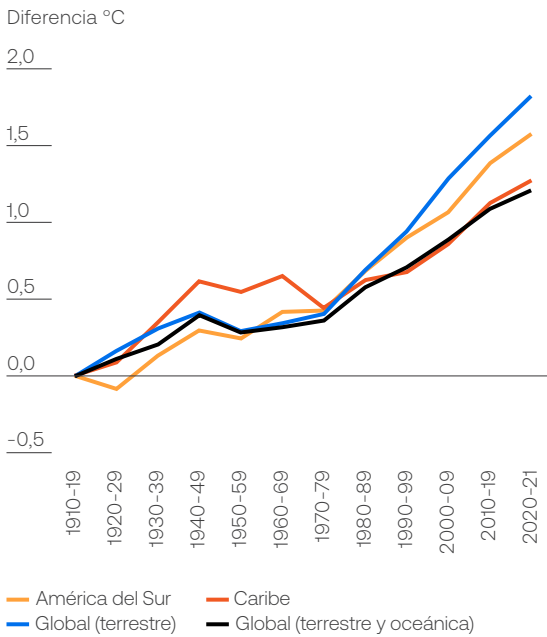
La aceleración en el aumento de la temperatura del planeta a partir de los años 80 ha hecho que durante la segunda década del siglo XXI esta se situara 1,1°C por encima de la correspondiente al período 1850-1900, que es el período más antiguo con información a nivel global y que se utiliza como *proxy* de la temperatura en la etapa preindustrial. De seguir esa tendencia y no tomar acciones concretas y drásticas para ajustar los patrones, comportamientos y formas de producción, se espera que se alcance o exceda la diferencia de 1,5°C durante los próximos 20 años (IPCC, 2021).⁶ Los incrementos de temperatura respecto del promedio de largo plazo a nivel mundial y para las regiones de América del Sur y el Caribe se resumen en el gráfico 1.1.

⁶ Una explicación de antecedente histórico sobre el interés para mantener el aumento de la temperatura por debajo de 2°C y, preferentemente, en menos de 1,5°C sugiere que la temperatura variaba en un rango muy amplio y se logró estabilizar en el holoceno, cuando apareció la civilización, para luego fluctuar en un rango entre +/-2°C durante miles de años. Ver Steffen et al. (2018).

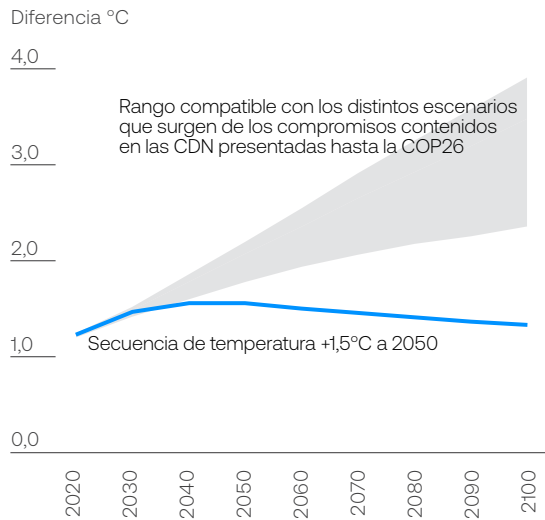
Gráfico 1.1
Incremento de largo plazo en las temperaturas de la región y el mundo (°C)

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA, s.f) e IPCC (2022b).

Panel A. Diferencias de temperatura en cada década y en el bienio 2020-21 respecto a 1910



Panel B. Proyecciones para 2100



Nota: La serie global se refiere al incremento promedio de la temperatura para la superficie total (terrestre y oceánica) y para la superficie terrestre respecto a su promedio durante la década de 1910. La serie de América del Sur mide la temperatura terrestre, mientras que la serie de Caribe se refiere a temperatura terrestre y oceánica. El área gris en el panel B representa el rango de emisiones compatibles con los distintos escenarios que surgen de los compromisos contenidos en las CDN presentadas hasta la COP 26. La serie azul corresponde a una trayectoria que implica mantener el incremento de la temperatura hacia 2100 en 1,5°C con una probabilidad mayor al 50 %.

La acumulación de GEI en la atmósfera retiene el calor del sol y produce un incremento en las temperaturas (fenómeno denominado calentamiento global).⁷ Entre 1990 y 2019 las emisiones mundiales de GEI aumentaron un 50 %. Cumplir con el objetivo de una subida de la temperatura preferentemente inferior a 1,5°C, como lo fija el Acuerdo de París, requiere que las emisiones globales de carbono caigan aproximadamente el 6 % al año durante los próximos 8 años, hasta 2030 (gráfico 1.2). Esto equivale a la caída de emisiones que sucedió en 2020 durante la pandemia de COVID-19, cuando las economías del mundo se frenaron producto de las políticas de confinamiento implementadas por los gobiernos. La de 2020

fue, además, la mayor caída interanual de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) de la que se tiene registro desde la Segunda Guerra Mundial. Esto da una magnitud de la escala del desafío por delante.

⁷ Los GEI que causan el calentamiento global son el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O) y tres gases industriales fluorados: hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆). El dióxido de carbono contribuyó al incremento con +0,8°C, el metano, con +0,5°C y el resto tuvo un efecto parcialmente compensador.

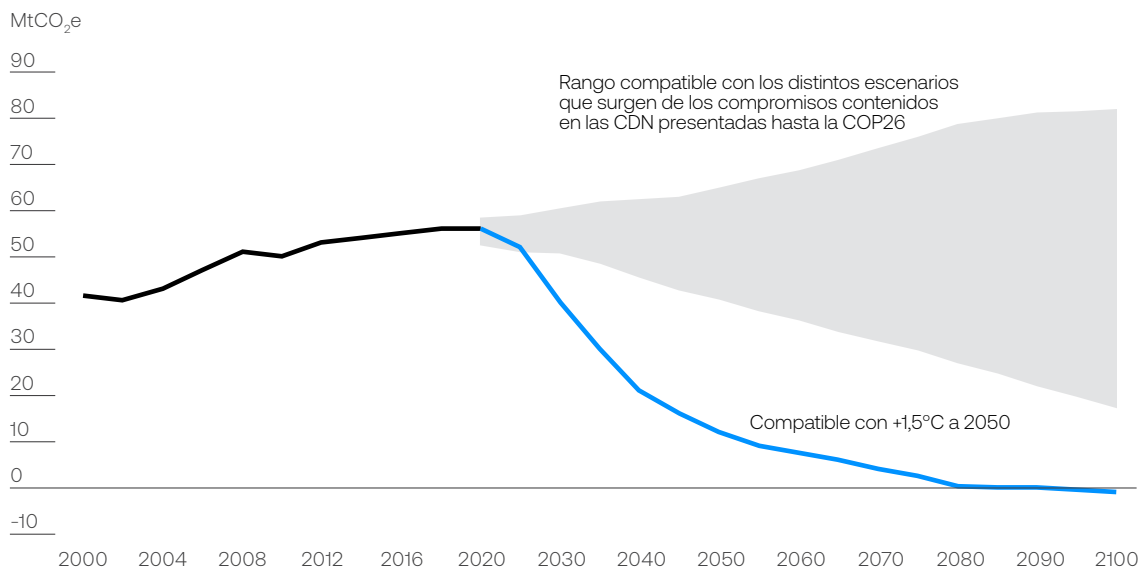
En ALC, las actividades que más contribuyen a las emisiones de GEI son la quema de combustibles fósiles, la agricultura y el cambio en el uso de la tierra.



Gráfico 1.2

Emisiones mundiales de GEI (en MtCO₂e) entre 2000 y 2018 y proyecciones para 2100

Fuente: Elaboración propia con base en IPCC (2022a).



Nota: El área gris representa el rango de emisiones compatibles con los distintos escenarios que surgen de los compromisos contenidos en las CDN presentadas hasta la COP26. La serie azul corresponde a una trayectoria que implica mantener el incremento de temperatura hacia 2100 en 1,5°C con una probabilidad mayor al 50 %.

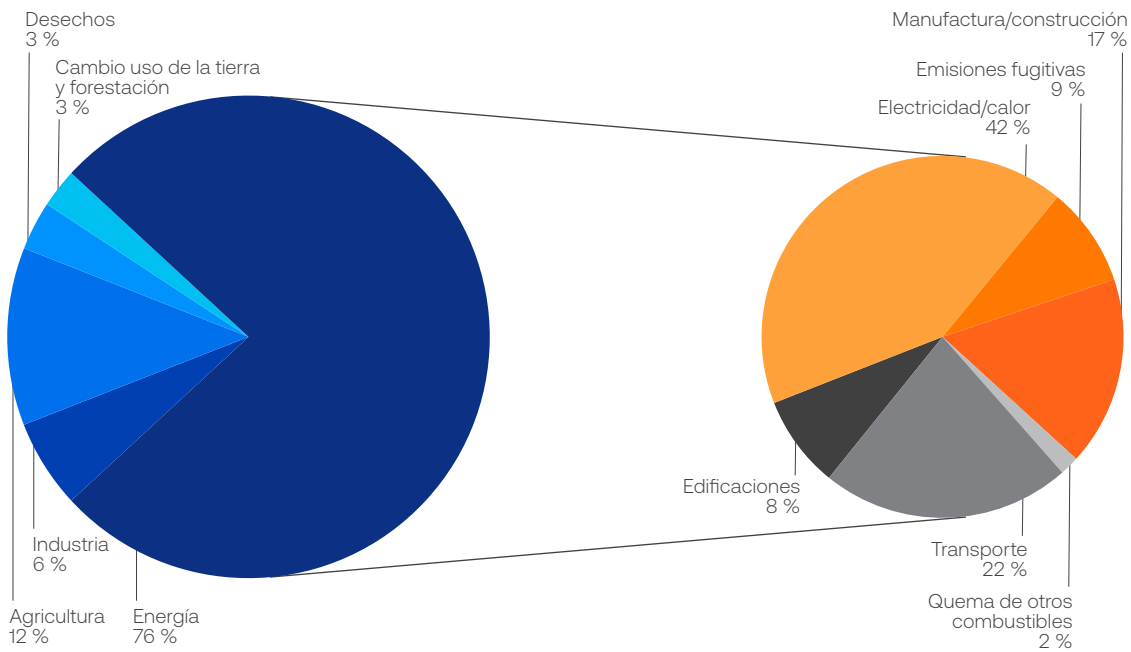
Entre las actividades que más contribuyen a las emisiones de GEI se encuentran la quema de combustibles fósiles (como el carbón, el petróleo o el gas natural), la industria (por ejemplo, la producción de cemento), la deforestación, la ganadería y el uso de fertilizantes. Sin embargo, la importancia relativa de estos determinantes difiere a nivel mundial (donde dominan las emisiones de combustibles fósiles, con el 76 %

de las emisiones en el lustro 2015-2019) y en ALC (donde las emisiones fósiles representan un 46 %, mientras que la agricultura y el cambio en el uso de la tierra representan otro 44 %), según ilustra el gráfico 1.3.

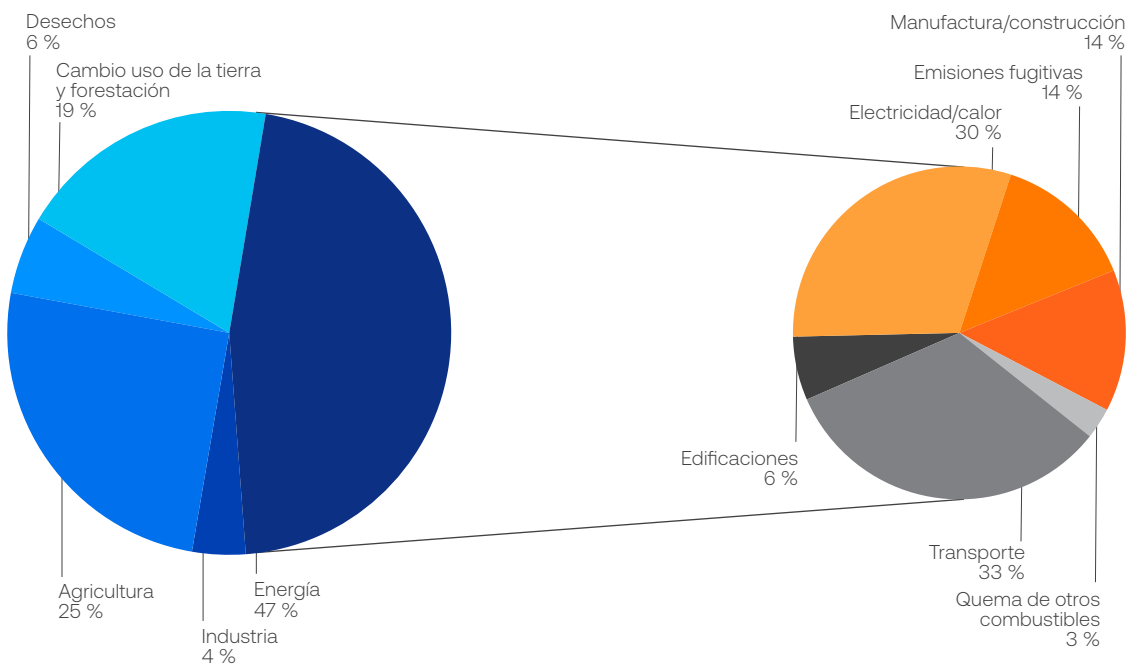
Gráfico 1.3
Emisiones de GEI por sector para el período 2015-2019

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Climate Watch (s.f).

Panel A. Emisiones mundiales: promedio de 48.356 MtCO₂



Panel B. Emisiones en ALC: promedio de 4.073 MtCO₂e (8,4 % de emisiones mundiales)



Nota: Las emisiones de los combustibles de caldera (*búnker*) se incluyen dentro del sector de la energía (subsector del transporte). Una parte sustancial de las diferencias en las emisiones anuales reportadas en este gráfico y en el gráfico 1.2 responde al uso de distintos "factores de conversión" (potencial de calentamiento global) de los distintos gases a CO₂. Climate Watch usa los factores de conversión del Cuarto Reporte de Evaluación del IPCC (2007) y el IPCC (2022a) usa aquellos correspondientes al Sexto Reporte de Evaluación (en este aumentó el factor de conversión atribuido al metano).

La evolución reciente de emisiones de CO₂ y otros GEI refleja también que la región posee una responsabilidad sobre las emisiones en línea con su actividad y tamaño de población: durante el quinquenio 2015-2019, ALC ha sido responsable de aproximadamente un 8,4 % de las emisiones globales (menos del 7 % de las emisiones de CO₂), mientras que su PIB representa el 8,3 % del mundial y la población un porcentaje similar.

Indicadores de cambio climático en América Latina y el Caribe

Los indicadores de cambio climático en ALC reflejan un patrón semejante al que se observa a nivel global. Los últimos diez años han sido los más cálidos registrados en la región. Según la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA), la temperatura promedio en Centroamérica y el Caribe aumentó aproximadamente 0,4°C respecto al registro promedio en los años 1980-2010. La subida promedio de temperatura fue de 0,6°C en América del Sur para el mismo período.

En consonancia con el aumento en la temperatura, los glaciares de la región están retrocediendo. La pérdida de masa de hielo ha ido en aumento y en la región andina se ha acelerado desde 2010. El descongelamiento de los hielos junto al incremento en la temperatura del agua conlleva el aumento en el nivel del mar, ligeramente superior en el Océano Atlántico que en el Océano Pacífico.

La frecuencia e intensidad de ocurrencia de eventos extremos es otro indicador del cambio en las condiciones del clima. El año con mayor número de tormentas tropicales y huracanes en ALC fue 2020. Un registro anual de 30 tormentas durante la temporada de ciclones de ese año superó el récord anterior de 28 tormentas en 2005. La región del Caribe es especialmente vulnerable a los efectos de tormentas tropicales, pero también a los efectos de sequías, que generalmente son menos mencionados. Asimismo, la frecuencia de inundaciones en la región aumentó en un 80 % al comparar las

últimas dos décadas con las dos previas (CRED, 2022).

Impactos del cambio climático en América Latina y el Caribe

A consecuencia del cambio climático, se ha incrementado la frecuencia y severidad de los días con temperaturas y precipitaciones extremas (Weikert Bicalho, 2021), dando lugar a una creciente ocurrencia de múltiples tipos de desastres naturales.^{8,9}

El Caribe ha experimentado episodios de sequía importantes en las últimas décadas. Algunos países de la región vivieron sequías graves en 2020, especialmente Haití, República Dominicana y Venezuela, pero también amplias zonas de América del Sur (Argentina, Brasil, y Chile). La sequía en el Amazonas fue la más intensa de los últimos años, y 2020 fue el año con mayores incendios forestales del que se tiene registro en el sur de la Amazonia.

El cuadro 1.1 resume los registros de ocurrencia de desastres naturales en las tres subregiones de ALC durante el período 2010-2021. El impacto total de los desastres naturales en la región es estimado por el CRED en torno a los USD 231.000 millones (en valores constantes de 2021) en el período considerado (o un promedio de USD 19.000 millones anuales), causando aproximadamente 250.000 muertes (aproximadamente 20.000 por año). En términos del PIB, estos daños representaron un 0,32 %.

La subregión del Caribe, aun cuando es la menos poblada y ha sufrido una menor cantidad de desastres, soportó la mayor parte de los costos económicos (estimados en el 2,5 % de su PIB) y de mortalidad, dado que concentró el 95 % de los casos. Lo anterior sugiere que la materialización de las consecuencias derivadas de estos eventos extremos es contexto-dependiente: aquellos países con una infraestructura más precaria y elevados niveles de pobreza soportan consecuencias más

⁸ De acuerdo con el glosario del IPCC, se considera un desastre a toda alteración grave del funcionamiento normal de una comunidad o una sociedad debido a fenómenos físicos peligrosos que interactúan con las condiciones sociales vulnerables, dando lugar a efectos humanos, materiales, económicos o ambientales adversos generalizados, que requieren una respuesta inmediata a la emergencia para satisfacer las necesidades humanas esenciales y que pueden requerir apoyo externo para la recuperación.

⁹ Al respecto, en 2015, los países miembros de las Naciones Unidas acordaron el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR, 2015), el cual implica una serie de siete objetivos específicos relativos a los desastres naturales que se deberían alcanzar en 2030. El objetivo 4 indica que se debe "reducir considerablemente los daños causados por los desastres en las infraestructuras vitales y la interrupción de los servicios básicos (como las instalaciones de salud y educativas) incluso desarrollando su resiliencia para 2030".



Durante el período 2010-2021, se estima que el impacto total de los desastres naturales representó el 0,32 % del PIB de la región.



severas.¹⁰ Una base de datos más enfocada en la región, como DesInventar, con microdatos de desastres por país y sin considerar umbrales mínimos de daño, sugiere que estas pérdidas están en buena parte concentradas en la

destrucción de infraestructura básica, como viviendas, redes de transporte y centros de salud y educativos. Esto muestra la existencia de un amplio impacto regional del cambio climático y los eventos extremos sobre la infraestructura.

Cuadro 1.1
Desastres naturales por subregión para el período 2010-2021

Fuente: Elaboración propia con base en CRED (2022).

Indicador	América del Sur	América Central	Caribe
Cantidad de desastres	377	241	159
Desastres más frecuentes	Inundaciones, deslizamientos y terremotos	Tormentas, inundaciones y terremotos	Tormentas, inundaciones y epidemias
Muertes	9.087	3.975	234.370
Personas sin vivienda	1.091.130	125.359	470.232
Daños totales (miles de millones de USD)	77,8	38,8	114,3
Daños asegurados (miles de millones de USD)	12,5	6,8	37,8
Costo de reconstrucción (miles de millones de USD)	4,1	1,2	16,5

Nota: Personas sin vivienda refleja la cantidad de individuos cuya vivienda resultó destruida o severamente dañada y necesitaron refugio luego del desastre. Daños totales incluyen la destrucción de activos físicos (infraestructura, producción, ambiente y otros). Daños asegurados se refiere a la proporción de los daños totales que se encuentra cubierto por compañías aseguradoras. El costo de reconstrucción incluye el gasto en el reemplazo de activos destruidos y la inversión en preparación y mitigación ante futuros eventos. Los daños están medidos en valores constantes de 2021.

¹⁰ El ejemplo más evidente de que los daños son relativos al contexto (magnitud del desastre natural e impacto sobre cada economía) es el huracán Katrina, que afectó la zona de Nueva Orleans en 2005 y produjo un daño estimado en USD 125.000 millones. Es decir, este evento sólo tuvo un efecto geográfico acotado en una zona de Estados Unidos, pero causó un daño equivalente al 60 % de los daños registrados en ALC en un periodo de 12 años.

Indicador de vulnerabilidad al cambio climático

Además de estos impactos directos de fenómenos climáticos en la región, los países de ALC son intrínsecamente vulnerables a las consecuencias del cambio climático por su dependencia de los recursos naturales, por su ubicación geográfica (particularmente el Caribe y Centroamérica) y por su situación socioeconómica. La región mantiene una agenda de desarrollo aún pendiente, y son recurrentes los episodios de inestabilidad económica. La pobreza y los niveles de desigualdad son altos, y algunos países presentan inestabilidad en el ámbito político y social.

El índice de adaptación global (IGD, por sus siglas en inglés) de la Universidad de Notre Dame permite medir la resiliencia de los países al cambio climático con base en dos dimensiones: vulnerabilidad y grado de preparación. El indicador de vulnerabilidad mide la exposición, la sensibilidad y la capacidad de un país para adaptarse a los efectos negativos del cambio climático, con foco en sectores críticos para el desarrollo de la

vida, como los alimentos, el agua, la salud, los servicios ecosistémicos, el hábitat humano y la infraestructura. La exposición al cambio climático responde a características geofísicas del país, mientras que la sensibilidad al cambio climático se mide por la dependencia que tiene el país de sectores sensibles a choques climáticos y por la vulnerabilidad de su población. Por su parte, el indicador de preparación de los países para afrontar el cambio climático aproxima la capacidad de un país para captar fondos para inversiones en adaptación climática, la cual depende de factores económicos, sociales y de gobernanza.

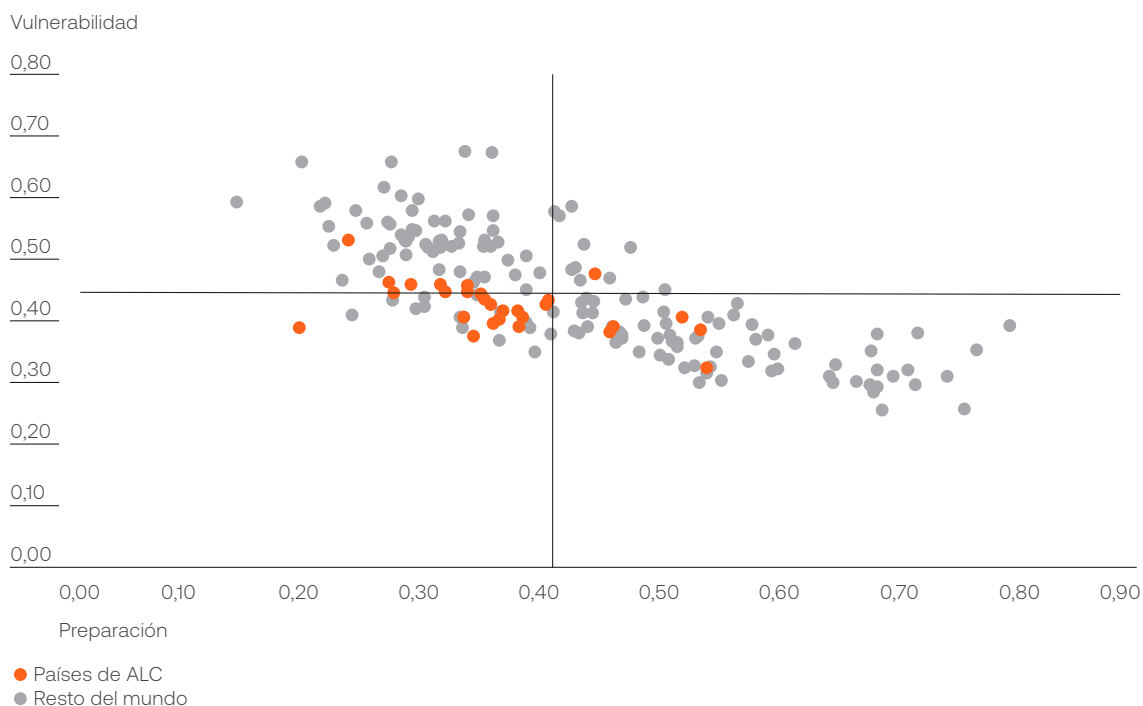
Países de la región clasificados con alta vulnerabilidad (mayor al promedio mundial) son Bolivia, Ecuador, Guatemala, Haití, Honduras y Perú, mientras que países relativamente menos vulnerables son Argentina, Brasil y Chile.

El gráfico 1.4 presenta una nube de puntos que ubica a los países según estos dos componentes de adaptación (preparación y vulnerabilidad). La nube de puntos azules corresponde a los países de ALC y los puntos verdes, al resto de los países.

Gráfico 1.4

Vulnerabilidad y adaptación de América Latina al cambio climático en 2020

Fuente: Elaboración propia con base en datos del índice global de adaptación (GAI) de la Universidad de Notre Dame (2020).



Tomando como referencia los promedios mundiales en preparación y adaptación, el gráfico permite identificar los países de la región con alta vulnerabilidad y baja preparación (Bolivia, Ecuador, El Salvador, Honduras, Guatemala e islas del Caribe con bajo nivel de desarrollo) y aquellos con baja vulnerabilidad y alta preparación (Chile, Costa Rica, Uruguay e Islas del Caribe con mayor resiliencia). Tanto Argentina como Brasil y México son algunos de los países que presentan una vulnerabilidad relativamente menor que el promedio, pero tienen un bajo nivel de preparación.

Por último, si bien los países de ALC no son más vulnerables al cambio climático que el resto de los países del mundo, comparativamente carecen de una buena y oportuna capacidad de respuesta, por lo que, de continuar con esta tendencia, enfrentarán a nivel regional mayores desafíos de adaptación. Esto hace más complejo compatibilizar su situación económica, social, institucional y su agenda de desarrollo con las inversiones necesarias para afrontar el cambio climático y trazar una senda de desarrollo sostenible.

Ecosistemas, biodiversidad y clima

La tendencia negativa actual de conservación de la biodiversidad en el ámbito de los ecosistemas terrestres y acuáticos es una problemática conectada con el desarrollo sostenible y el cambio climático. Los ecosistemas terrestres y acuáticos son fuentes naturales de absorción de CO₂. Su degradación limita su capacidad de captura de carbono y, en algunos casos, puede incluso transformarlos en fuentes netas de emisión de CO₂. En la región, la deforestación en el Amazonas alcanza casi a un 20 % de su cobertura. Con la deforestación y el aumento de la temperatura global, se ha registrado un incremento del número de días secos. Algunos estudios científicos prevén que el Amazonas podría estar cerca de un punto de inflexión, a partir del cual la selva comienza a secarse transformándose en sabana (Gatti et al., 2021; Boulton et al., 2022).

Además de la protección de animales como jaguares, tortugas o monos y otros animales exóticos en peligro de extinción, un ejemplo concreto del rol de la biodiversidad en el desarrollo sostenible es el de los insectos y los microorganismos que viven en la tierra. Los cultivos y las frutas necesitan de la polinización de los insectos, pero la expansión de las áreas dedicadas a monocultivos y el uso de plaguicidas ha provocado la disminución de los insectos (por ejemplo, de poblaciones de abejas reina) que son polinizadores cruciales (Zattara y Aizen, 2021).

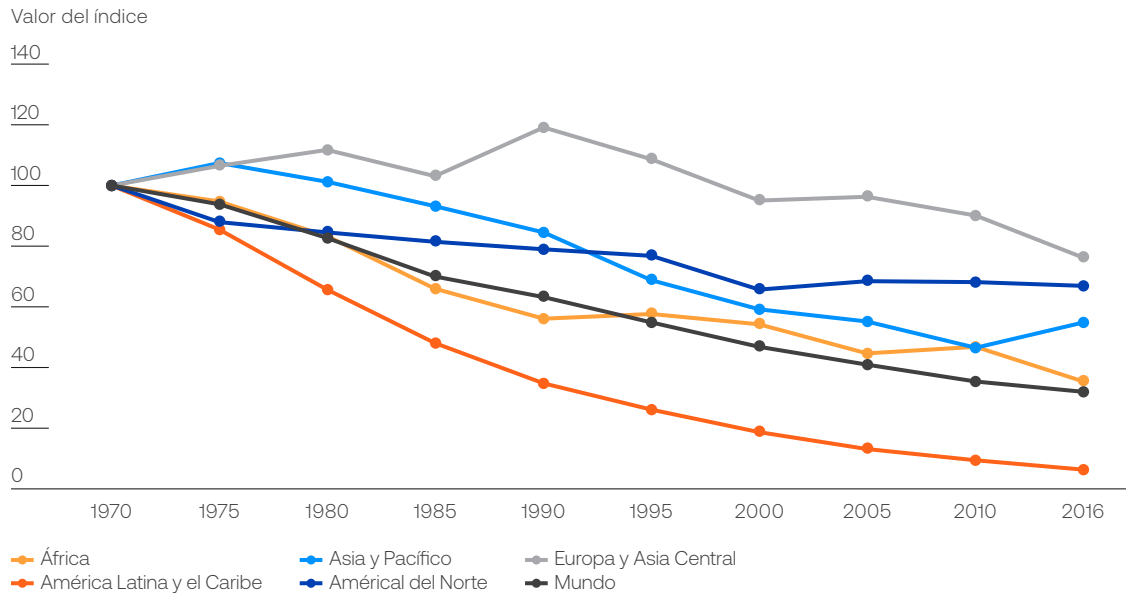
Para ilustrar estos hallazgos, el Índice Planeta Vivo (IPV) proporciona una medida de la abundancia de vida silvestre. Este índice mide el cambio promedio en el tamaño de la población de animales (cantidad de individuos en la población) desde 1970, incluyendo una amplia gama de especies (mamíferos, anfibios, peces, pájaros, etc.), pero no incorpora poblaciones de insectos, corales, plantas ni hongos (gráfico 1.5).

ALC es también un punto crítico de biodiversidad, puesto que alberga muchas especies tropicales endémicas (únicas). Estas especies suelen ser muy dependientes de su hábitat natural y no se adaptan bien a los cambios. No obstante, ALC es la región con mayor reducción en la población de animales a nivel mundial, con una caída del 94 % entre 1970 y 2016.

Maxwell et al. (2016) advierten que las mayores amenazas a la biodiversidad a nivel mundial son la sobrexplotación (principalmente la forestal) y la agricultura, seguidas por la urbanización, la invasión de especies y la introducción de enfermedades, entre otras. A su vez, la explotación forestal y el corrimiento de la frontera agrícola son las principales causas de deforestación en la región. A nivel mundial, casi el 73 % de la deforestación es causada por la expansión de las pasturas para ganado vacuno (41 %) y de las tierras de cultivos para la producción de oleaginosas (18,4 %) y por la invasión de bosques nativos (13 %), como parte de la silvicultura (Ritchie y Roser, 2021a y 2021b). El restante 27 % corresponde a otros cultivos. Considerando solo estos tres factores, un 73 % de la deforestación en la región corresponde a la ganadería vacuna, un 17 % al cultivo de oleaginosas y un 10 % a la silvicultura (Pendril et al., 2019). En el gráfico 1.6 se puede observar que la pérdida de superficie forestal en ALC fue del 13 % (vs. una pérdida del 4,2 % mundial), solo superando a África, mientras que en Europa y Asia se dio una tendencia positiva.

Gráfico 1.5
Índice de Planeta Vivo por regiones para el período 1970-2016 (año base 1970=100)

Fuente: Elaboración propia con base en datos publicados por OWID (s.f.a).



Nota: Los datos del Índice de Planeta Vivo son recopilados por el World Wildlife Fund (WWF) y la Zoological Society of London (ZSL).

La conservación del capital natural involucra de forma directa uno de los sectores priorizados en este reporte: el del agua. La sostenibilidad en el uso del recurso hídrico incluye dos grandes dimensiones, que son la disponibilidad de agua dulce y la salud de los océanos. Se relaciona, además, con dos problemáticas más amplias, que son la sobreexplotación y la contaminación. Estas problemáticas exceden los alcances de este reporte, pero hay que destacar algunos puntos salientes de las mismas en su intersección con el sector del agua.

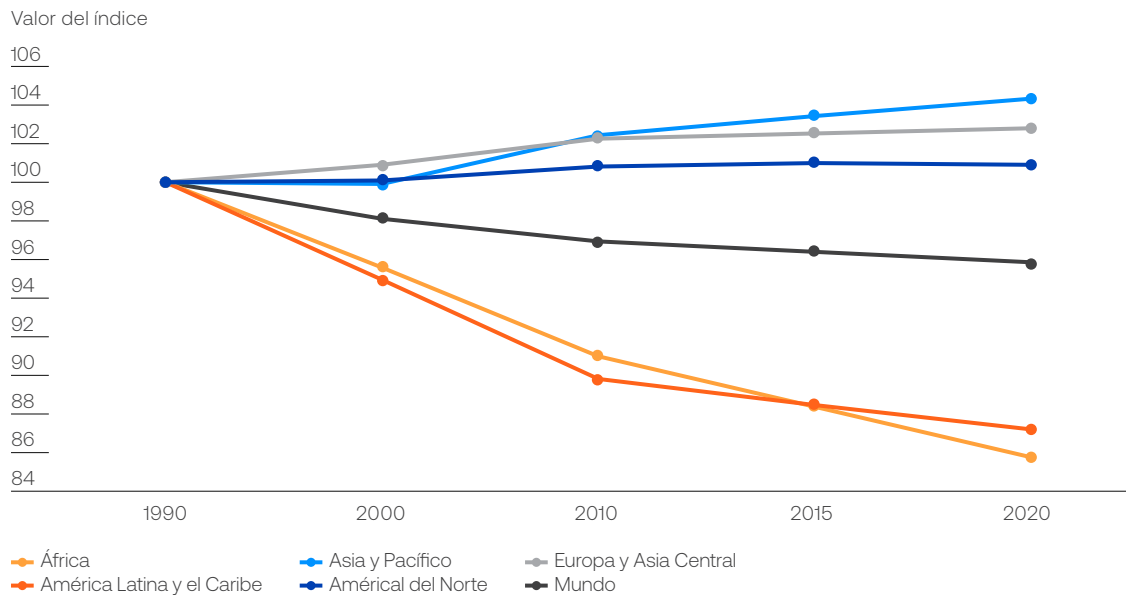
En primer lugar, la disponibilidad de agua dulce es fundamental para la sostenibilidad de la economía moderna. Además del agua para consumo humano (bebida, higiene, limpieza de alimentos y actividades domésticas), una sustancial porción de la demanda del recurso (aproximadamente un 80 % en el mundo y 86 % en la región) responde a sus usos productivos, como la agricultura y la industria. Así, situaciones de estrés hídrico se vuelven disrupciones en la cadena de provisión de alimentos, incluidos insumos intermedios usados en los procesos productivos. América Latina es una región rica en agua dulce y la gestión estratégica y responsable de este recurso es parte prioritaria de la agenda de desarrollo sostenible en la región.

En segundo lugar, esta gestión sostenible del agua incluye a los océanos. Al igual que los bosques y las selvas, los océanos son fuentes naturales de absorción de emisiones de carbono, contribuyendo así a la regulación del clima. Los océanos absorben entre un 20 % y un 30 % de las emisiones antropogénicas de CO₂. El aumento de emisiones absorbidas por los océanos hace que estos se vuelvan más ácidos, proceso que se conoce como acidificación. Desde el comienzo de la Revolución Industrial, la acidez de los océanos ha aumentado un 30 % (NOAA, s.f.).

Finalmente, vinculado a la disponibilidad y gestión sostenible del agua, está el problema de la contaminación en sus dos tipos, la puntual, derivada de las ciudades y las industrias, y la difusa, principalmente resultante del proceso de riego. En la región, la primera es alta, ya que en promedio solo el 41 % de las aguas residuales de las ciudades es tratada adecuadamente (ver el capítulo 3). Además, los residuos de fertilizantes que alcanzan los ríos y océanos causan un proceso conocido como eutrofización (exceso de nutrientes en un ecosistema acuático, que afecta su composición y dinámica generando zonas muertas). La contaminación por aguas residuales y por plásticos es también un problema importante de contaminación de las reservas de agua.

Gráfico 1.6
Evolución de la superficie forestal total de cada región para el período 1990-2020
(año base 1990=100)

Fuente: Elaboración propia con base en datos de FAO (2020).



El agua, los bosques, la biodiversidad y el clima interactúan entre sí regulando el funcionamiento del planeta y sosteniendo la economía moderna.

Por este motivo, son componentes clave de la agenda de desarrollo sostenible.

Infraestructura en el desarrollo sostenible de América Latina y el Caribe: desafíos sectoriales

Entre los Objetivos de Desarrollo Sostenible hay algunos específicos para los sectores de infraestructura que se priorizan en este reporte: salud, agua y energía. Estos son objetivos de desarrollo sostenible en sí mismos (ODS 3, 6 y 7, respectivamente), reflejando el rol esencial que tienen estos sectores en el desarrollo de los países. Alcanzar cada una de las metas establecidas en esos ODS requiere cerrar brechas de infraestructura en los tres sectores y en sus diferentes dimensiones (acceso, asequibilidad y calidad).

El gráfico 1.7 muestra el progreso en el cumplimiento de los diecisiete ODS en los países de ALC con base en ejercicios de simulación de escenarios y tendencias de los indicadores respectivos para 2030 realizados por la División de Estadísticas de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). El cumplimiento de cada ODS se divide en un conjunto de metas necesarias para alcanzar el objetivo final, las cuales, a su vez, se miden a través de indicadores. Así, en el gráfico, la barra horizontal representa el grado de cumplimiento de cada ODS en porcentaje, medido como la

cantidad de metas con el progreso indicado sobre el total de metas correspondientes a ese objetivo. Una meta con progreso bueno significa que la meta se ha alcanzado o se alcanzará hacia 2030 si se mantiene el ritmo de progreso actual. Una meta con progreso medio significa que se está avanzando en la dirección correcta

para cumplirla, pero no lo suficientemente rápido, y serán necesarias políticas que aceleren el avance. Finalmente, las metas calificadas como insuficientes son aquellas que no presentan avances o que están avanzando en dirección contraria a la deseada para alcanzar el objetivo.

Recuadro 1.4 Brechas de infraestructura

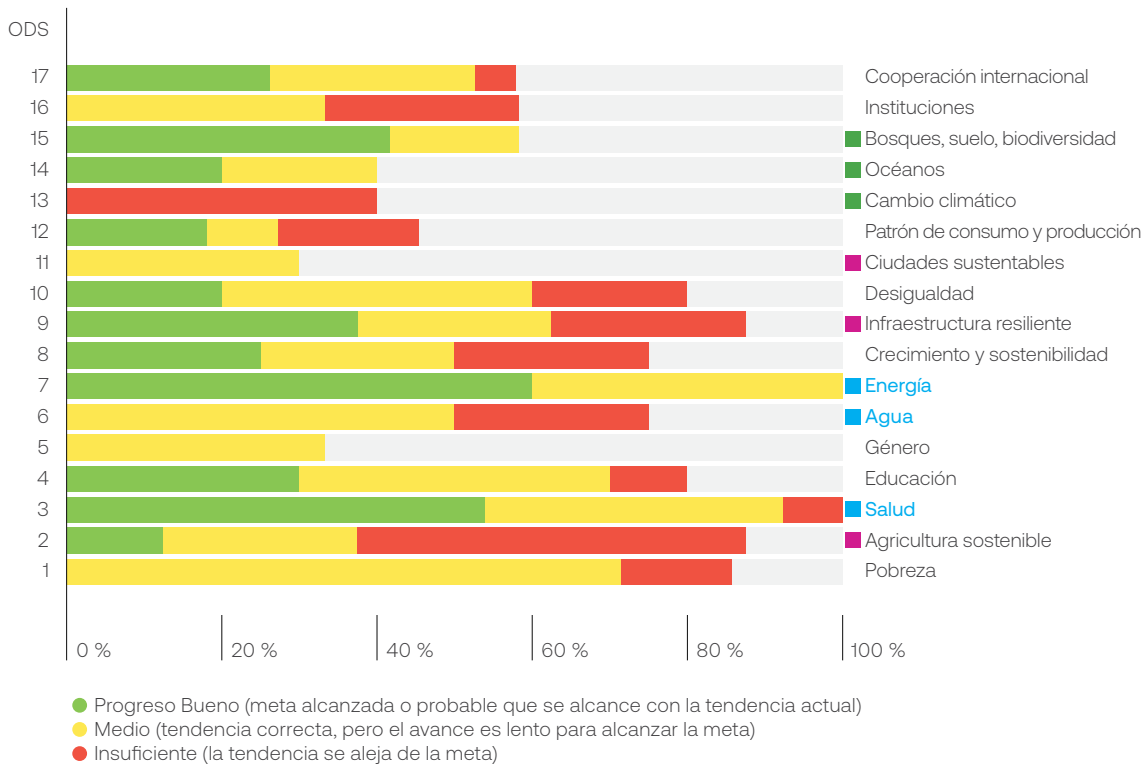
Históricamente, el análisis de las brechas de infraestructura se ha concentrado en los requerimientos monetarios de inversión —frecuentemente reportado como porcentaje del PIB— tanto verticales (oferta vs. demanda interna) como horizontales (oferta vs. oferta de referencia u objetivo a alcanzar). Sin embargo, en los últimos años, se ha expandido el análisis, considerando la sostenibilidad del desarrollo más allá de la brecha monetaria de inversión. Lo anterior reconoce que la simple cuantificación de la brecha monetaria no es especialmente útil para definir qué hacer, sino que es necesario un análisis más detallado para guiar las acciones de política. Además, el enfoque de la brecha monetaria tiende a concentrarse en la dimensión de acceso —descuidando otros aspectos como el costo y la calidad—, mientras que recurre a amplios supuestos, que a veces resultan erróneos, acerca del comportamiento futuro de agregados macro como el PIB (Fay et al., 2017; Cavallo et al., 2020; Cont et al., 2021). Este reporte adopta el **enfoque de brechas de servicios** a fin de examinar las brechas de infraestructura de los sectores priorizados, en las dimensiones de acceso, costo-asequibilidad y calidad.

Estas dimensiones están alineadas con metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. En el caso de la energía, la meta 7.1 busca garantizar el acceso universal (acceso) a servicios energéticos asequibles (costo), fiables y modernos (calidad). En el sector del agua, la meta 6.1 persigue lograr el acceso universal y equitativo (acceso) al agua potable a un precio asequible (costo) para todos. La meta 6.2 presenta un objetivo similar para el saneamiento. De esta forma, la brecha de servicios no se define como una necesidad de inversión en infraestructura, sino como una mejora en la provisión del servicio en las dimensiones relevantes, la cual se puede llevar a cabo mediante inversiones, políticas públicas o adaptaciones a cambios tecnológicos o regulatorios.

Las anteriores dimensiones se traducen en indicadores específicos para cada sector (Cont et al., 2021). En energía eléctrica, el acceso se identifica a partir de la conexión a una red eléctrica. El costo-asequibilidad se estima a partir de la tarifa final que pagan los usuarios para un consumo de referencia y se la compara con alguna medida de ingresos. La calidad se identifica a partir de dos indicadores de interrupciones en la prestación del servicio: el índice de frecuencia de las interrupciones (SAIFI) y el de duración promedio de las interrupciones (SAIDI). Para el caso del agua, los indicadores de acceso y costo-asequibilidad son similares. La dimensión de calidad, sin embargo, se identifica a partir del acceso a una fuente de agua manejada de forma segura (proviene de una fuente mejorada, se encuentra disponible cuando se necesita y está libre de contaminación). Los capítulos 2 y 3 del reporte las presentan en mayor detalle.

Gráfico 1.7
Progreso en los ODS en América Latina y el Caribe

Fuente: Elaboración propia con base en datos de CEPAL (s.f.a), consultados en abril de 2022.



El sector de la **salud** muestra un avance positivo en la región, con un 54 % de las metas alcanzadas o probables de lograr con la tendencia actual (progreso bueno) y un 38 % con una tendencia correcta, pero insuficiente para alcanzarlas.

El sector de la **energía** también presenta avances en el conjunto de sus metas, mostrando progreso bueno o medio. El progreso es bueno en el acceso universal a servicios energéticos. El avance es medio y necesitará acelerarse para cumplir las metas en 2030 en cuanto a la proporción de energía renovable sobre el conjunto de fuentes energéticas y a la tasa de eficiencia energética.

De la evaluación del avance en las metas de desarrollo sostenible en el sector energético, surgen los desafíos ambientales 1 y 2.

Desafío 1: Energía renovable. Aumentar la proporción de energía renovable en el total de fuentes energéticas.

Desafío 2: Eficiencia energética. Mejorar la eficiencia energética medida como el consumo de energía por unidad de producto.

En el sector del **agua**, por el contrario, el progreso no es bueno en ALC en ninguna de las metas. El progreso es medio y necesitará acelerarse para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible hacia 2030 en cerca del 50 % de las metas. Estas se refieren al acceso universal al agua potable y a servicios de saneamiento e higiene adecuados, así como a un uso eficiente del agua como recurso. El progreso es insuficiente y avanza en dirección contraria a la consecución de las metas de sostenibilidad para el sector en indicadores relativos a la protección y conservación de los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos. También se califican como insuficientes los indicadores que miden la participación de las comunidades locales en la gestión del agua y el saneamiento. La meta vinculada a la implementación de una gestión integrada de los recursos hídricos, incluso mediante la cooperación transfronteriza, no cuenta

por el momento con suficientes datos históricos que permitan evaluar su avance. La información con datos de 2020 muestra que los países de la región han conseguido un progreso medio en el grado de implementación de la gestión integrada de los recursos hídricos (ver detalles en el capítulo 3). Según estimaciones de CAF (Rojas, 2022), para el logro de las metas del ODS 6, la inversión en el sector debe triplicarse respecto al nivel histórico en ALC.

En función del progreso observado en el gráfico 1.7 sobre la consecución del objetivo de desarrollo sostenible en el sector del agua, los desafíos 3 y 4 son los que presentan una tendencia que se aleja de la meta establecida en los ODS correspondientes.

Desafío 3: Conservación de los ecosistemas relacionados con el agua.

Desafío 4: Rol de las comunidades locales en la gestión del agua.

Por otro lado, las metas en el sector del agua con progreso medio, es decir, aquellas que presentan una tendencia correcta, pero una velocidad de avance insuficiente para alcanzarlas, definen desafíos adicionales (5 y 6) en el sector.

Desafío 5: Acceso al agua potable y servicios de saneamiento e higiene.

Desafío 6: Eficiencia en el uso y extracción de agua dulce.

Por su parte, la promoción de la salud en un marco de bienestar de la población y de una vida sana requiere de sistemas y servicios de salud que cuenten con cobertura sanitaria universal, acceso a servicios esenciales y a medicamentos y vacunas seguros, eficaces, asequibles y de calidad. También precisa proteger a la población contra riesgos financieros derivados de situaciones extremas (individuales o colectivas).¹¹ Para ello, los sistemas sanitarios deben contar con establecimientos que tengan infraestructura apropiada, equipamiento suficiente y operativo, insumos apropiados, recursos humanos y fuentes de financiamiento (OMS, 2010).

En el marco de los ODS, la aproximación directa a este sector se hace a través del ODS 3. Sus metas incluyen mejoras en el bienestar de la población,

una vida sana, la disminución de la mortalidad infantil y materna, la reducción de epidemias (VIH/SIDA, tuberculosis, malaria), el combate contra enfermedades transmisibles, la prevención y el tratamiento del abuso de sustancias; la reducción de muertes y lesiones por accidentes de tráfico, así como de muertes y enfermedades por contaminación; el acceso universal a servicios de salud sexual y reproductiva; la cobertura sanitaria universal, en particular la protección contra los riesgos financieros; y el acceso a servicios de salud, medicamentos y vacunas esenciales de calidad y asequibles. Además, se establecen vínculos con otros objetivos. Por ejemplo, el acceso al agua y a saneamiento (ODS 6.1 y 6.2) permite prevenir enfermedades como la diarrea, que es una de las principales causas de muerte de niños menores de 5 años (Rojas et al., 2019). Por su parte, de acuerdo con el más reciente Reporte del Grupo de Trabajo II del IPCC (2022a), el cambio climático (en el que se focaliza el ODS 13) favorece la aparición de enfermedades transmisibles, especialmente por zoonosis, y amenaza con limitar los esfuerzos para el control de otras enfermedades, mientras que los eventos climáticos extremos a causa del calentamiento global pueden afectar en gran manera la vida y salud de la población. El aumento en la probabilidad de estos eventos podría significar una mayor exposición del sector a situaciones de estrés, y las acciones que se lleven a cabo en materia de salud serán vitales para minimizar los impactos.

En este marco, la preparación del sistema de salud para choques de gran magnitud —pandemias, catástrofes climáticas, etc.—, de manera que pueda reaccionar a estos en el corto plazo, minimizando los damnificados y los tiempos de respuesta, focaliza el desafío 7. Esta preparación puede verse como complementaria a la correspondiente a los cambios de largo plazo que se esperan por el envejecimiento de la población, según se analiza en el Reporte de Economía y Desarrollo (RED) de 2020 (Álvarez et al., 2020).

Desafío 7: Flexibilización del sistema de salud para adaptarse a eventos extremos.

La infraestructura en sí misma también está contemplada en la Agenda 2030, a través de los ODS 9 y 11. Las metas con un progreso insuficiente en esta dimensión están relacionadas con la promoción de una industria inclusiva y sostenible en la región, medida a través de la participación de

¹¹ El ODS 3 cubre un número amplio de dimensiones, más allá de contar con sistemas y servicios de salud. Sin embargo, se acota para focalizarlo en el sector tratado en este capítulo. Ver más detalles en ONU (s.f.).

Aun con una reducción de las emisiones, las inercias propias del sistema climático hacen que la estabilización de la temperatura no sea inmediata, requiriendo un esfuerzo de adaptación.



la industria en el PIB y en la creación de empleo. Esto incluye el desarrollo de infraestructura sostenible y resiliente y el uso de tecnologías limpias. Estas dimensiones serán revisadas en los sectores priorizados.

Aunque representados en el gráfico 1.7, los indicadores de sostenibilidad de las ciudades de la región son todavía escasos. Así, generar estadísticas que permitan la correcta evaluación de la situación actual de los asentamientos y ciudades de la región representa un desafío en sí mismo. Los indicadores existentes, con progreso medio, están vinculados al acceso a vivienda y servicios básicos, el impacto ambiental de las ciudades y el número de muertes y pérdidas económicas derivadas de desastres naturales, especialmente en sectores de bajos ingresos y poblaciones vulnerables.

En sentido amplio, el cambio climático y la conservación del capital natural, si bien son transversales en la agenda de desarrollo sostenible, constituyen también objetivos en sí mismos. El ODS 13 se refiere a la acción climática, y los ODS 14 y 15, a la sostenibilidad de los océanos, los mares y los recursos marinos, los bosques, los suelos y la conservación de la biodiversidad.

Como en el caso de la sostenibilidad urbana, la información disponible para medir el progreso en términos de acción climática en la región es todavía insuficiente. Solo un 40 % de las metas correspondientes al ODS 13 tienen indicador que pueda observarse en el tiempo (ver el gráfico 1.7). Estas metas, que figuran con progreso

insuficiente, están vinculadas a la incorporación de medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales y al nivel de educación, conocimiento y capacidad humana e institucional existente en los países con relación a esta problemática (sus efectos, mitigación y alternativas de adaptación).

El Climate Action Tracker (plataforma de seguimiento de la acción climática) proporciona un indicador provisto por un organismo independiente surgido de la cooperación entre *Climate Analytics* y *NewClimate Institute* (ambos institutos de política y ciencia climática basados en Alemania). Este organismo rastrea la acción climática de los gobiernos y la mide en relación con el objetivo del Acuerdo de París de mantener el calentamiento muy por debajo de los 2°C. El indicador evalúa un amplio espectro de objetivos y acciones gubernamentales tendientes a reducir las emisiones de carbono. La calificación correspondiente a cada país considera las políticas implementadas por el gobierno respectivo y depende de si su contribución nacionalmente determinada es suficientemente ambiciosa. Si corresponde, la calificación refleja también si el aporte a la financiación global del país hacia países de menores ingresos es una contribución justa respecto a los esfuerzos globales. La calificación general sintetiza todas estas dimensiones en cinco grupos según el cumplimiento, desde un nivel de insuficiencia crítica hasta una compatibilidad con el objetivo de 1,5°C. El cuadro 1.2 agrupa a los países de ALC según el grado de aproximación al cumplimiento de este objetivo.

Cuadro 1.2
Grupos de países de ALC por su cumplimiento del objetivo de 1,5°C

Fuente: Elaboración propia con base en Climate Action Tracker (s.f.).

Insuficiente a nivel crítico	Altamente insuficiente	Insuficiente	Casi suficiente	Compatible con el objetivo de 1,5°C
	México	Perú	Costa Rica	
	Colombia	Chile		
	Brasil			
	Argentina			

Nota: No hay países ubicados en las categorías de insuficiencia crítica y compatibilidad con el objetivo de 1,5°C. Climate Action Tracker no presenta datos para los países no identificados en este cuadro.

La calificación insuficiente indica que las políticas y compromisos climáticos de un país necesitan mejoras sustanciales para ser consistentes con el límite de aumento de la temperatura de 1,5°C del Acuerdo de París, mientras que la calificación altamente insuficiente indica que las políticas y los compromisos climáticos de un país no son consistentes con este límite de temperatura. Para muchos países en esta categoría (por ejemplo, Argentina, Brasil, Colombia y México), las políticas y los compromisos conducen a un aumento, en lugar de una disminución, de las emisiones. Según el cuadro 1.2, solo Costa Rica recibe una calificación casi suficiente, indicando que las políticas y los compromisos climáticos del país aún no son consistentes con el límite de temperatura de 1,5 °C del Acuerdo de París, pero podrían serlo con mejoras moderadas, mientras que Perú y Chile reciben una calificación de insuficiente.

Debe destacarse que la insuficiente acción climática no es una característica exclusiva de la región, sino un problema global. La implementación de políticas y compromisos climáticos no alcanzaba, hasta marzo de 2022, un nivel suficiente y compatible con el Acuerdo de París en ningún país del mundo, según la medición de Climate Action Tracker (s.f.).

Con relación al objetivo de desarrollo sostenible vinculado al cambio climático, se plantea el desafío ambiental 8 para los países de la región.

Desafío 8: Accionamiento de la política climática, reduciendo las emisiones y promoviendo la adaptación.

También se presenta como desafío la generación de información que posibilite una adecuada medición de las metas relacionadas con la acción climática de los países de la región. Un 60 % de las metas correspondientes al ODS 13 no tiene indicadores que permitan evaluar el progreso en su consecución. Estos indicadores están relacionados con el objetivo de fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos climáticos y los desastres naturales, al adecuado flujo del financiamiento internacional necesario para atender las necesidades de los países en desarrollo a fin de concretar medidas de mitigación, y a la planificación y gestión eficaces de los efectos del cambio climático.

La insuficiencia de indicadores que permitan medir el progreso de la región hacia las metas de desarrollo sostenible es marcada también en los temas relacionados con la conservación del capital natural. En lo que respecta a la conservación y uso sostenible de los océanos, los mares y los recursos marinos, la región muestra un progreso bueno en la reducción de la contaminación marina (medida por la densidad de residuos plásticos) y en la protección de zonas costeras y marinas.

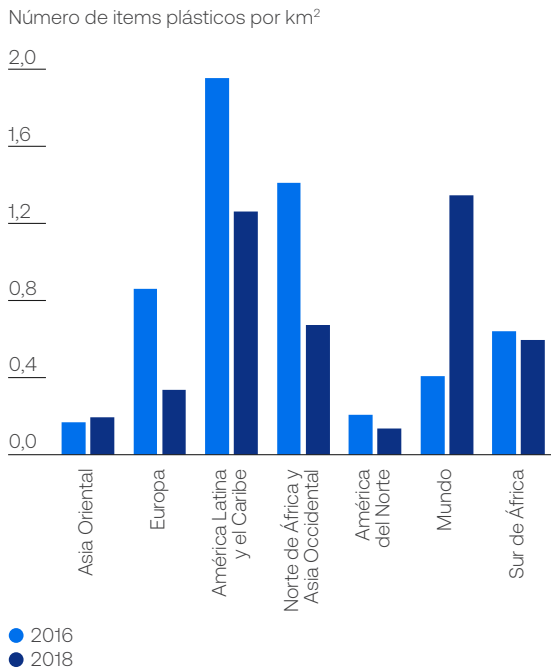


Gráfico 1.8

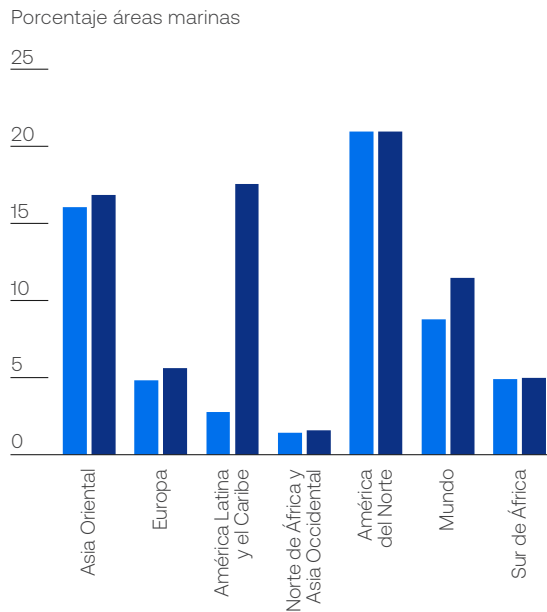
Progreso en los ODS en indicadores seleccionados de capital natural: ALC versus otras regiones del mundo en 2016 y 2018

Fuente: Elaboración propia con base en datos publicados por OWID (s.f.b; s.f.c).

Panel A. Indicador 14.1: recuento promedio de ítems de basura plástica en la playa (en millones)



Panel B. Indicador 14.5: áreas marinas protegidas (como porcentaje de aguas territoriales)



Nota: Las clasificaciones de grupos de países se presentan según la fuente y pueden diferir entre indicadores. Los datos del panel A fueron originalmente recopilados por Naciones Unidas; los del panel B fueron procesados por el Banco Mundial y tomados de la Base de Datos Mundial sobre Áreas Protegidas del PNUMA.

El progreso, en cambio, es medio y requiere acelerar la implementación de medidas para poder alcanzar la meta de sostenibilidad en temas relacionados con la gestión, protección y conservación de los ecosistemas marinos y costeros y con la gestión sostenible de la pesca, la acuicultura y el turismo.

Finalmente, no hay suficiente información para evaluar el progreso de la región en metas relacionadas con los efectos de la acidificación de los océanos, la reglamentación de la explotación pesquera para evitar la pesca excesiva e ilegal y los planes para restablecer las poblaciones de peces (incluidas las prohibiciones a ciertos subsidios pesqueros).

Si bien algunas de estas problemáticas exceden el alcance de este reporte, se identifica el desafío ambiental 9, relacionado con el uso sostenible del agua y los océanos.

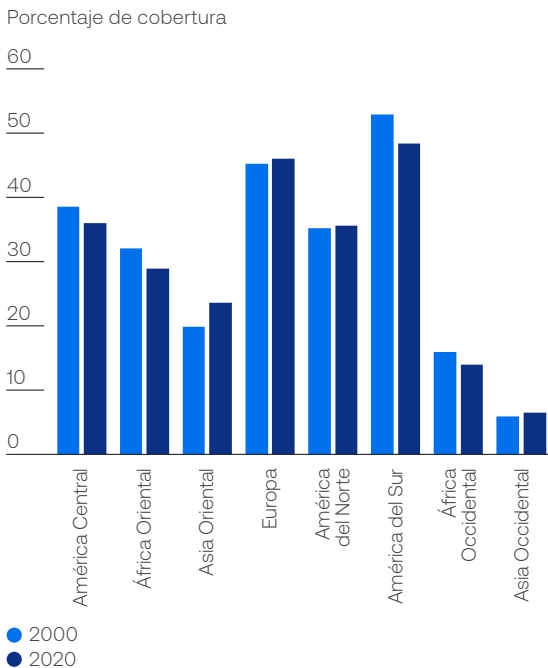
Desafío 9: Gestión y protección de los ecosistemas marinos y costeros, fortaleciendo su resiliencia.

Finalmente, la conservación del capital natural incluye a los ecosistemas terrestres, los bosques, el suelo y la biodiversidad. Estas metas están resumidas en el ODS 15, para el cual la región muestra un progreso bueno en un 40 % de las metas, de acuerdo con la información que refleja el gráfico 1.7. Por su parte, el gráfico 1.9 ilustra el progreso de las metas relacionadas con la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y los ecosistemas interiores de agua dulce, en particular los bosques, los humedales, las montañas y las zonas áridas. Estas metas están aproximadas por la proporción de superficie forestal respecto a la superficie total (que muestra un leve retroceso entre 2000 y 2020) y de zonas protegidas con biodiversidad terrestre y ecosistemas del agua dulce (que muestra un leve progreso entre 2016 y 2018).

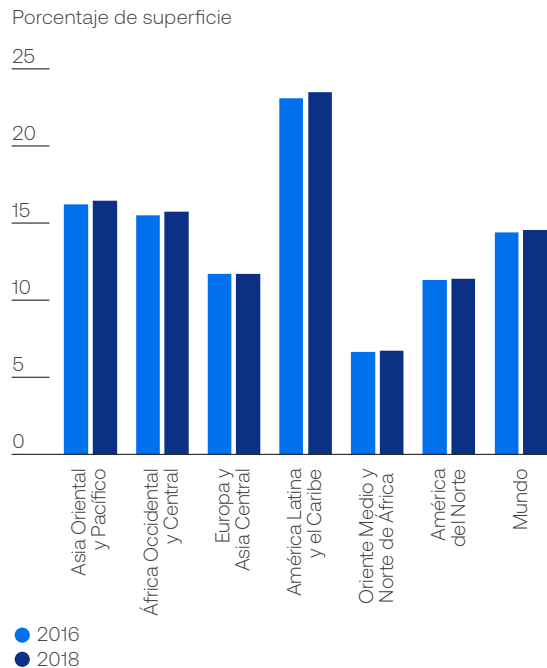
Gráfico 1.9 Progreso en los ODS en áreas forestales y superficie protegida

Fuente: Elaboración propia con base en ONU (s.f) para el panel A y Ritchie et al. (2018) para el panel B.

Panel A. Indicador 15.1.1: porcentaje de cobertura forestal (respecto de la superficie total) en 2000 y 2020



Panel B. Indicador 15.1.2: porcentaje de superficie terrestre protegida (respecto de la superficie terrestre) en 2016 y 2018



Nota: Las clasificaciones de grupos de países se presentan según la fuente y pueden diferir entre indicadores.

Por su estrecha relación con el sector del agua, priorizado en este reporte, surge el desafío ambiental 10, vinculado a la conservación del capital natural terrestre.

Desafío 10: Conservación y uso sostenible de ecosistemas interiores de agua dulce y terrestres.

Impacto de la pandemia por COVID-19 en los indicadores de los ODS

Al evaluar el índice de cumplimiento de los ODS 2021 a nivel global, Sachs et al. (2021) indican que, por primera vez desde 2015, ese indicador mostró un retroceso respecto al año previo. Además, esta regresión podría estar subestimada considerando que numerosos indicadores para 2020 no se encontraban disponibles en el momento de la publicación. El impacto de la pandemia fue mayor en países en desarrollo, los cuales, en general,

presentaron un menor espacio fiscal para hacer política social. En particular, al comparar los puntajes de los índices de cumplimiento entre los años 2020 y 2021, América Latina y el Caribe aparece como la región que ha mostrado la mayor caída absoluta (1,8 puntos). Este retroceso respondió especialmente al aumento en la incidencia de la pobreza monetaria (ODS 1).

El impacto negativo de la pandemia se extendió a las tres dimensiones de la sostenibilidad (económica, social y ambiental). En las dos primeras dimensiones el impacto fue inmediato, con un sustancial incremento en la pobreza, el desempleo y una elevada mortalidad. En la dimensión ambiental, en un primer momento, emergió un impacto positivo al disminuir las emisiones de GEI a consecuencia del cierre de fábricas y las cuarentenas estrictas. Sin embargo, muy rápidamente, a medida que el confinamiento se relajaba, las emisiones recuperaron su nivel prepandemia.¹² Es decir, en términos más generales, los indicadores económicos y sociales han mostrado un fuerte retroceso, sin que esto haya estado acompañado por una mejora en la dimensión ambiental.

La caída de las emisiones de CO₂ durante 2020 resultó muy informativa respecto a la magnitud de lo que implicará alcanzar las metas establecidas en el Acuerdo de París para 2030. En 2020 las emisiones de CO₂ bajaron aproximadamente un 6 %, que es la mayor caída interanual de la que se tiene registro desde la Segunda Guerra Mundial. Este descenso estuvo asociado a un freno en la actividad económica sin precedentes, producto de las restricciones de movilidad que impusieron los gobiernos durante la pandemia. Cumplir con el objetivo de una subida de la temperatura inferior a 2°C, como lo estipula el Acuerdo de París, requiere que, desde la actualidad hasta el año 2030, las emisiones globales de carbono disminuyan cada año lo mismo que cayeron en 2020.

Estrategias para afrontar el cambio climático y la conservación del capital natural

Mitigación y adaptación

El cambio climático surge de una externalidad: las emisiones de carbono que liberan las actividades económicas contribuyen al calentamiento global, pero los daños asociados a este calentamiento no son asumidos por consumidores y productores. Se trata además de una externalidad global, ya que las emisiones de productores e individuos se unifican y acumulan en la atmósfera, contribuyendo al calentamiento global. El impacto de este calentamiento sobre la actividad económica y el bienestar de los individuos en los distintos países del mundo es independiente de dónde se generó la emisión originalmente.

La dimensión intergeneracional del cambio climático adiciona un nivel de complejidad. El uso de combustibles fósiles o la deforestación para expandir la frontera agropecuaria es fuente de ingresos y motor del desarrollo en el presente,

pero genera costos negativos de producción y bienestar general a futuro. Este *trade-off* es crucial para los países de la región, que tienen una agenda de desarrollo pendiente y esencial.

Así, controlar el aumento de la temperatura global exige una caída sustancial, pronta y sostenida de las emisiones de dióxido de carbono y de otros gases de efecto invernadero.

La prescripción de política económica tradicional es que se debe poner un precio a las emisiones de carbono, de modo que quien contamina pague por los daños causados por sus emisiones. De modo simétrico, quien realiza actividades que absorben carbono atmosférico debe recibir una compensación. Sin embargo, la implementación de este precio a las emisiones de carbono ha presentado múltiples desafíos en el mundo. Complementariamente, en ausencia de una política global de precios a las emisiones, se

¹² Sachs et al. (2021) muestran las emisiones diarias de CO₂ de China y Estados Unidos (gráfico 2.14, p. 25). Hacia el cuarto trimestre de 2020, estas ya habían alcanzado o superado los niveles del mismo trimestre del año previo (2019).

pueden poner en marcha distintas estrategias de afrontamiento que apuntan a la mitigación.

Las políticas de **mitigación** son aquellas destinadas a promover la reducción de emisiones de GEI mediante actividades menos intensivas o neutras (o con una tendencia de carbono neutral). Se destacan las acciones dirigidas a la descarbonización de la matriz energética — desde el origen (fuentes renovables) o destino (descarbonización del consumo)— y el aumento de la eficiencia energética. La mitigación también involucra acciones destinadas a absorber emisiones que ya se encuentran en la atmósfera mediante tecnologías como la captura y secuestro del carbono, y, especialmente, a través de la conservación de sumideros naturales, como los océanos, los bosques y el suelo.

Aun con una reducción drástica (significativa) de las emisiones de GEI, las inercias propias del sistema climático hacen que la estabilización de la temperatura no sea inmediata. Por ejemplo, si las emisiones netas llegaran a cero en un horizonte temporal, la combinación de GEI remanentes en la atmósfera y el calor acumulado en los océanos, que se liberará progresivamente hacia la superficie en las siguientes décadas, implican que la temperatura global seguiría aumentando antes de estabilizarse (NOAA, 2020). Según proyecciones del IPCC, este proceso puede durar entre 20 y 80 años (IPCC, 2021). En cambio, si los senderos de emisiones netas no llegan a los niveles cero, es altamente probable que aumente la temperatura por encima de los 2°C, así como la frecuencia y severidad de los desastres naturales.

Por este motivo, la respuesta al cambio climático exige también un esfuerzo de **adaptación** a los impactos adversos de la variabilidad del clima que no puedan evitarse. Las estrategias de adaptación están recibiendo una progresiva atención como elemento esencial de la política climática. Las CDN y los planes nacionales de adaptación de países en desarrollo reflejan que, en la región, los sectores con mayores necesidades de financiación en este ámbito son la agricultura, la infraestructura, el agua y la gestión del riesgo de desastres naturales. Los compromisos incluyen la reducción de la vulnerabilidad frente a eventos extremos (especialmente inundaciones), la conservación del recurso hídrico, mejoras de eficiencia en el sector agrícola, sistemas de generación distribuida, conservación y uso sostenible de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, e inversión en el desarrollo de la capacidad de respuesta de los sistemas de salud frente a choques climáticos.

La adaptación al cambio climático busca lograr resiliencia climática a través de infraestructura e innovaciones tecnológicas que permitan aislar a las regiones y comunidades de los efectos adversos del cambio climático, como el aumento del nivel del mar, las sequías o las tormentas extremas. La adaptación al cambio climático también involucra identificar las oportunidades que surgen en regiones donde los cambios del clima presentan efectos positivos (por ejemplo, regiones con climas hostiles que transitan hacia climas más benévolos).

La infraestructura juega un rol esencial dentro de la estrategia de adaptación para reducir la vulnerabilidad de las comunidades potencialmente afectadas por los cambios en el clima, si logra anticiparse, prepararse y adaptarse a las nuevas condiciones (OCDE, 2018). Sin embargo, los estudios existentes con estimaciones sobre los costos y beneficios de proyectos alternativos de adaptación climática son escasos, y transformar los sistemas actuales para alcanzar una mayor resiliencia tiene costos asociados (que pueden significar incrementos del 70 % respecto a los niveles de la última década, según Brichetti et al., 2021). Así, además de la información insuficiente, la adaptación climática también presenta desafíos vinculados a su financiación.

De hecho, la **financiación** climática tiene dos dimensiones, una para la descarbonización de las economías y otra para los daños y perjuicios causados por los desastres naturales que se estima que ya no podrán evitarse. Las principales fuentes de financiación disponibles tanto para proyectos de mitigación como de adaptación son el Fondo Verde del Clima, el Fondo de Adaptación y el Fondo Mundial para el Medio Ambiente. A ellos se suma la financiación obtenida a través de los organismos multilaterales, los bonos de carbono y los fondos privados que invierten en proyectos con impactos positivos para el ambiente, entre otros. Este compromiso de financiamiento busca asegurar que los países en desarrollo puedan implementar las acciones de mitigación y adaptación necesarias para cumplir sus compromisos ambientales.

Un reporte reciente de la institución responsable de monitorear este objetivo (OCDE, 2021a) indica que, durante 2019, los países desarrollados movilizaron 79.600 millones de dólares hacia países en desarrollo para la financiación climática. Esto representó un incremento del 2 % respecto a 2018, pero aún está lejos de la meta acordada (20 % por debajo). Además, del total de financiamiento de 2019, el 63 % se destinó a acciones de mitigación y Asia fue la región que más fondos recibió (43 %),

muy por delante de ALC (17 %). Las proyecciones de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2021b) estiman que el compromiso de 100.000 millones de dólares de financiamiento se alcanzará solamente en 2023. Para ello, será necesario incrementar el financiamiento público en un 35 % y el privado en un 31 %, a partir de los niveles de 2019.

Además, en virtud de la meta 17.2 de los ODS, los países desarrollados se comprometían a destinar el 0,7 % de su ingreso nacional bruto a la asistencia oficial para el desarrollo de los países en desarrollo y entre el 0,15 y el 0,2 % para los países menos adelantados (totalizando un compromiso de entre el 0,85 % y el 0,9 %). En la actualidad, sólo un pequeño grupo de países (Luxemburgo, Noruega, Suecia) cumplen con esta meta, mientras que Estados Unidos apenas destinó el 0,15 % a tal fin (Sachs et al., 2021). Sin embargo, las negociaciones internacionales progresan en favor de un mayor reconocimiento y compromiso de los países desarrollados por su mayor responsabilidad climática relativa. Por ejemplo, en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 2021 (COP 26) se inició formalmente el diálogo sobre un nuevo “Fondo para pérdidas y daños” por eventos climáticos, que marca un progreso en este sentido.

Conservación del capital natural

La conservación de los **ecosistemas** (terrestres, marinos, costeros y de agua dulce) surge del análisis como un desafío ambiental sustancial para la región (desafíos 3, 9, y 10). Adicionalmente, la gestión eficiente y el acceso y uso del agua como recurso constituye otro gran desafío (desafíos 4, 5, y 6).

La conservación de ecosistemas cumple funciones de aprovisionamiento (alimentos, aire y agua limpios) y de regulación (del ciclo del agua, el clima, el ciclo de nutrientes, la calidad y fertilidad del suelo, la polinización). Adicionalmente, provee oportunidades de recreación. Así, la conservación de los ecosistemas naturales existentes y su integración a las ciudades ayuda a enfriar las ciudades, absorber aguas pluviales, filtrar los contaminantes del aire y del agua y almacenar

carbono en suelos y bosques, de modo que disminuyen los impactos del cambio climático.

Como respuesta al desafío de conservar estos ecosistemas naturales ha surgido el desarrollo de una nueva forma de infraestructura urbana: la infraestructura azul y verde (lo que en inglés se conoce por las siglas BGI). La Unión Europea (UE), Estados Unidos y Reino Unido, entre otros, cuentan actualmente con un plan de desarrollo de BGI.¹³ Esta infraestructura busca ser una alternativa a la infraestructura gris tradicional. Es una estrategia de planificación urbana que integra áreas naturales y seminaturales para contribuir a la purificación del agua y del aire y la mitigación y adaptación climática. Estos espacios azules pueden ser cursos de agua, estanques y lagos, mientras que los verdes son tierras húmedas, plantas y árboles. Un ejemplo donde la infraestructura azul y verde complementa la infraestructura gris tradicional es el rol que esos espacios cumplen en el drenaje natural de aguas por tormentas o inundaciones.

Las acciones para promover la conservación de los ecosistemas a nivel global incluyen también la conservación basada en el espacio (por ejemplo, la creación de zonas protegidas). Estas representan actualmente el 7,4 % de la superficie marina y el 15 % de la superficie terrestre (Dasgupta, 2021).

Una buena administración de áreas protegidas incluye el apoyo local y estatal, así como el involucramiento de las comunidades locales, como lo señala el desafío 4.

La **biodiversidad** es una característica de los ecosistemas. Aún no existe consenso sobre si se la considera un activo productivo o un activo habilitador, es decir, una cualidad del activo que aumenta el valor de otros activos (Banco Mundial, 2021; Dasgupta, 2021), pero, en cualquier caso, ha habido intentos por imputarle un valor. Dasgupta (2021) identifica seis posibles fuentes de valor para la biodiversidad: su contribución a la existencia de la raza humana, a la salud y al confort de las personas (en ocasiones, estos valores se intersecan); el valor de los bienes y servicios que aporta la naturaleza; el valor de la existencia de las especies; y el valor intrínseco de la naturaleza. Una parte de ella está incorporada en mediciones del capital natural (por ejemplo, ecosistemas vinculados con la pesca, especies en peligro o recursos naturales), cálculo que se irá mejorando con nuevos desarrollos en el futuro.

¹³ Ver los planes de desarrollo de BGI de la Unión Europea en Comisión Europea (2019), de Estados Unidos en EPA (2021) y de Londres en Mayor of London (2021).

Las acciones para promover la preservación de la biodiversidad incluyen la conservación basada en el espacio y la basada en especies.



La conservación de la biodiversidad contempla la variabilidad entre especies, pero también las múltiples funcionalidades y rasgos de cada especie del ecosistema. Al respecto, la biodiversidad se ve particularmente amenazada por el cambio climático (Dasgupta, 2021). Los cambios en la temperatura y las precipitaciones alteran la distribución de las especies en el planeta y esto genera consecuencias difíciles de anticipar.

La Plataforma Intergubernamental sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas (IPBES, por sus siglas en inglés) define la riqueza de especies como el número de especies dentro de una determinada área, comunidad o muestra (IPBES, 2019). Al analizar las proyecciones para distintos reconocidos índices de biodiversidad (entre ellos el IPV), se observa que, en todos los casos, en el escenario *business as usual* se espera un impacto negativo sobre la biodiversidad (IPBES, 2019). Este informe, utilizando múltiples modelos para distintas regiones del mundo, estima el impacto futuro sobre la biodiversidad —entendido como el cambio en la riqueza de las especies (plantas y animales) de cada región— de distintas proyecciones de consumo, producción y emisiones de GEI hacia 2050. A partir de estas estimaciones, se concluye que América del Sur, independientemente del escenario analizado, sufre la mayor pérdida de riqueza de especies.

Además de la biodiversidad, es importante analizar cómo se verá afectado el funcionamiento de los ecosistemas en el futuro y, por lo tanto, los servicios que proporcionan a la humanidad. Para esto, la IPBES (2019) incluye en sus modelos la estimación de dos variables adicionales a la de riqueza de las especies: las contribuciones

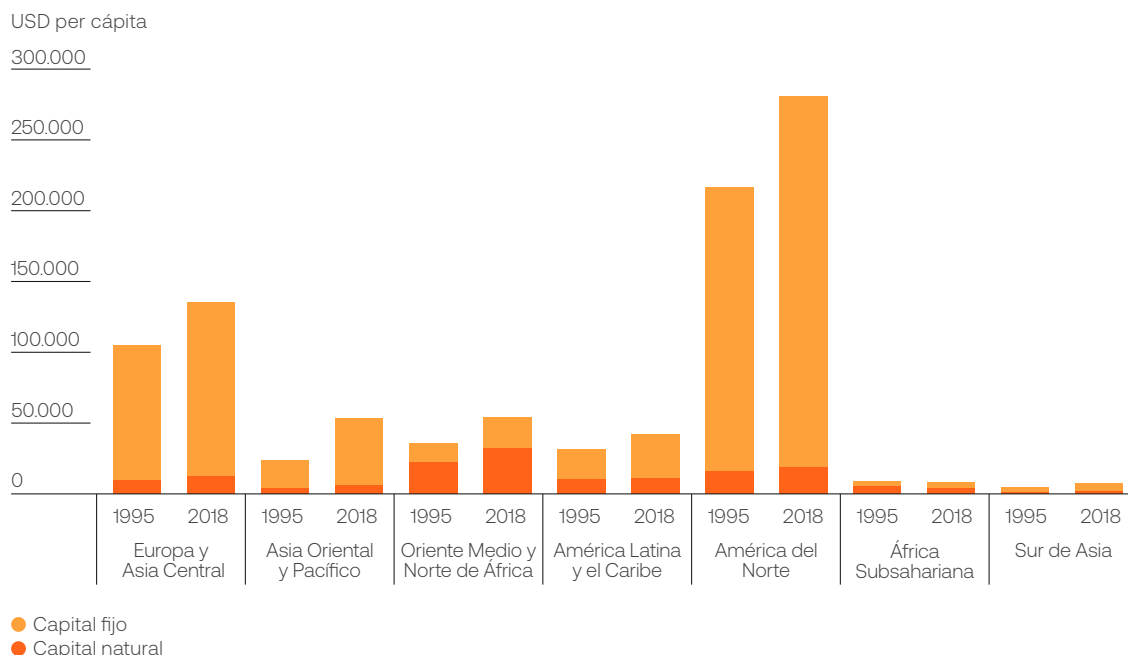
materiales de la naturaleza a las personas y las contribuciones reguladoras de la naturaleza a las personas. En términos generales, la primera variable es todo aquello que los ecosistemas brindan a la humanidad (con efectos positivos o negativos). Particularmente, las contribuciones materiales son sustancias u objetos de la naturaleza que sustentan la vida humana (por ejemplo, alimentos, madera, bioenergía, etc.). Las contribuciones reguladoras, por su parte, incluyen aquellos aspectos estructurales y funcionales de los ecosistemas y organismos que modifican el medio ambiente y regulan la generación de contribuciones materiales o no materiales, afectando la calidad de vida de manera indirecta (por ejemplo, la retención de nitrógeno, la protección del suelo, la polinización de los cultivos, el control de plagas agrícolas, la captura y almacenamiento de carbono en el ecosistema, etc.). Las proyecciones de la IPBES (2019) muestran que las contribuciones materiales en casi todas las regiones y en casi todos los escenarios aumentan a expensas de la biodiversidad y las contribuciones reguladoras. Para el caso de estas últimas, los impactos esperados son variados en las distintas regiones y, en ALC, la zona menos afectada es el Caribe.

Las acciones para promover la preservación de la biodiversidad incluyen la conservación basada en el espacio (por ejemplo, la creación de zonas protegidas) y la basada en especies (por ejemplo, la protección de especies específicas) (Dasgupta, 2021). Este segundo enfoque parte del hecho de que no todo el hábitat de las especies amenazadas se encuentra protegido.

Gráfico 1.10

Capital natural y construido por regiones (USD per cápita) en 1995 y 2018

Fuente: Elaboración propia con base en Banco Mundial (s.f.a).



Así, es necesario extender su conservación aun cuando no se encuentren dentro de zonas protegidas. La conservación de especies suele incluir restricciones o prohibiciones a la caza y el comercio. La regulación del comercio de animales es especialmente relevante en el actual contexto de una incrementada frecuencia de enfermedades zoonóticas. Es importante considerar enfoques complementarios a estos, ya que la conservación de la biodiversidad a través de zonas protegidas, en términos generales, es insuficiente para frenar la pérdida de biodiversidad. Esto se debe a la baja proporción de zonas protegidas a nivel mundial (ver los gráficos 1.8 y 1.9) y a que las medidas de protección han sido mal diseñadas o aplicadas insuficientemente (Pörtner et al., 2021).

Por su parte, el **capital natural** de un país se conforma de todos los recursos que sustentan la vida y el bienestar de su población —plantas, animales, agua, aire, suelo, minerales, etc.— (Browder et al., 2019) e incluye tanto los renovables (bosques, manglares, recursos pesqueros, zonas protegidas, cultivos y pasturas) como los no renovables (petróleo, gas, carbón y otros minerales y metales). Este tipo de capital es especialmente relevante para ALC. Según las estimaciones de un reciente reporte del Banco Mundial (2021), el *stock* de capital

natural de los países de la región es relativamente abundante, comparable al de múltiples economías desarrolladas y en desarrollo. En cambio, enfrenta una relativa escasez de capital construido (frente a América del Norte y Europa y Asia Central).

El cuadro 1.3 muestra que el capital natural representa cerca de la décima parte del *stock* de riqueza total de las economías de la región. Sin embargo, se observa una amplia variabilidad al descomponer el capital natural entre activos renovables y no renovables. Países como Argentina o Brasil poseen un capital natural integrado mayormente por activos renovables, como pasturas, cultivos y áreas protegidas. Otros países, como Ecuador o Venezuela, tienen la mayor parte de su capital natural conformado por activos no renovables, como el petróleo, mientras que en Chile y Perú está constituido principalmente de minerales. Lo anterior permite anticipar que el capital natural de algunos países de la región podría verse alterado significativamente, perdiendo valor al reducirse la demanda de combustibles fósiles en el contexto de la descarbonización de las economías (por ejemplo, los de Colombia, Ecuador, México y Venezuela) e incrementando valor al aumentar la demanda internacional de minerales, en particular el litio (por ejemplo, los de Chile).

Cuadro 1.3
Descomposición del capital natural por país en 2018

Fuente: Elaboración propia con base en Banco Mundial (s.f.a).

	Argentina	Brasil	Chile	Colombia	Ecuador	México	Perú	Venezuela	Estados Unidos
Porcentaje del capital natural en riqueza total	10,6	12,7	10,7	8,1	10,0	7,0	13,7	10,9	1,9
Renovable	9,3	10,2	4,9	5,6	6,1	4,6	7,1	3,1	1,4
Pasturas	3,8	1,9	0,5	1,4	1,1	1,2	1,0	0,4	0,2
Cultivos	2,3	2,5	1,8	1,9	1,8	1,3	2,3	0,3	0,3
Serv. ecosistémicos	2,1	2,2	1,0	1,4	0,7	1,3	1,9	1,5	0,7
Áreas protegidas	0,8	2,4	0,4	0,6	1,9	0,4	1,4	0,9	0,1
Otros	0,3	1,2	1,2	0,3	0,6	0,4	0,5	0	0,1
No renovable	1,3	2,5	5,8	2,5	3,9	2,4	6,6	7,8	0,5
Petróleo	1,0	1,1	0	1,2	3,9	1,7	0,6	7,4	0,1
Gas	0,2	0	0	0,1	0	0,1	0,3	0,3	0
Otros	0,1	1,4	5,8	1,2	0	0,6	5,7	0,1	0,4

Nota: En los activos renovables, la categoría "otros" incluye a los peces y la madera, mientras que en los no renovables "otros" incluyen al carbón y los minerales.

La conservación del capital natural es crítica por múltiples motivos (Mandle et al., 2016; OCDE, 2021d). Como se mencionó anteriormente, el capital natural provee servicios ecosistémicos (por ejemplo, agua y aire limpios, disponibilidad de alimentos, etc.) y asiste en la regulación del clima y en la captura de carbono. En este sentido, la conservación del capital natural puede entenderse como una acción de adaptación y de mitigación del cambio climático.

La conservación del agua como capital natural se ve desafiada por los niveles de **contaminación global** que tienen lugar en los distintos procesos productivos. Lo anterior se ve agravado por el cambio climático. Rojas et al. (2019) plantean la importancia de conservar y proteger los cuerpos de agua de la contaminación para buscar la seguridad hídrica, mediante la disminución del déficit de tratamiento de aguas residuales y la restauración de la calidad de los cuerpos de agua y promoviendo el reúso y aprovechamiento de subproductos derivados del tratamiento. En línea con esta propuesta, la estrategia de economía circular propone, desde una perspectiva de sostenibilidad, maximizar la eficiencia en el uso del recurso natural y minimizar los residuos de producción (ONU Medio Ambiente y Cepei, 2018).

En el caso del recurso hídrico, la principal causa de contaminación es la descarga sin tratamiento previo de las aguas servidas urbanas (Peña et al., 2019). Sin embargo, también debe considerarse que una mala gestión en el uso productivo del agua puede generar severas consecuencias. Por ejemplo, la contaminación por metales, residuos químicos y antibióticos repercute gravemente en la salud de las personas. Al respecto, la Estrategia del Agua 2019-2022 de CAF destaca la importancia del acceso al servicio de agua y el cumplimiento de estándares internacionales de calidad para que el agua sea apta y segura para el consumo humano, el logro de eficiencias y la reducción de la contaminación y la conservación de los ecosistemas.

El capital natural es un elemento esencial en el proceso de desarrollo de cualquier país. A pesar de los amplios beneficios de su conservación, este se encuentra sujeto a múltiples fallas de mercado: constituye un bien público, conlleva externalidades positivas y los derechos de propiedad no están claramente delimitados. Esto implica que las posibles recomendaciones de política deben tomar este aspecto en cuenta para solventar las fallas; por ejemplo, mediante la creación de zonas



La preservación del agua como capital natural se ve desafiada por los niveles de contaminación y por los patrones de consumo y eficiencia, agravándose por el cambio climático.



protegidas (también ayudaría la declaración de especies protegidas), el fomento del ecoturismo como forma de monetizar la conservación, las certificaciones empresariales de conservación, los impuestos a actividades que disminuyan la biodiversidad (por ejemplo, la producción agrícola o desarrollos inmobiliarios) y subsidios para las que la aumenten.

En el contexto descrito, los siguientes capítulos exploran más en detalle los sectores de energía, agua y salud y, en particular, la interacción entre los desafíos sectoriales y aquellos derivados del afrontamiento del cambio climático y la conservación del capital natural. Así, en el sector de la energía se deben priorizar los esfuerzos para lograr la transición energética hacia energías limpias (especialmente solar y eólica) y reducir las emisiones de GEI hasta niveles compatibles con los objetivos ambientales de aumento de la temperatura. En términos del transporte, la región debe impulsar la electrificación de los vehículos, con especial énfasis en el transporte público. Esto se extiende a la industria, el comercio y los usuarios residenciales en cuanto al uso de fuentes energéticas de bajas emisiones como insumo o medio de consumo. En el sector del agua, se debe promover la gestión integral del recurso atendiendo especialmente a las consideraciones de eficiencia, rendición de cuentas y monitoreo en sus múltiples usos y a las estrategias de la economía circular. Complementariamente, la agenda de adaptación a una infraestructura resiliente también se aplica a estos sectores y, en particular, en el sector de la salud, el foco debe ponerse en el fortalecimiento del sistema y sus capacidades para hacer frente

a eventos extremos (incluidos los desastres biológicos, como las epidemias).

Lo anterior es especialmente complejo al considerar los diversos requerimientos de cada país y las amplias heterogeneidades presentes dentro de la región. En cualquier caso, esto permitirá suavizar los choques económicos derivados de la ocurrencia de eventos extremos y posibilitará aprovechar nuevas oportunidades de desarrollo de la inversión.

2

Energía para un mejor medio ambiente

En el capítulo 1 se destaca la importancia de los sectores de infraestructura para alcanzar el desarrollo sostenible conforme a la Agenda 2030 y su interrelación con el medio ambiente (cambio climático y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad). Particularmente, los sectores del agua y la energía tienen metas específicas en los ODS, ya que la provisión de estos servicios determina en gran parte el bienestar económico y social de la población y afecta las condiciones ambientales del planeta.

Para el caso de la energía, en el capítulo 1 se distinguieron dos desafíos ambientales puntuales: aumentar la proporción de energía renovable (desafío 1) y mejorar la eficiencia energética (desafío 2), siendo ambos relevantes para mitigar el cambio climático (desafío 8). Focalizándose en estos desafíos, este capítulo desarrolla su interacción con el sector de la energía, la situación actual de la matriz energética de ALC y cómo se analiza la transición energética en un contexto de cambio climático. Finalmente, se resumen los cambios que la situación ambiental traerá al sector.

Cambio climático y agenda energética

Con el paso del tiempo se ha producido un calentamiento en la atmósfera, el océano y la tierra por la influencia humana y se ha alterado la ocurrencia de eventos extremos (IPCC, 2021). Las emisiones de GEI han cumplido un papel predominante en estos efectos. Es por esto que, frente a la necesidad inmediata de reducir estas emisiones y sus consecuencias, la descarbonización de las actividades económicas es el objetivo que se debe buscar durante el corriente siglo.

En este contexto, el sector energético ocupa un espacio fundamental a nivel mundial, junto con las actividades agrícolas y el cambio de uso del suelo y la deforestación en ALC. Durante el período 2015-2019, el sector energético fue responsable del 76 % de las emisiones globales de GEI y de más del 90 % de las emisiones de CO₂. Por su parte, la región de ALC contribuyó con un 8,4 % de las emisiones globales de GEI y el 6,8 % de las emisiones de CO₂ (cuando su PIB y población



representaron un 8,3 % de los respectivos valores mundiales). Los combustibles fósiles produjeron un 46 % de las emisiones de GEI y un 66 % de las emisiones de CO₂ en la región. Un 44 % de las emisiones de GEI provino de las actividades agropecuarias y el uso del suelo (gráfico 1.3 del capítulo 1). En ese período, Argentina, Brasil, México y Venezuela (que representan el 65 % de la población y el 71 % del PIB) fueron responsables del 75 % de las emisiones del sector energético y el 71 % de las emisiones totales de ALC.

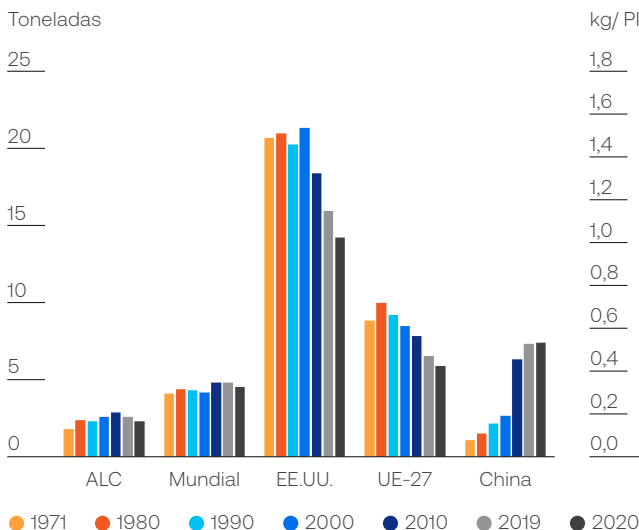
Si bien los niveles de emisión en esta región son bajos respecto al promedio global (ver, por ejemplo, las emisiones de CO₂ per cápita versus el nivel de ingresos reales en el gráfico 2.1) y,

en particular, al de los países desarrollados, la tendencia de los últimos 50 años es clara en dos aspectos. Por un lado, las emisiones de CO₂ per cápita muestran una tendencia levemente creciente en ALC (con una reducción en 2020), mientras que fueron disminuyendo en la Unión Europea y Estados Unidos. En esta dimensión, se destacan las emisiones causadas por China durante el período de expansión. Por otro lado, las marcadas diferencias entre regiones de las emisiones por unidad de valor agregado de la economía durante las décadas de 1970 y 1980 (según se ve en los años seleccionados en el gráfico) se fueron reduciendo significativamente durante las dos primeras décadas del siglo XXI. En esta dimensión, ALC ha quedado rezagada.

Gráfico 2.1
Emisiones totales de CO₂ por países y regiones en años seleccionados entre 1971 y 2020

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Ritchie et al. (2020) y Banco Mundial (s.f.a).

Panel A. Emisiones per cápita



Panel B. Emisiones por PIB

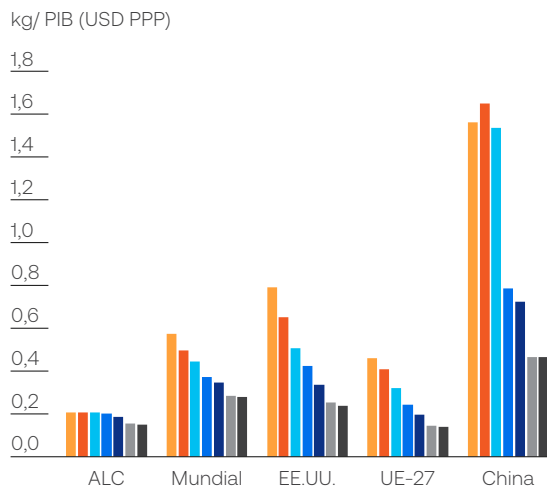
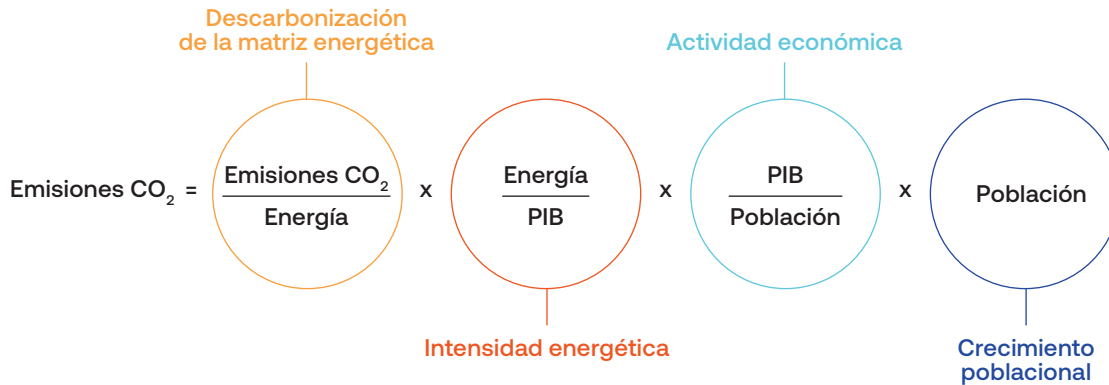


Figura 2.1
Descomposición de las emisiones per cápita aplicando la Identidad de Kaya

Fuente: Elaboración propia.



Las diferencias en emisiones per cápita entre países reflejan, a su vez, diferencias en tecnologías (composición de la matriz energética, aislamiento en hogares y edificios, etc.) y opciones de consumo (transporte utilizado, distancias al trabajo, concentraciones urbanas, etc.). Una forma habitual de racionalizar las emisiones per cápita es a través de la identidad de Kaya, que permite descomponer las emisiones per cápita en tres contribuciones, según se ilustra en la figura 2.1: i) la intensidad de carbono de la producción energética (qué tan limpia es la producción de energía); ii) la intensidad energética (cuánta energía se necesita para producir el PIB); y iii) el PIB per cápita (crecimiento de la economía).

Siguiendo esta metodología, el gráfico 2.2 presenta una descomposición de la variación de las emisiones según el crecimiento orgánico poblacional, la actividad económica, la intensidad energética y la descarbonización de la matriz energética. Para el caso de ALC, mientras que las décadas de 1970 y 1980 se caracterizaron por cambios en la estructura energética que apuntaban a una descarbonización, las primeras dos décadas del siglo XXI estuvieron marcadas por mejoras en la eficiencia energética.

Se puede observar que la descarbonización de la matriz (relacionada con el desafío 1 del

capítulo 1) y la eficiencia energética (desafío 2) permiten contener la presión sobre el aumento de emisiones que el crecimiento económico y poblacional demanda (como se observa entre décadas en el caso de China) e incluso hacen posible reducciones en los niveles de emisiones. Esto se ve en ALC para el período 2010–2019, Estados Unidos para el período 2000–2019 y la Unión Europea para las últimas cuatro décadas (ver el gráfico 2.2). Por tanto, la descarbonización en el sector de la energía¹⁴ pasa por un conjunto de intervenciones que apuntan a lo siguiente: la conversión de un sistema energético basado en combustibles fósiles y carbón a uno basado en fuentes primarias que contribuyan a la reducción de las emisiones (por ejemplo, fuentes renovables y sustitución del carbón y los combustibles líquidos por gas natural en la matriz eléctrica¹⁵); un mayor componente eléctrico en la matriz energética a través de la migración de distintos consumidores (electrificación de la demanda de energía o consumo de energéticos de bajas o nulas emisiones, como hidrógeno verde); la búsqueda de eficiencias (como eficiencia energética en los puntos de consumo y ganancias de eficiencia en los distintos segmentos de la cadena de valor); y desarrollos en captura y almacenamiento de carbono. Estos cambios deseados deben ser inducidos por medidas institucionales y regulatorias que ajusten los

¹⁴ La descarbonización de actividades relacionadas con los sectores agropecuarios, la silvicultura y el uso de la tierra no se analiza en este reporte. Ver Bataille et al. (2020).

¹⁵ La sustitución de las centrales térmicas operadas con carbón por plantas de generación de energía altamente eficientes de ciclo combinado de gas natural o por plantas combinadas de generación de energía y calor podría reducir las emisiones a corto plazo (en la medida que se controle la liberación de metano fugitivo).

El sector de energía generó el 47 % de las emisiones de GEI y el 62 % de las emisiones de CO₂ originadas en ALC.

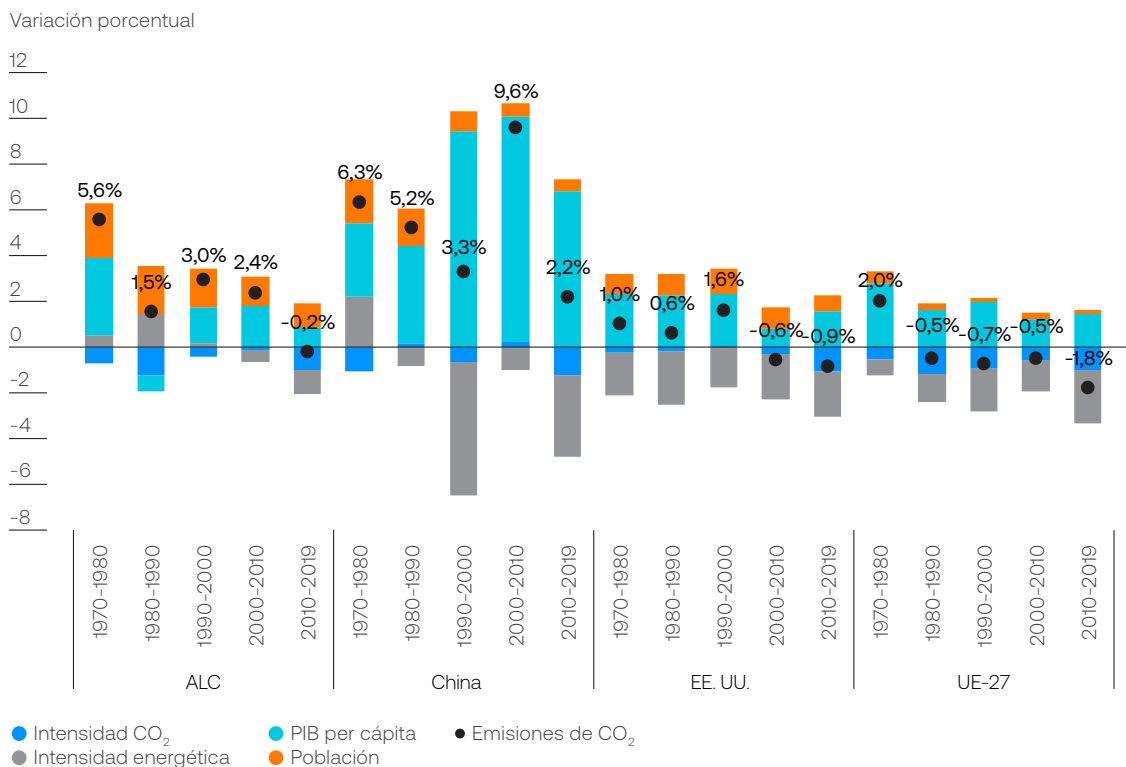


distintos sectores y sus participantes a la nueva situación (por ejemplo, una tasa o precios al carbono o, alternativamente, un conjunto de medidas de oferta y demanda), pero atendiendo los contextos locales y priorizando su capacidad

de apoyar el desarrollo sostenible; esto es, optimizando la accesibilidad, calidad, confiabilidad y asequibilidad de los servicios bajo el objetivo ambiental perseguido por los países. Este proceso se denomina transición energética.

Gráfico 2.2
Cambio porcentual en emisiones de CO₂, población, PIB per cápita, intensidad energética e intensidad de emisiones (en promedios anuales por década)

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Ritchie et al. (2020) y Banco Mundial (s.f.a).



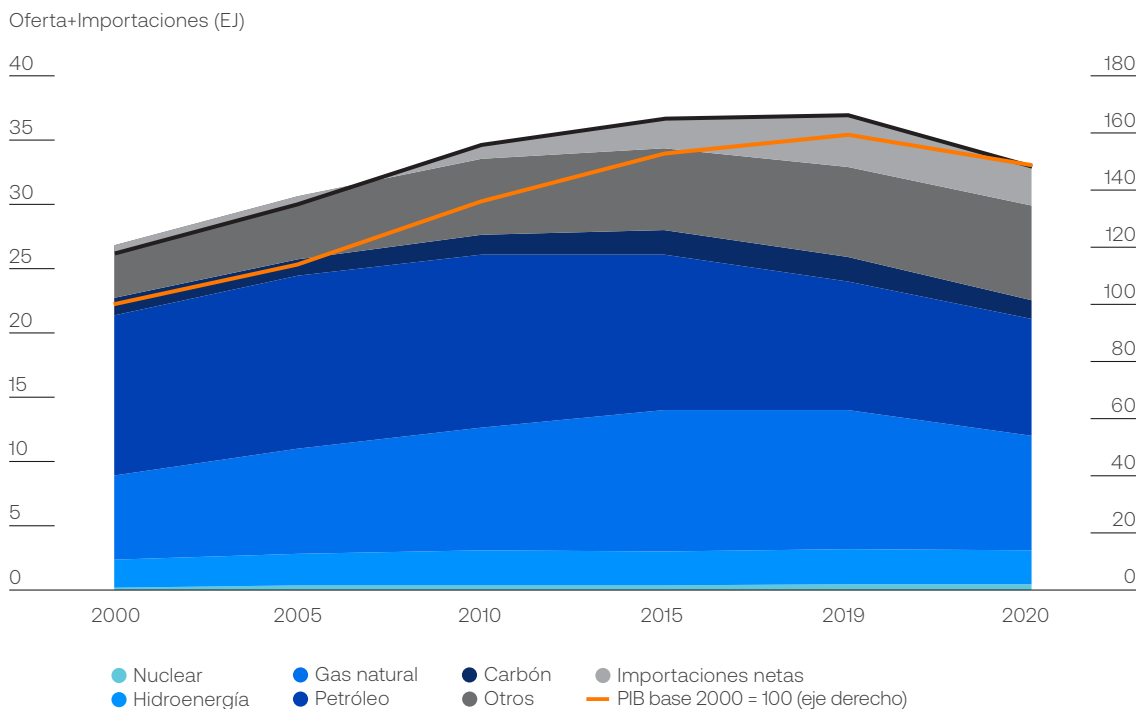
La matriz energética de América Latina y el Caribe

Dada la importancia de la composición de la matriz energética para la reducción de las emisiones de GEI, en este subapartado se analiza la evolución y situación actual de la matriz de la región, desagregando por componentes y países. Para ello se utilizan las matrices de años seleccionados entre 2000 y 2020, de acuerdo con la información disponible en la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE). El gráfico 2.3 muestra la evolución de la oferta total de energía primaria más importaciones netas de energía secundaria en ALC en cada uno de los años

considerados, así como un índice agregado de PIB para la región. La oferta total de energía primaria y las importaciones netas en energía secundaria en ALC pasaron de 26,2 exajulios (EJ)¹⁶ en el año 2000 (26,8 EJ de producción y 0,6 EJ de exportaciones netas de energía secundaria) a 36,9 EJ en 2019 (32,9 EJ de producción y 4,0 EJ de importaciones netas), periodo en el que el PIB de la región creció un 59 %. En el gráfico 2.3 se aprecia un aparente cambio de tendencia en la relación entre energía primaria y PIB en el año 2010. Por otra parte, este gráfico muestra la caída en la actividad económica y en las necesidades de energía en el año 2020 (situación causada por la pandemia generada por el COVID-19).

Gráfico 2.3
Energía primaria más importaciones de energía secundaria y PIB en ALC en años seleccionados entre 2000 y 2020

Fuente: Elaboración propia con base en información de OLADE (s.f.) y Banco Mundial (s.f.a).



Nota: Los valores del PIB están en moneda constante (USD de 2015), con base 2000 = 100.

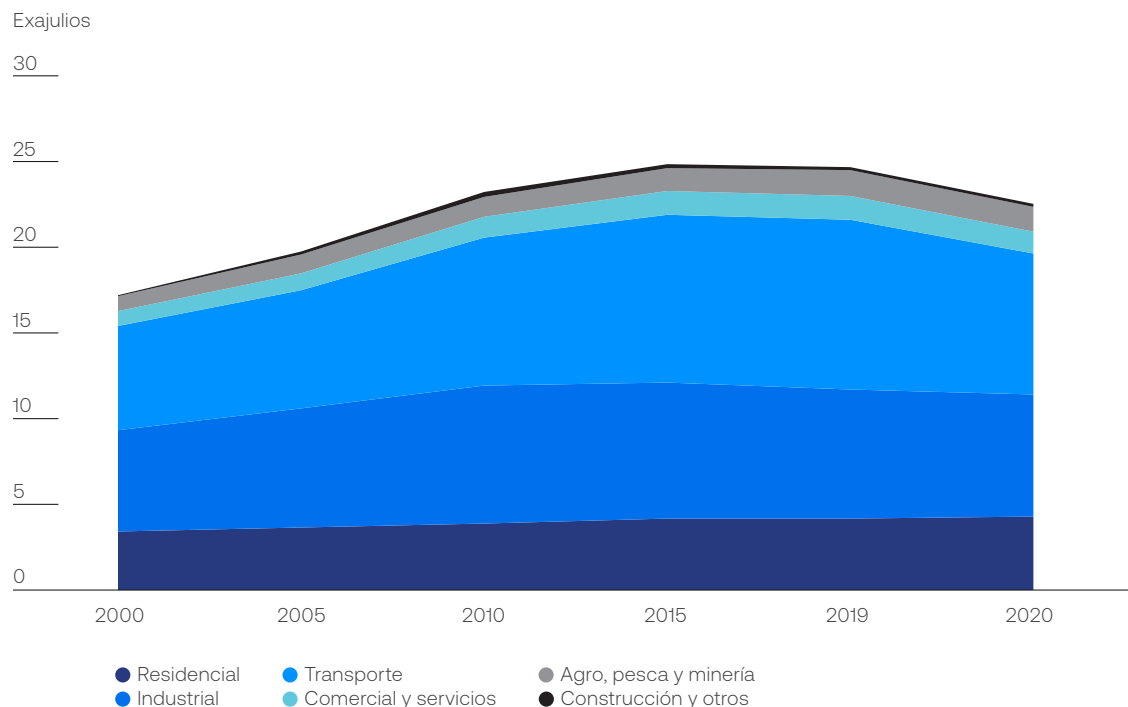
¹⁶ Un exajulio equivale a mil millones de gigajulios (una tonelada equivalente de petróleo [tep] equivale a 41,84 gigajulios, según datos publicados por OLADE).

Finalmente, el gráfico 2.3 refleja también el cambio en la composición de las fuentes de energía primaria. Entre 2000 y 2019 se produjo un reemplazo del petróleo (su participación disminuyó 16,8 puntos porcentuales) por gas natural (aumentó 5,6 puntos porcentuales) y otras fuentes de energía, que abarcan las renovables (3,9 puntos porcentuales).¹⁷ Otra característica de la región es que aumentaron sus importaciones netas de fuentes secundarias (que son principalmente derivados del petróleo) en 4,6 EJ. La participación del carbón creció marginalmente. En términos netos, se aprecia una leve caída en las emisiones por unidad de energía en la primera década de ese período (según ilustra el gráfico 2.2).

El consumo final de energía creció desde 17,3 EJ en 2000 hasta 24,9 EJ en 2015 y luego se estabilizó en torno a los 24 EJ y 25 EJ hasta 2019, para caer posteriormente a 22,6 EJ en 2020 (gráfico 2.4). El principal cambio que se observa en la composición sectorial de la demanda doméstica de energía es la caída en la participación del consumo industrial y residencial (4 puntos y 3 puntos, respectivamente), compensada por el aumento de los sectores del transporte (5 puntos), agrario, comercial y de servicios (2 puntos). El año 2020 fue especial para el sector del transporte, ya que, debido a las restricciones impuestas a la movilidad ese año, su participación relativa cayó a porcentajes similares a los del 2000.

Gráfico 2.4
Evolución y composición relativa del consumo final en ALC en años seleccionados entre 2000 y 2020

Fuente: Elaboración propia con base en datos de OLADE (s.f.).



¹⁷ La información disponible de OLADE no permite identificar las energías renovables en forma detallada, ya que estas se encuentran agrupadas con "otras primarias".

De la comparación de los gráficos anteriores, se destaca una pérdida de posición competitiva de la región en el comercio de energéticos. En el año 2000, la región era exportadora neta de energía (0,6 EJ); diez años después ya había cambiado su posición a importadora neta, para mantenerla desde entonces (4,0 EJ en 2019).

Por su parte, el gráfico 2.5 ilustra la composición sectorial del consumo en el año 2019 (último año de información disponible antes del cambio sufrido en 2020), enfatizando las realidades de los países que quedan ocultas en el promedio regional. En algunos de ellos, el sector del transporte llega a representar más del 50 % del consumo de energía (Bolivia, Costa Rica y Ecuador), en otros, el sector industrial representa más del 40 % (Trinidad y Tobago,

Uruguay y Venezuela), mientras que en un tercer grupo el sector más preponderante es el residencial (Guatemala, Honduras y Nicaragua). En Argentina, Paraguay y República Dominicana el consumo es más balanceado entre esos tres sectores.

El consumo de electricidad de la región representa un poco menos del 20 % del consumo energético (gráfico 2.6). En algunos casos extremos puede representar más del 23 % (p. ej., en Panamá, República Dominicana y Venezuela) y en otros se encuentra por debajo del 10 % (Guatemala, Jamaica y Trinidad y Tobago).

Gráfico 2.5
Consumo final de energía por sector y por país en 2019

Fuente: Elaboración propia con base en datos de OLADE (s.f).

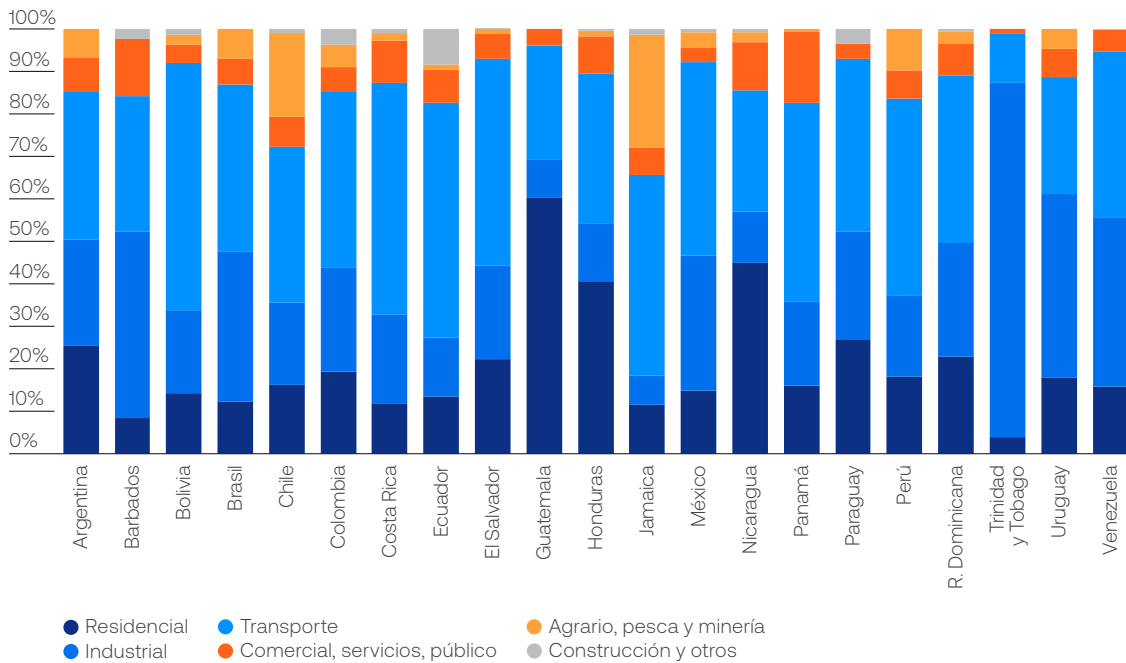
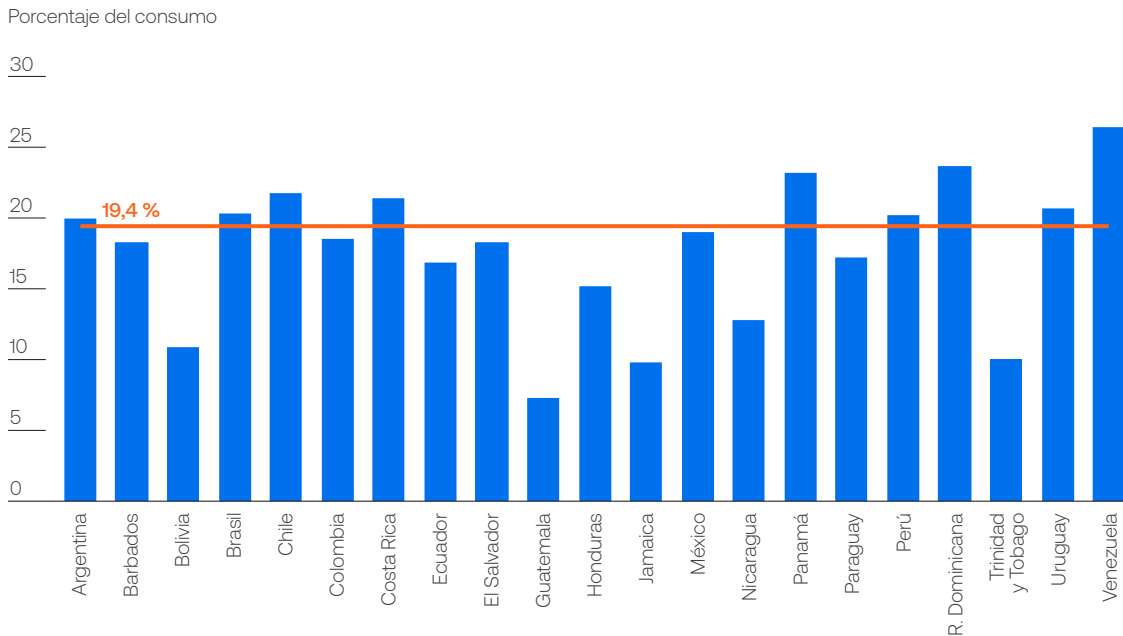


Gráfico 2.6
Participación de la electricidad en el consumo energético final en 2019

Fuente: Elaboración propia con base en datos de OLADE (s.f).



Nota: En el año 2020, este ratio era del 21,3 %.

De la comparación del gráfico 2.3 con el gráfico 2.4 surge una observación relevante para la región: la intensidad energética y la eficiencia del sector energético dependen de cómo se midan. La aproximación tradicional es comparar el consumo doméstico y la oferta primaria (neta) versus el PIB. El panel A del gráfico 2.7 muestra una caída en la relación entre el consumo doméstico de energía y el PIB (9 % entre 2000 y 2019), indicando una mejora en la intensidad energética, mientras que el cociente entre el consumo doméstico y la oferta primaria aumentó (el 27 %). Esta aproximación oculta, sin embargo, el cambio de exposición internacional de la región, de exportadora a importadora neta en fuentes secundarias de energía. El panel B del gráfico 2.7 muestra las mismas relaciones para intensidad y eficiencia, ajustando la oferta total con la importación neta secundaria de combustibles (necesaria para el consumo final)

y la demanda total. Bajo esta aproximación, la eficiencia del sector (definida como la necesidad de recursos para atender las necesidades de consumo) se ha mantenido constante, mientras que la intensidad energética (medida como el consumo total de energía para generar el valor agregado de la economía) ha mejorado un 10 % entre 2000 y 2019. La evidencia para la región sugiere que ello se debe principalmente a una reducción en el consumo de los usuarios — mejoras en eficiencia energética— y no tanto a cambios productivos o de consumo hacia actividades menos intensivas en energía.¹⁸

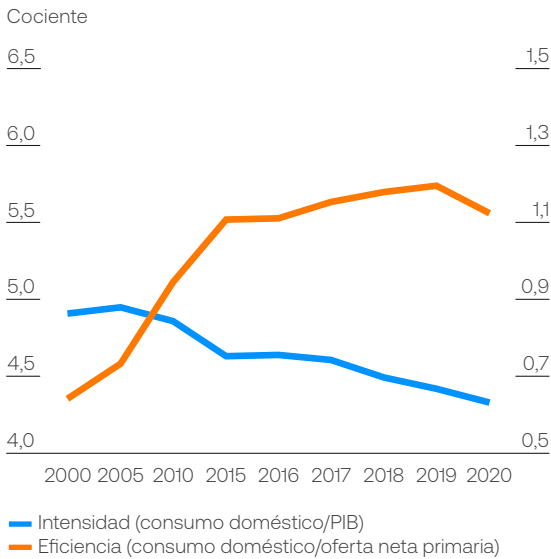
¹⁸ Existe evidencia en otras regiones del mundo sobre distintos determinantes de las mejoras en intensidad energética, como la estructura económica del país, el clima, el tamaño de la economía, el precio de la energía, las medidas de eficiencia energética y el tipo de cambio, entre otros (Cornillie y Fankhauser, 2004; Filipović et al., 2015; Sun et al., 2022). No obstante, Jiménez y Mercado (2014) descomponen la intensidad energética en un factor de intensidad puro y otro factor correspondiente a la estructura económica de cada país (identificando actividades productivas) y destacan la importancia del primer factor.

Gráfico 2.7

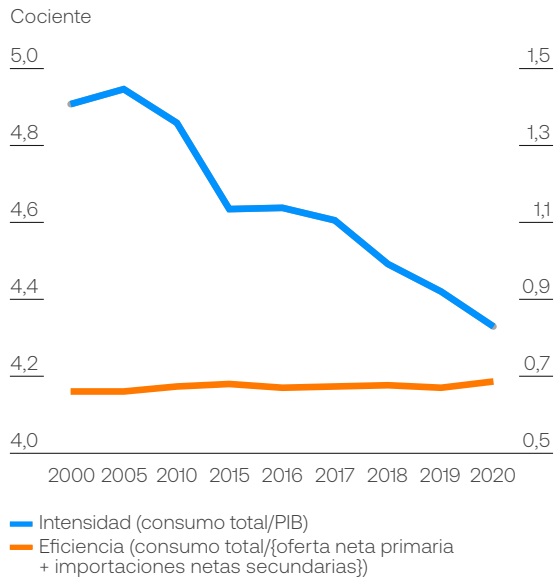
Intensidad energética y eficiencia sectorial

Fuente: Elaboración propia con base en información de OLADE (s.f.) y Banco Mundial (s.f.a).

Panel A. Producción, consumo doméstico y PIB



Panel B. Oferta, demanda y PIB



La diferencia entre la matriz energética y la submatriz eléctrica es clave para entender las políticas energéticas para una transición. Así, es posible que una matriz eléctrica sea relativamente “verde” en la región, pero esto no significa que la oferta energética provenga de fuentes limpias por tres razones. En primer lugar, porque una parte importante de las fuentes correspondientes al resto de la matriz energética suele venir de derivados del petróleo. Esto queda claro al comparar el gráfico 2.8 con el gráfico 2.9. Por ejemplo, el 75 % de la generación eléctrica de Brasil es de baja emisión (nuclear, hidroeléctrica, fuentes no convencionales y biomasa), pero ese porcentaje se reduce al 50 % en la matriz energética. Una situación similar ocurre en Colombia o Ecuador. En segundo lugar, la consideración aislada de la oferta primaria de recursos energéticos, sin tener en cuenta la importación (que generalmente es de derivados del petróleo), puede generar sesgos en el análisis. Por ejemplo, Costa Rica y El Salvador no producen petróleo. Si bien su oferta primaria es completamente “limpia”, necesitan importar combustibles para la generación de electricidad y el consumo del transporte. La importación en estos países representa respectivamente el 39 % y 68 % de sus necesidades energéticas. En tercer lugar, aun teniendo una matriz eléctrica

con un porcentaje importante de generación de fuentes limpias, el incremento en el consumo de electricidad (producto de políticas de sustitución del consumo) se abastecerá con la capacidad de generación incremental dada la configuración existente, porque las fuentes renovables ya se están utilizando prácticamente a pleno. Esto se observa claramente en el gráfico 2.9: con excepción de Costa Rica, Paraguay y Uruguay (y Trinidad y Tobago, que utiliza gas natural), prácticamente todos los países generan electricidad con combustibles líquidos o carbón. De hecho, países como Chile, Colombia, Guatemala, Panamá y República Dominicana aún dependen fuertemente del carbón. Así, políticas de demanda que impliquen incrementos en el consumo eléctrico tendrán un impacto bajo o nulo en emisiones si no se complementan con incrementos de capacidad de generación en fuentes renovables que aún tienen potencial (hidráulica, eólica, solar y geotérmica).

El consumo de electricidad de la región representa cerca del 20 % del consumo energético. Una matriz eléctrica relativamente “verde” no asegura que la oferta energética sea limpia.



Gráfico 2.8
Composición relativa de la energía primaria por fuente y por país en 2020

Fuente: Elaboración propia con base en datos de OLADE (s.f).

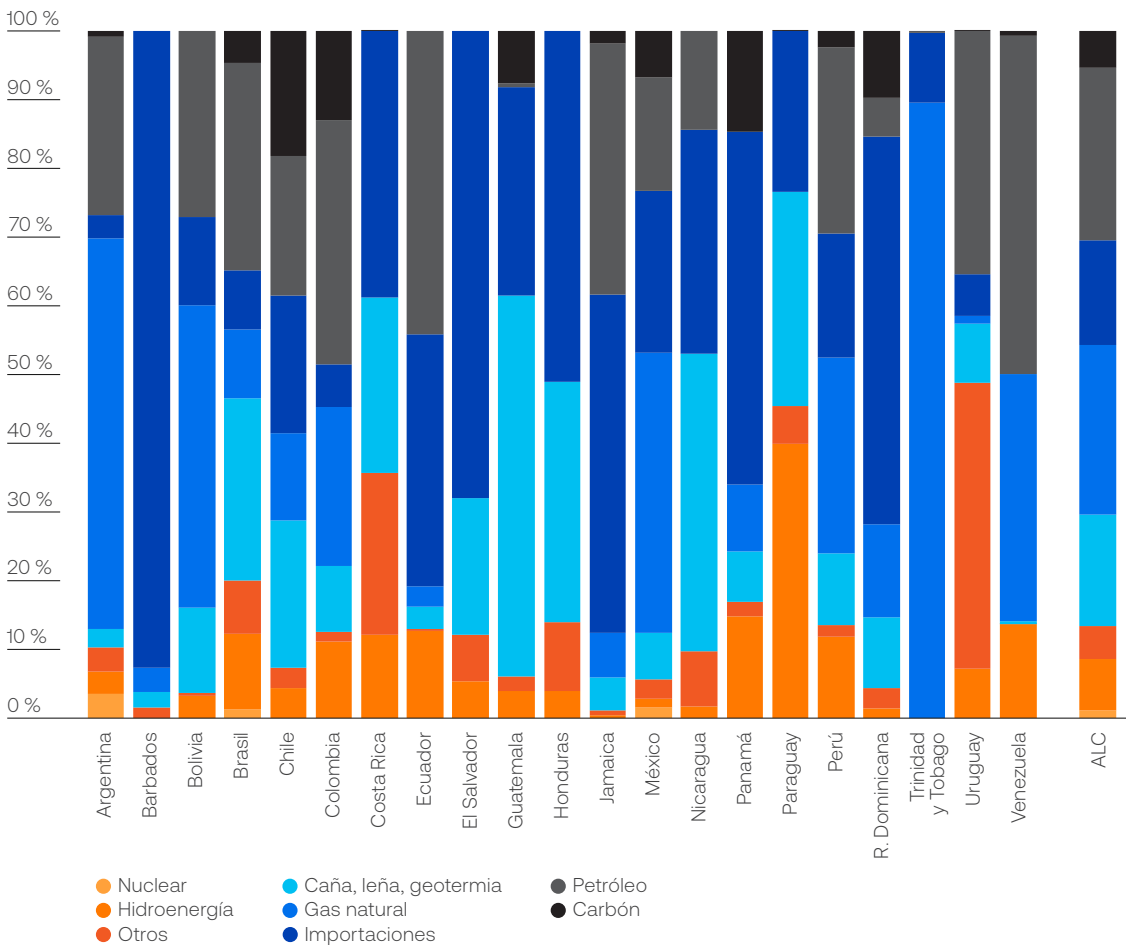
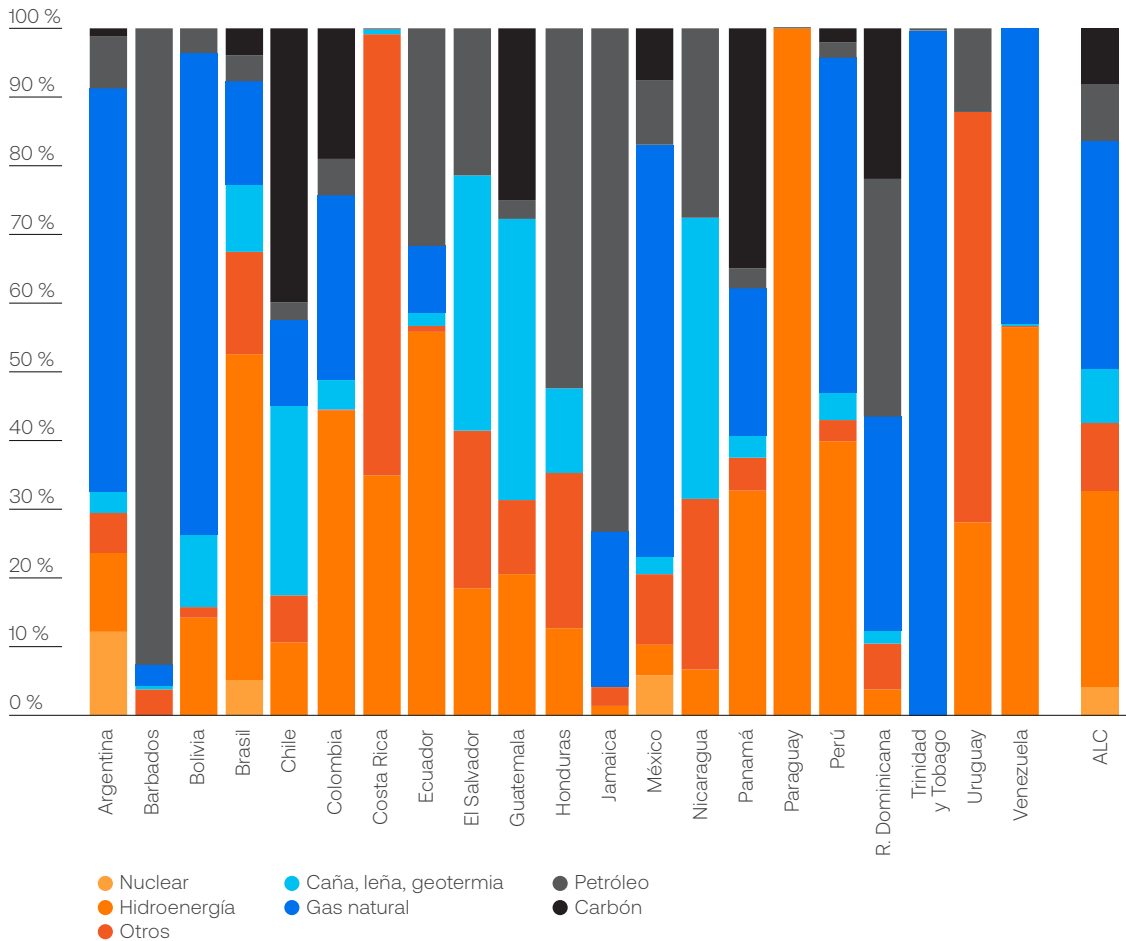


Gráfico 2.9

Composición relativa de la generación de electricidad por fuente y por país en 2020

Fuente: Elaboración propia con base en datos de OLADE (s.f.).

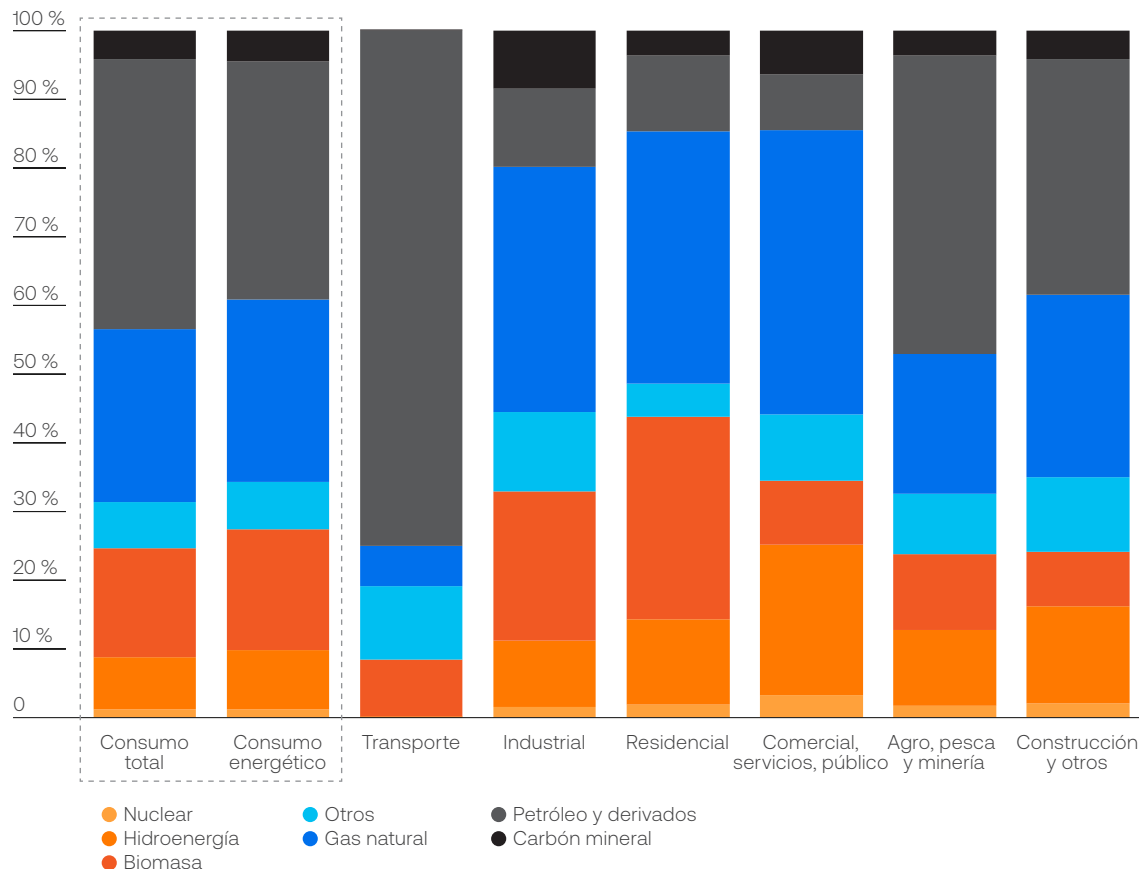


Por último, el gráfico 2.10 presenta un ejercicio que muestra la composición de fuentes de energía (oferta primaria e importación de fuentes secundarias) para atender la demanda final de la región en el año 2020. Si bien esta combinación no presenta diferencias significativas con el del gráfico 2.8 (solo se asigna la importación según la fuente de energía), es posible observar una preponderancia de fuentes fósiles, especialmente de petróleo y derivados y del gas natural, en todos los sectores de consumo, como el transporte, las actividades primarias (explotación agropecuaria, pesca y minería) y la construcción. En el sector del transporte, el 75 % del consumo se abasteció con petróleo y derivados en 2020 (83 % en 2019). Por su parte, sectores como el industrial, residencial y

comercial presentan una elevada participación del gas natural (cercana al 40 %). Dadas las diferencias en las matrices sectoriales, es claro que la descarbonización de los sectores de consumo implica la sustitución de distintas fuentes y en diferentes intensidades.

Gráfico 2.10
Composición relativa de la energía necesaria para satisfacer el consumo final en ALC por fuente de energía y por sector de consumo en 2020

Fuente: Elaboración propia con base en datos de OLADE (s.f).



Nota: La matriz de 2020 presenta un sesgo en la combinación de energéticos para transporte producto de la crisis pandémica de 2020 (en el último año de prepandemia, los derivados del petróleo representaron el 83 % de las necesidades de energía para transporte). Por su parte, dado el dinamismo de la generación renovable no convencional, se decidió mostrar el dato más actualizado de esta fuente de energía.

Heterogeneidades de los países de la región

La transición de las economías al uso de fuentes energéticas bajas en emisiones encuentra a los países de la región en diferentes niveles de evolución sectorial y de desarrollo sostenible.

En primer lugar, la matriz energética de la región ha mostrado una reducción en la participación del petróleo y sus derivados y del carbón (aunque compensada parcialmente por la importación de derivados del petróleo), acompañada de aumentos en la participación del gas natural y las energías renovables (gráfico 2.3). Además, la

matriz eléctrica de la región posee una elevada participación de la generación proveniente de fuentes renovables (gráfico 2.9). Sin embargo, este buen desempeño regional esconde amplias heterogeneidades entre países, con diferente dependencia del carbón y los hidrocarburos y variados niveles de penetración de fuentes renovables, tanto a nivel sectorial (gráfico 2.9) como por grupo de consumo (gráfico 2.10).

Una fuente de heterogeneidad es el avance en la incorporación de fuentes no convencionales en la matriz energética. Al comparar el nivel de penetración de las energías renovables no convencionales (ERNCC) en 2000 con los cambios registrados hasta 2020, es posible destacar el desempeño de

algunos países y agrupar a los restantes conforme a trayectorias similares (gráfico 2.11). Dentro de los casos destacados se encuentra Uruguay, que incrementó el nivel de penetración de ERNC desde el 1 % en 2000 al 42 % en 2020. En este caso, se observa un proceso de reemplazo de las fuentes con altas emisiones de GEI (la producción de petróleo pierde el 22 % de participación, mientras que las importaciones descienden el 4 %) y de la hidroenergía (cuya participación cae el mismo periodo un 11 %) por ERNC.

Varios países de América Central tienen un desempeño similar, con crecimientos en la participación de las ERNC cercanos o mayores al 5 % (Costa Rica, 9 %; El Salvador, 4,5 %; Honduras, 10 %; Nicaragua, 6 %). Dentro de este grupo, Costa Rica ya contaba con una penetración por encima del 14 % en 2000. Igualmente, estos incrementos hacen que esos países sean de los pocos en la región cuya participación de ERNC en 2020 supera el 5 % (Costa Rica, 23 %; El Salvador, 7 %; Honduras, 10 %; Nicaragua, 8 %). Este grupo de

países logra aumentar su participación de ERNC, compitiendo con otras fuentes (Costa Rica baja sus importaciones; Honduras reduce el carbón y la biomasa; Nicaragua y El Salvador disminuyen el petróleo, pero pasan a importar derivados).

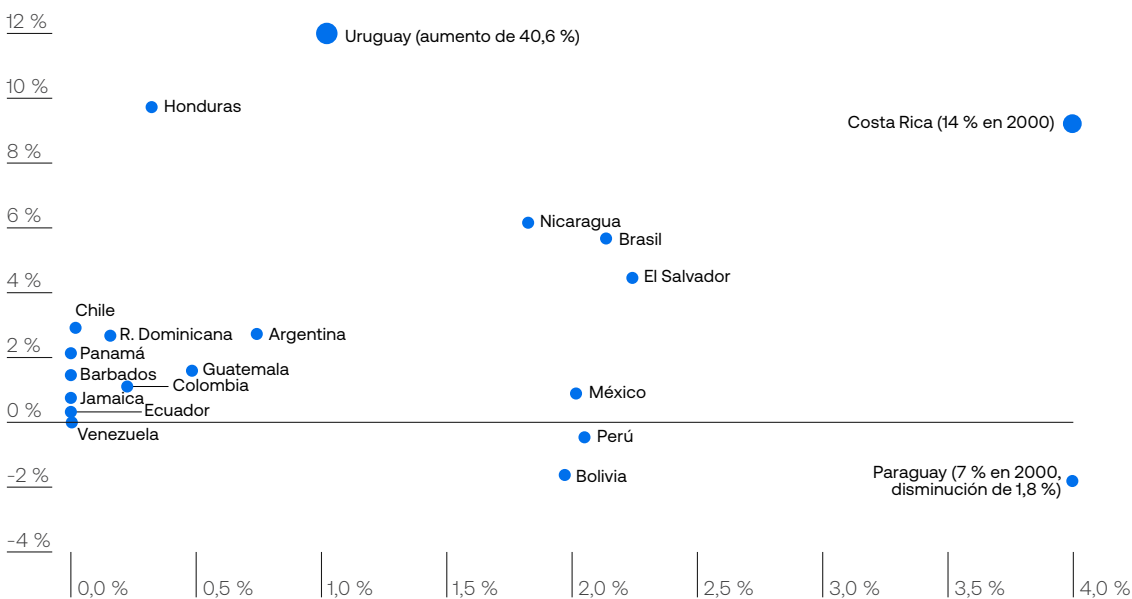
Existe otro país en Sudamérica con una trayectoria similar al grupo de países de América Central, que es Brasil. El crecimiento en la participación de ERNC en ese país fue de casi el 6 %, partiendo de un valor superior al 2 % en 2000, disminuyendo la oferta doméstica de fuentes de altas emisiones de GEI (carbón y petróleo).

En el otro extremo, se encuentran Bolivia, Paraguay y Perú, con avances nulos en la incorporación de renovables no convencionales. De esa forma, la aleatoriedad en sus fuentes de generación hidroeléctrica se ha compensado con importaciones (principalmente de derivados del petróleo), exportaciones (excesos de generación hidroeléctrica en Paraguay) y biomasa.

Gráfico 2.11
Comparación entre la situación de las ERNC en la matriz energética en 2000 y su crecimiento hasta 2020

Fuente: Elaboración propia con base en datos de OLADE (s.f).

Cambio porcentual de la ERNC en la matriz energética (2020 vs. 2000)



Participación de ERNC en la matriz energética (2000)

Nota: La comparación de este cambio en energías renovables no convencionales y la base verde de la oferta energética (hidroeléctrica, biomasa, geotermia, etc.) genera los mismos agrupamientos.

El resto de los países de la región no tienen un desempeño destacado ni en cuanto a su nivel de penetración de ERNC en el año 2000 (menores o iguales al 2 %) ni por su evolución en las últimas dos décadas (menor al 3 %), por lo que actualmente presentan niveles de participación de ERNC inferiores al 4 %.

Una segunda fuente de heterogeneidad es la dependencia fiscal de los países del sector de hidrocarburos. Aprovechando la información anterior, se compara el grado de penetración de las ERNC en la matriz energética durante las últimas dos décadas con la situación económica y fiscal existente en los países (capturada por la importancia de los recursos tributarios provenientes de los hidrocarburos respecto de las cuentas públicas).¹⁹ El gráfico 2.12 (construido para los países de los que se tiene información fiscal) muestra tres grupos de casos relevantes. Por un lado, Uruguay no tiene recursos naturales energéticos en

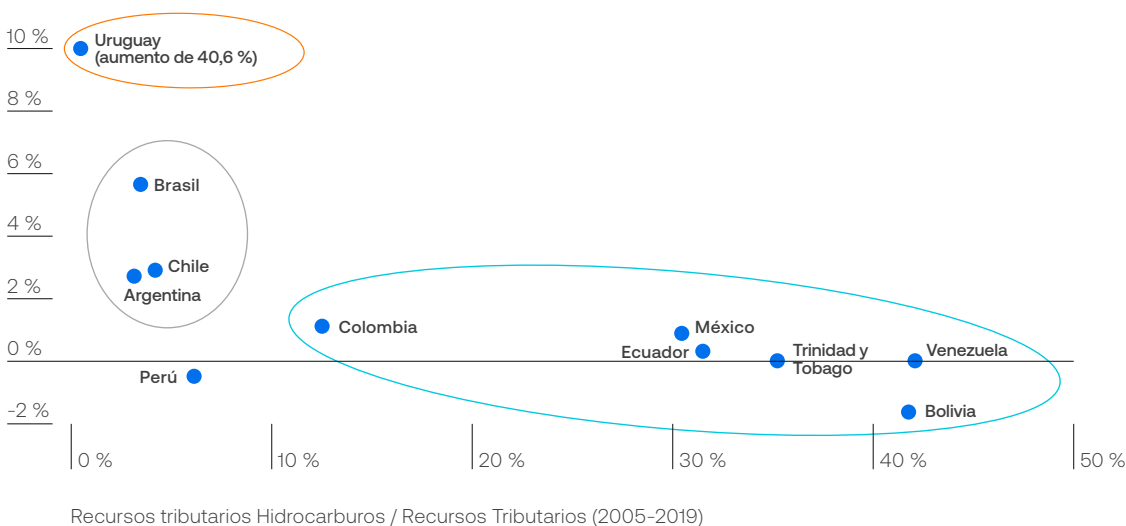
su matriz primaria, de modo que el crecimiento de la capacidad de generación limpia no impacta en sus cuentas fiscales (en esta dimensión). Otro grupo de países, compuesto por Bolivia, Colombia, Ecuador, México, Trinidad y Tobago y Venezuela, dependen fuertemente de esta fuente de ingresos, de manera que un cambio abrupto en la matriz de la oferta podría afectarlos significativamente.²⁰ Por último, países como Brasil, Chile y, en menor medida, Argentina han avanzado más recientemente en la incorporación de fuentes renovables, por lo que su situación podría cambiar en el futuro.

En línea con este análisis, el fomento de ciertas políticas en favor de una transición que requiera, por ejemplo, determinados subsidios, también encontraría una resistencia en la realidad fiscal dominada por una situación deficitaria de la mayoría de los países.

Gráfico 2.12 Comparación entre crecimiento de ERNC en la matriz energética entre 2000 y 2020 y representatividad fiscal de hidrocarburos

Fuente: Elaboración propia con base en datos de OLADE (s.f.) e información provista por la Dirección de Estudios Macroeconómicos de la Gerencia de Conocimiento de CAF.

Cambio en la % de ERNC
en Matriz Energética 2020 vs 2000



¹⁹ Esta dependencia con el sector de hidrocarburos busca aproximar la situación económica (importancia del sector y sus encadenamientos productivos) y fiscal (importancia en la recaudación impositiva) de los países, como potencial fricción a la adopción de cambios tecnológicos de bajas emisiones. En lo que respecta a la dimensión fiscal, sin embargo, este indicador no captura los ingresos que pueden aportar las nuevas fuentes de generación. Por ejemplo, una fuente de ERNC puede aportar más IVA u otros impuestos asociados con ventas que una fuente térmica, dado un mismo precio de la electricidad, por utilizar menos insumos en la generación.

²⁰ En la medida que los ingresos fiscales provenientes de los hidrocarburos pierden importancia en las cuentas públicas, esta situación podría modificarse. En varios países, esta relevancia ha caído fuertemente a partir de 2015, no solo por la evolución de los precios internacionales, sino también por una caída en la productividad interna.

Una tercera fuente de heterogeneidad es el sendero de desarrollo económico por el que transitan los países. La literatura ha estudiado la relación entre esta variable y las emisiones, dando lugar a la hipótesis de una relación con forma de U invertida, que lleva el nombre de curva medioambiental de Kuznets. La evidencia es mixta sobre estos resultados (ver la revisión de Kaika y Zervas, 2013). Generalmente se produce una relación positiva entre el crecimiento y las emisiones de CO₂, hasta alcanzar un nivel de desarrollo, para luego transitar un sendero de emisiones decrecientes con el crecimiento. Si bien no es el objetivo de este reporte realizar un análisis a este nivel de detalle, se destaca que varios países de la región tienen un PIB per cápita muy por debajo de los niveles de países desarrollados y del promedio mundial. De esta

manera, los países de la región se encuentran con necesidades de crecimiento económico y de consumo energético (relacionados positivamente, según ilustra el gráfico 2.13) que condicionan una transición energética.

Una cuarta fuente de heterogeneidad son los niveles de desarrollo, desigualdad y pobreza en los que se encuentran los países de la región. El gráfico 2.14 ilustra los niveles de pobreza según dos umbrales de la canasta de consumo (USD 1,90 y USD 5,50 diarios a paridad de poder de compra de 2011) para el año 2019 (o el más reciente con dato disponible). Esta situación se agravó a partir de 2020. Al igual que las anteriores, las dimensiones aún irresueltas del desarrollo son un condicionante adicional para las políticas de transición energética.

Gráfico 2.13
Comparación entre el PIB per cápita y la oferta primaria neta de energía per cápita en 2019

Fuente: Elaboración propia con base en datos de OLADE (s.f.), EIA (s.f.) y Banco Mundial (s.f.a).

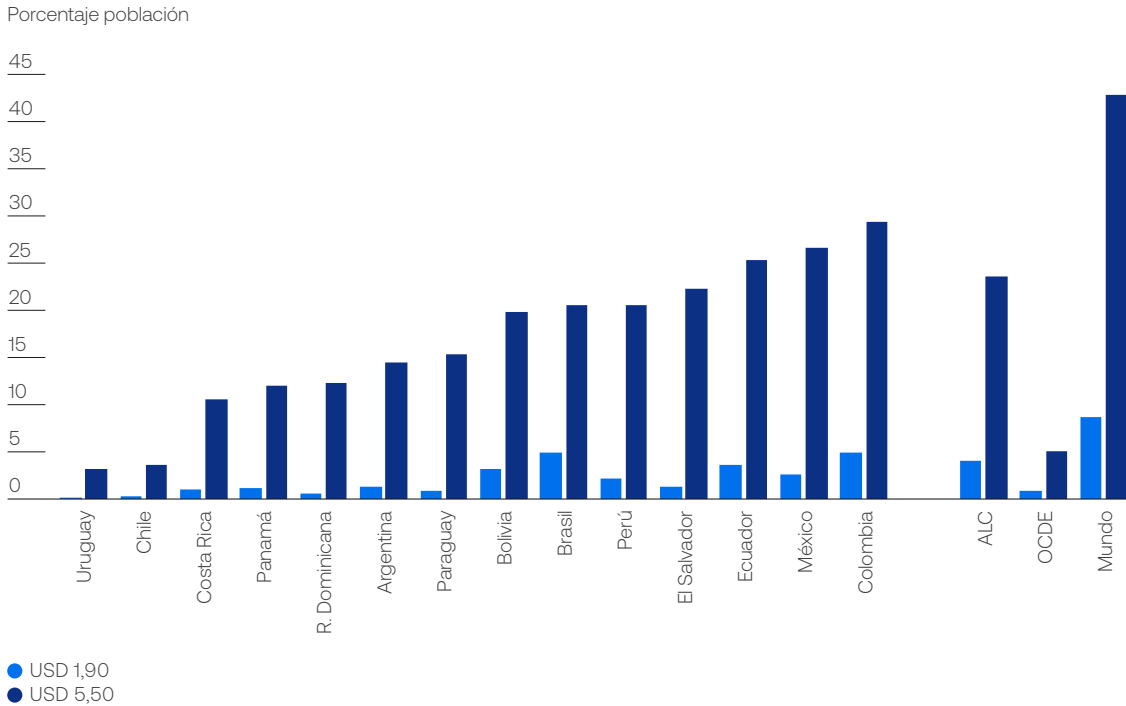
Oferta primaria neta per cápita (GJ/habitante)



Nota: Se omite el dato de oferta primaria neta p.c. de Trinidad y Tobago.

Gráfico 2.14
Niveles de pobreza con umbrales de USD 1,90 y USD 5,50 en 2019

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Banco Mundial (s.f.a).



Nota: Porcentaje de población que no alcanza a gastar el valor diario (en USD a paridad de poder de compra de 2011). Datos de 2019 o del año más reciente con información disponible.

De estas comparaciones surgen algunas agrupaciones de países que comparten características comunes. Por un lado, Costa Rica, Chile, Panamá y Uruguay son países con un alto PIB per cápita en la región, poca dependencia de los hidrocarburos en las finanzas públicas y niveles de pobreza de bajos a intermedios. Un segundo grupo lo conforman Argentina y Brasil, con un PIB intermedio, pobreza de intermedia a alta y dependencia relativamente baja del sector de hidrocarburos en las cuentas fiscales. Un tercer grupo incluye a Colombia, Ecuador

y Bolivia, con un bajo PIB per cápita, pobreza más alta y elevada participación fiscal de los hidrocarburos. Estas distintas realidades de los países de la región permiten adelantar que el mayor desafío energético ambiental es recorrer una transición energética comprometida con el planeta y fiscalmente viable que logre un equilibrio entre las necesidades (ambientales, pero también económicas y sociales) y las capacidades de la región de alcanzar una determinada velocidad de transición.

Dimensiones de las brechas de servicios

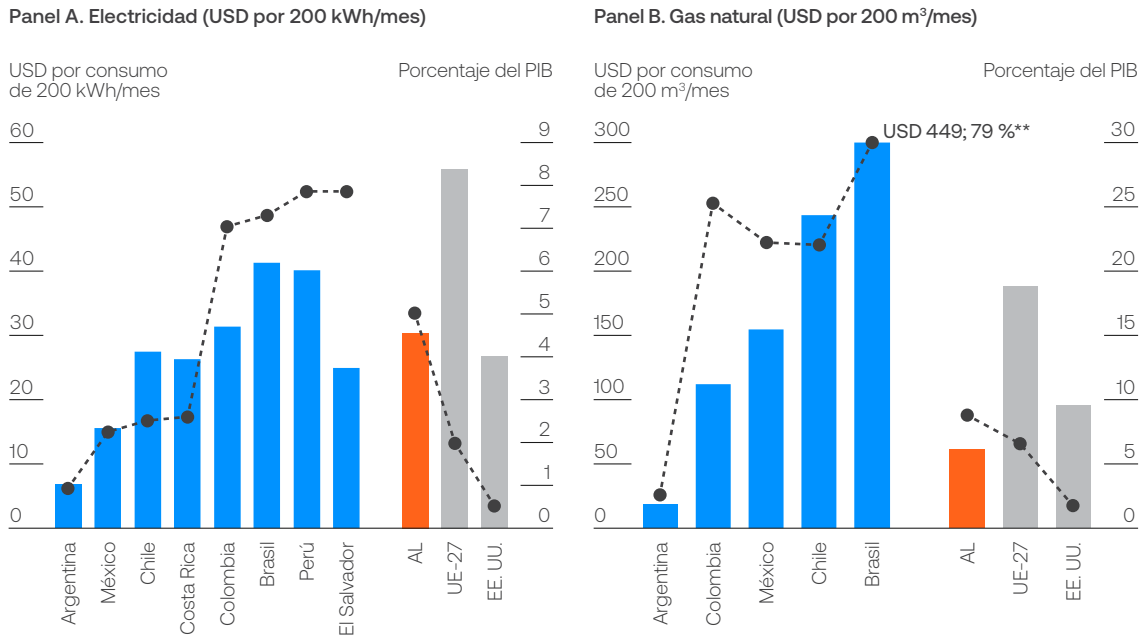
Con base en lo expuesto previamente y considerando la compleja situación que supone la variación del clima, es evidente que el sector energético enfrentará profundos cambios y desafíos en los próximos años. Estos cambios, sin embargo, deberán tener en cuenta la existencia de brechas en los servicios de electricidad y gas natural (anexo 2.1).

En el reporte IDEAL 2021 (Cont et al., 2021) se propuso una metodología de análisis de las brechas de servicios en las dimensiones de acceso, costo-asequibilidad y calidad (ver el recuadro 1.4 en el capítulo 1 de esa publicación). En el subsector eléctrico, actualmente los

países no están muy alejados de alcanzar una cobertura universal eléctrica, con la excepción del acceso rural en algunos países (por ejemplo, Bolivia, Honduras y Nicaragua). Por el lado de los costos, las tarifas en el sector son bajas en términos nominales. La región presenta tarifas promedio similares a las de Estados Unidos y aproximadamente el 55 % de las tarifas promedio en la Unión Europea, aunque son altas en términos de ingreso per cápita (panel A del gráfico 2.15). Para un grupo de países, el gasto en electricidad representa hasta el 2 % del PIB per cápita (Argentina, Chile, Costa Rica y México), pero para otros está entre el 7 % y el 8 % (Brasil, Colombia, El Salvador y Perú).

Gráfico 2.15
Tarifa media y asequibilidad de los servicios de electricidad y gas natural en 2021

Fuente: Elaboración propia con base en datos del anexo 2.1.



Cuadro 2.1 Brechas de servicio en electricidad y gas natural

Fuente: Elaboración propia.

Dimensión	Electricidad	Gas natural
Acceso	Niveles cercanos al acceso universal con excepciones en zonas rurales.	Pocos países de ALC tienen un mercado desarrollado de gas natural. El consumo es menor que en países avanzados.
Costo/asequibilidad	Heterogeneidad entre países y entre regiones de un país. Tarifas bajas nominalmente y altas con relación al ingreso.	Precio mayorista inferior al promedio mundial, aunque esta diferencia ha disminuido en los últimos años. Para el usuario, el gasto en gas natural de red representa una importante porción del ingreso en comparación con la situación en países desarrollados.
Calidad	Frecuencia y duración de los cortes superior a los que ocurren en países desarrollados.	La mayoría de los países no presentan indicadores sistematizados

Nota: Los datos en los que se basa este cuadro corresponden al año más reciente con información disponible (entre 2019 y 2021, según el indicador).

Sin embargo, el mayor desafío se encuentra en la dimensión de calidad (aproximada a través de la frecuencia y duración de las interrupciones), la cual se encuentra muy alejada de los estándares de países avanzados. Por ejemplo, la frecuencia de las interrupciones en ALC es el triple de las correspondientes a Europa y Estados Unidos, mientras que su duración es un 20 % superior a la de Estados Unidos y cuadruplica los tiempos de Europa. Por lo tanto, las intervenciones en el sector eléctrico, sean sectoriales o derivadas de una agenda de transición energética, deberían prever la necesidad del acceso rural en varios países de la región y contribuir a mejoras en la calidad del servicio eléctrico. El impacto sobre los costos del sistema dependerá del tipo de intervenciones (por ejemplo, mejoras tecnológicas versus mayores costos por requerimientos de resiliencia).

Por su parte, el mercado de gas natural no tiene la misma cobertura geográfica que el sector eléctrico. De hecho, solo Argentina, Colombia, Chile, México, Perú y Venezuela tienen redes de distribución de gas natural con una cobertura amplia. La cobertura capilar se ha provisto con distribución de gas licuado de petróleo (GLP) (en garrafas), que suele ser más costoso que el gas de red (por unidad calorífica). De esa forma, los indicadores del servicio de gas natural o GLP son

más escasos para una comparación adecuada de países.

El consumo per cápita de gas natural en la región es mucho menor que en los países desarrollados y del resto del mundo (con excepciones regionales, como Argentina).²¹ Parte de la mejora en la disponibilidad del recurso en las últimas décadas puede explicarse por la aparición del gas natural licuado (GNL). La licuefacción del recurso permitió reducir su volumen para ser transportado a largas distancias a precios competitivos, pasando de ser un recurso local a un producto básico internacional. Lo anterior facilita el acceso al recurso para grandes usuarios (como la industria o la generación eléctrica) y para abastecer redes de gasoductos en casos de escasez local del recurso (como ocurre en Argentina, Colombia o Chile, en este último caso luego de enfrentar las restricciones de gas natural proveniente de Argentina).

En la última década, un tercio del comercio internacional de gas se realizó por medio de GNL y la expansión de la oferta del recurso en Estados Unidos fue determinante para ello (Yépez-García y Anaya, 2017).

En términos de costos, la dispersión de precios (mayoristas) que existía entre distintas regiones se fue reduciendo considerablemente en la

²¹ El gas natural ha tenido más cobertura en los usos industrial y de generación eléctrica (ver Kozulj, 2004 para un detalle histórico del sector en América del Sur y el anexo 2.1 para un detalle del reparto del gas natural por tipo de usuario en los países de la región).

última década (ver el gráfico 2.30 del anexo 2.1). Para el usuario, sin embargo, el gasto en gas natural de red (sujeto a estar conectados) representa una importante porción del ingreso (excepto en Argentina) en comparación con la

situación en países desarrollados (panel B del gráfico 2.15). La mayor limitación se presenta en la dimensión de calidad del servicio, para la cual no suele haber datos representativos para la región ni para los países que la componen.²²

La evolución de las redes inteligentes

Con los avances de la digitalización en distintos sectores de la economía, el sector eléctrico, en particular, comenzó a vivir un proceso evolutivo de redes tradicionales a redes eléctricas inteligentes (REI). Estas redes consisten básicamente en una infraestructura de comunicación integrada a las redes eléctricas, lo que permite otorgarle una mayor flexibilidad y capacidad de automatización, además de la posibilidad de una comunicación bidireccional, mejorando así la confiabilidad, resiliencia y capacidad de respuesta ante fallas del sistema eléctrico. Este tipo de redes permite, además, integrar la generación a partir de fuentes renovables y desarrollar la comunicación en tiempo real con los usuarios. Según detalla el Reporte IDEAL 2021 (Cont et al., 2021), los medidores inteligentes son un elemento fundamental para el desarrollo de las REI. La información en tiempo real posibilita una gestión de la demanda que permite optimizar los recursos distribuidos, tales como la generación y el almacenamiento distribuido. De esta manera, se abre la posibilidad de aplicar tarifas dinámicas que podrían aportar eficiencia al sistema y reducir los picos del mismo al producirse un movimiento de parte de la demanda en el pico a momentos del día con tarifa menor.

El despliegue de las REI implica importantes inversiones en infraestructura (sistemas de comunicación integrados a la red eléctrica, sistemas de adquisición de datos, medición y monitoreo de la red, sistemas de automatización, medidores inteligentes, etc.). Esta exigencia representa un desafío relevante para los países en desarrollo debido a las potenciales restricciones financieras, situación que se agravó con la crisis derivada del COVID-19, pese a lo cual las inversiones estarían retomando fuerza desde 2021 (AIE, 2021f).

²² A diferencia de la electricidad, un corte de gas natural en una red de distribución puede presentar riesgos de seguridad en el momento del reabastecimiento. Por ello, es común estructurar tarifas para usuarios interrumpibles (quienes dejan de ser abastecidos en circunstancias de escasez) versus usuarios firmes.

Recuadro 2.1 Lecciones aprendidas del COVID-19 en materia de energía

El sector energético latinoamericano se ha visto afectado por la crisis del coronavirus, especialmente el de hidrocarburos y, en menor medida, el eléctrico y el de energías renovables. Según el Real Instituto Elcano (Escribano, 2020), el impacto fue mayor en las economías más dependientes del gas y del petróleo: por primera vez en la historia, los futuros de petróleo cayeron a terreno negativo (hasta -40 USD por barril en abril de 2020).

La abrupta caída en los precios de los hidrocarburos, producto de la reducción en la demanda, mermó la capacidad de algunos países de la región para afrontar la crisis sanitaria. Según estimaciones del mismo Instituto, Ecuador y Venezuela fueron los países más afectados de la región, con una caída en sus ingresos fiscales equivalentes al 1 % del PIB por cada USD 10 de descenso en el precio del petróleo. Esta caída también fue significativa, aunque menor, en países como Brasil, Colombia o México. Lo anterior expuso la importancia para los países de la región de poder desacoplar el gasto social de la evolución del precio de las materias primas, como los combustibles fósiles. En especial, este desacople será un desafío por superar en un escenario de transición energética en el que se produzca una reducción sostenida en la demanda de estos recursos.

La demanda eléctrica durante la pandemia también se vio alterada en su composición y consumo horario: por ejemplo, se produjo una migración del consumo en empresas y oficinas al consumo residencial. Además, en países como Brasil, Chile o México se redujo la demanda al mediodía y el pico de consumo que se daba al final de la jornada laboral (Sánchez Úbeda et al., 2021).

De lo anterior se desprende la importancia que tiene contar con un sistema eléctrico flexible ante cambios en la demanda. La flexibilidad, a su vez, es clave para los precios: si la demanda redujera su estacionalidad horaria respecto de patrones históricos, se podría utilizar mejor la infraestructura existente y readaptar la programación futura; en cambio, si la volatilidad fuese mayor y se sumara al contexto una mayor participación de las fuentes renovables no convencionales en la generación, podrían darse bruscas oscilaciones en los precios horarios.

La emergencia sanitaria causada por el COVID-19 ha dejado una valiosa lección: las energías renovables contribuyen a garantizar la seguridad energética de los países al reducir el riesgo de volatilidad de los precios internacionales (Paredes, 2020). Esta apreciación gana más relevancia si se incluyen sucesos posteriores, como la guerra entre Rusia y Ucrania, que comenzó a inicios de 2022. Las energías renovables son un instrumento para garantizar el abastecimiento energético, especialmente en aquellos países importadores netos de petróleo o gas.

Transición energética a causa del cambio climático

La historia recoge episodios históricos de transición energética. Por ejemplo, en el siglo XIX se produjo un cambio importante en el reemplazo de la madera por el carbón y, posteriormente, en el siglo XX con el paso del carbón al petróleo. Estos dos cambios, sin embargo, fueron motivados por el descubrimiento de usos transformadores para las nuevas fuentes de energía.

El proceso actual viene motivado por una preocupación sobre el medio ambiente y la capacidad de vida de la humanidad a causa del cambio climático, atendiendo realidades locales y priorizando el apoyo al desarrollo sostenible.

...un camino hacia la transformación del sector energético global de fósiles a carbono cero para la segunda mitad de este siglo. En el fondo está la necesidad de reducir las emisiones de CO₂ relacionadas con la energía para limitar el cambio climático (IRENA, s.f.).

Por su parte, el Consejo Mundial de la Energía (WEC, por sus siglas en inglés) propone un enfoque de sostenibilidad energética que “se basa en tres dimensiones fundamentales: seguridad energética, equidad energética y sostenibilidad ambiental de los sistemas energéticos” (WEC, 2021).

A la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero se suman entonces dimensiones socioeconómicas (acceso y asequibilidad) y de resiliencia de los sistemas energéticos (confiabilidad y seguridad), dando lugar al concepto de “trilema energético”.²³

Finalmente, el Foro Económico Mundial (WEF, por sus siglas en inglés) promueve una transición energética con el propósito de reflejar

...un sistema energético inclusivo, sostenible, asequible y seguro que provee soluciones a los desafíos mundiales relacionados con la energía,

al tiempo que crea valor para actores privados y la sociedad, sin comprometer el balance del triángulo energético [seguridad y acceso; sostenibilidad medioambiental; y desarrollo económico y crecimiento] (WEF, 2021).

Dada la importancia de la descarbonización de la matriz energética para asegurar el cumplimiento de los objetivos ambientales, la otra dimensión relevante es el marco institucional y el grado de preparación de los países de la región para encarar la transición energética.

De hecho, si bien la regulación y el compromiso hacia la descarbonización han mostrado una evolución dispar, según se desprende de los compromisos asumidos por cada país en las CDN, la transición energética aumentará su rol a medida que los reguladores, gobiernos e inversores tanto públicos como privados prioricen factores sociales, ambientales y de gobernanza. Por su parte, el nivel de preparación de un país para una transición energética depende no solo de la transformación del sistema energético, sino también de factores macroeconómicos, políticos, regulatorios y sociales (WEF, 2021).

La conjunción de las dimensiones de desempeño del sistema energético y de la preparación de los países para la transición energética se recogen en el índice de transición energética (ITE) elaborado por el WEF (2021).²⁴ El cuadro 2.2 presenta el índice por regiones, lo que permite comparar el desempeño relativo de ALC y su evolución entre 2012 y 2021.

La medida que resume el grado de avance en transición energética (ITE) posiciona a ALC levemente por debajo del promedio mundial (índice de 58,6 versus 59,3, respectivamente), lejos de las economías avanzadas (68,4) y de los países emergentes y en desarrollo de Europa (61,1). Se destaca el bajo nivel de emisiones de

²³ Con esta denominación se conoce un modelo de tres dimensiones para analizar el equilibrio de los tres pilares del sistema: la seguridad, la equidad y la sostenibilidad energéticas.

²⁴ El desempeño actual del sistema energético incluye la seguridad y el acceso; la sostenibilidad medioambiental; y el desarrollo económico y el crecimiento. El nivel de preparación de un país para la transición energética considera la regulación y el compromiso político; las instituciones y la gobernanza; la infraestructura y el entorno empresarial innovador; el capital humano y la participación de los consumidores; la estructura del sistema energético; y el capital y las inversiones. Ver el detalle de los indicadores del ITE en WEF (2021). Dadas las dimensiones incluidas en el subíndice de desempeño, este presenta una alta correlación con el índice del trilema energético del WEC (que incorpora seguridad energética, equidad y sostenibilidad ambiental). Este indicador se omite en el análisis, pero se puede explorar en WEC (2021).

CO₂ per cápita de origen energético de la región, que es de 2,4 tn (el segundo más bajo del mundo, detrás de África Subsahariana, con un valor de 1,1 tn), aproximadamente la mitad del valor promedio mundial (ver el gráfico 2.1). Respecto al desempeño relativo, por un lado, la región tiene una gran base hidroeléctrica instalada en la submatriz eléctrica, que, sin embargo, es mucho menor en la matriz energética (ver el gráfico 2.8). Por otro lado, existe potencial de mejoras respecto a la asequibilidad de la energía, dado que el gasto en electricidad sobre la base de la paridad del poder adquisitivo sigue siendo alto en la región, alcanzando un 5 % del PIB per cápita en 2021, mientras que en Europa y Estados Unidos este gasto asciende al 2 % y 0,5 %, respectivamente (ver el apartado “Dimensiones de las brechas de servicios”). Además, aunque la región ha logrado un acceso casi universal a la electricidad, la calidad del suministro sigue siendo un desafío en muchos países. Por último, una mayor diversificación de las contrapartes de importación y de la combinación de energía podrían mejorar aún más la seguridad energética, oportunidades que se pueden lograr con una mayor integración entre los mercados energéticos de la región (Sanguinetti et al., 2021).²⁵

El gráfico 2.16 muestra dos dimensiones del ITE para los países de la región.²⁶ El panel A ilustra el índice agregado en 2012 y 2021, mientras que el panel B muestra el valor de los subíndices de desempeño y preparación para el año 2021.

En línea con lo señalado por el WEF (2021), el desempeño sectorial de los países de ALC es sistemáticamente mayor que el de preparación para el cambio. Esto refleja, por un lado, la rica dotación de recursos naturales y el desarrollo relativo del sector energético y, por el otro, los fuertes desafíos institucionales que todavía enfrenta la región. De hecho, el WEF identifica 13 países que en 2021 enfrentan desafíos o riesgos, que son aquellos que presentan un rendimiento del sistema superior al promedio pero una preparación para la transición por debajo del promedio, lo que indica la necesidad de redoblar los esfuerzos para mantener y mejorar los niveles de rendimiento actuales. Los países de la región en esta lista son Argentina, Bolivia, Ecuador y El Salvador. Por su parte, otros ocho países se encuentran en la categoría de países emergentes (por debajo de la media mundial en ambos indicadores): Guatemala, Honduras, Jamaica, Nicaragua, República Dominicana, Trinidad y Tobago y Venezuela.

Cuadro 2.2 ITE 2021 por regiones y cambio respecto al indicador en 2012

Fuente: Elaboración propia con datos del WEF (2021).

Región	Población	CO ₂ per cápita	ITE	Cambio 2012-2021
Mundo	100 %	4,7 tn	59,3	1,7
Economías avanzadas	13 %	10,1 tn	68,4	1,6
Comunidad de Estados Independientes	3 %	8,5 tn	56,8	2,7
Asia (emergentes y en desarrollo)	40 %	3,7 tn	54,8	2,8
América Latina y el Caribe	8 %	2,4 tn	58,6	0,8
Norte de África y Oriente Medio	7 %	3,9 tn	53,0	0,9
Europa (emergentes y en desarrollo)	2 %	5,2 tn	61,1	3,0
África Subsahariana	8 %	1,1 tn	50,8	1,1

Nota: CO₂ medido en toneladas (tn).

²⁵ Estos elementos son considerados en el WEF (2021), cuya conclusión sobre el desempeño de la región respecto del ITE es que coinciden con las distintas dimensiones analizadas en otros documentos publicados por CAF.

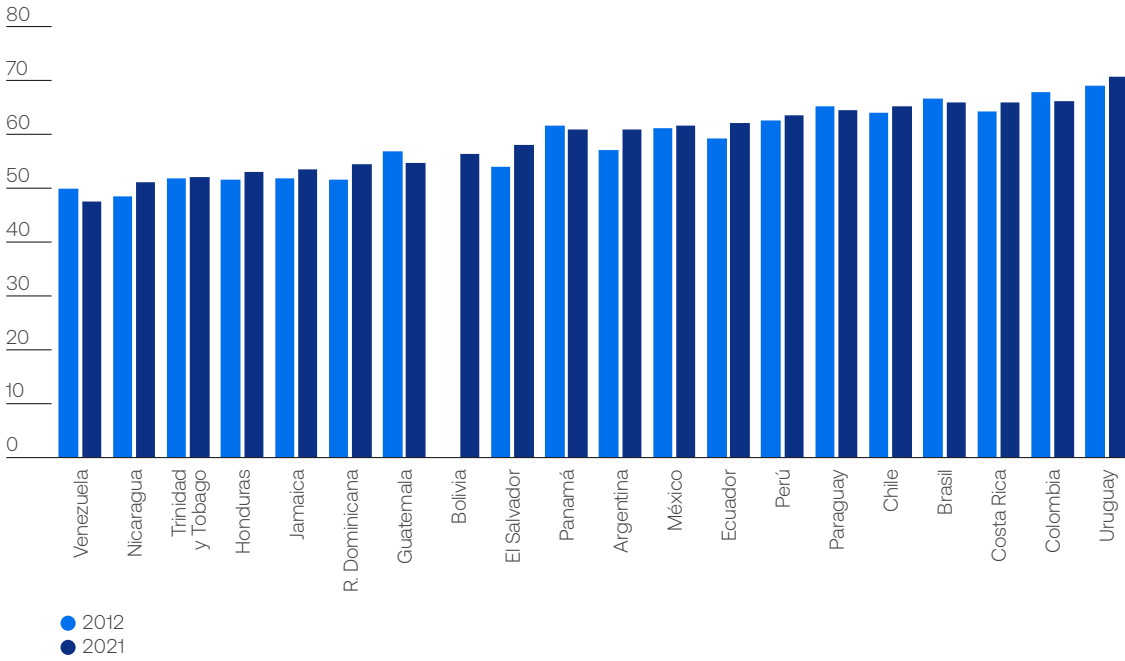
²⁶ Recientemente, el MIT Technology Review (2021) presentó el Índice del Futuro Verde (GFI, por sus siglas en inglés), con el que ordena a los países conforme a sus avances hacia un futuro bajo en carbono. Este índice incluye las siguientes dimensiones: emisiones de carbono, transición energética, compromiso social, innovación en tecnologías limpias y políticas climáticas. Para los países de la región, el GFI tiene una alta correlación con el ITE, con la excepción de Paraguay, que tiene un desempeño promedio en el ITE y muy bajo en GFI.

Gráfico 2.16
Evolución y descomposición del índice de transición energética

Fuente: Elaboración propia con datos del WEF (2021).

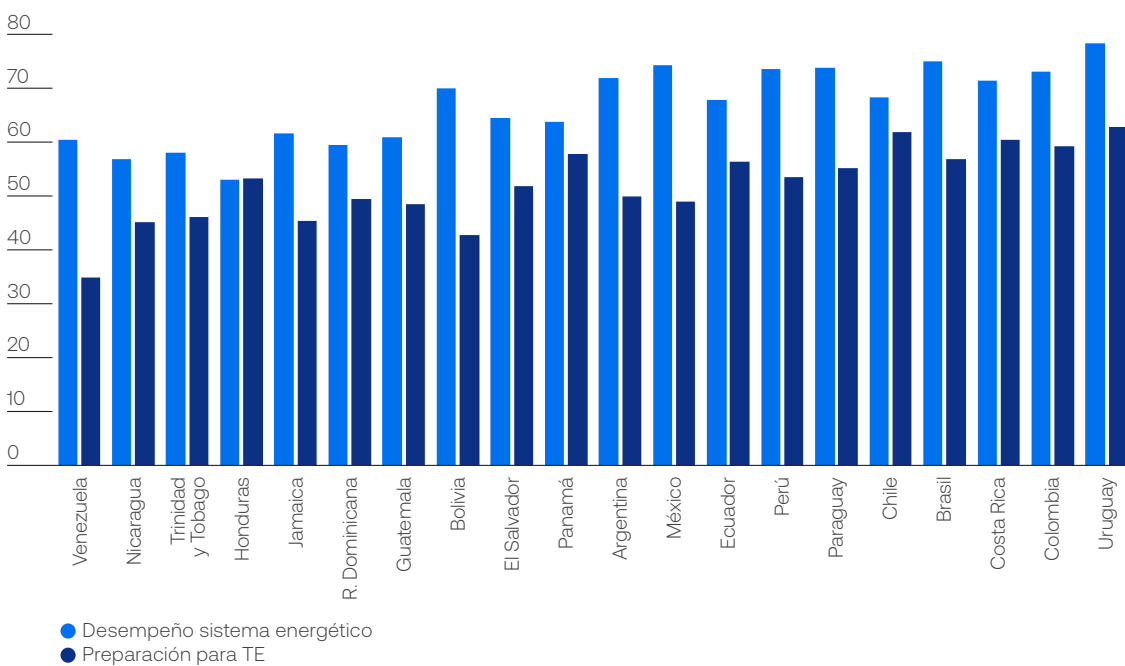
Panel A. ITE 2012 vs. 2021

Valor del índice



Panel B. Subindicadores de ITE 2021

Valor del índice



Mitigación y adaptación al cambio climático: aportes del sector energético

Políticas de mitigación en energía: descarbonización y eficiencia

Las intervenciones de política energética contra el cambio climático apuntan a estimular la electrificación del consumo, una mayor participación de las energías renovables, el reemplazo de los combustibles fósiles y la reducción en la intensidad energética y de carbono. Estas medidas van acompañadas por una actualización regulatoria y de las capacidades para la gestión de la transición.

Al respecto, algunas de estas estrategias de mitigación pueden estar asociadas a beneficios adicionales, sectoriales o locales; por ejemplo, efectos sobre la salud, que se derivan de menores niveles de contaminación del aire a nivel local (lo que lleva a índices más bajos de morbilidad y mortalidad), sobre la accesibilidad (en áreas remotas) o sobre la seguridad energética (menor dependencia de las importaciones de combustibles fósiles).

Cambios en las energías primarias (gas, GNL, renovables e hidrógeno)

En consonancia con la creciente preocupación por la descarbonización de la matriz energética y lo observado para el promedio de la región, numerosos países de ALC

han mostrado cambios en esa área en el período 2000-2020. Un primer indicador de este cambio es el porcentaje de fuentes renovables —considerando, en este caso, las fuentes hidroeléctrica, nuclear, geotérmica y no convencional— en la matriz energética (cuadro 2.3). La tendencia es hacia un aumento en la participación de fuentes con emisiones de GEI más bajas, aunque no todos los países se movieron en la misma dirección (los resultados no varían al incluir biomasa). En primer lugar, se destaca el caso de Uruguay, que ha logrado revertir la situación de preponderancia de los combustibles fósiles a favor de las energías renovables. Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua se encuentran en una situación cualitativamente similar, pero de mucha menor magnitud. El aumento de fuentes limpias en Chile en parte cubre la reducción del gas natural de su matriz (asociada a factores externos, como la interrupción de las exportaciones desde Argentina), pero debió aumentar también la participación de fuentes altas en emisiones (como el carbón). Argentina, Brasil, Colombia, Ecuador, Panamá y República Dominicana aumentaron la participación de las energías renovables y del gas natural, aunque con distintos niveles. Por último, Bolivia, México, Perú y Trinidad y Tobago son casos de incremento en la participación del gas natural, sin iniciativas importantes en fuentes renovables.

Cuadro 2.3
Cambio en la participación de las energías renovables y la biomasa en la matriz energética entre 2000 y 2020

Fuente: Elaboración propia con base en datos de OLADE (s.f.).

	Hidro + Nuclear + Geotermia + ERNC			Gas Natural		
	2000	2020	Cambio	2000	2020	Cambio
Argentina	8 %	10 %	2 %	48 %	57 %	9 %
Bolivia	6 %	4 %	-2 %	32 %	44 %	12 %
Brasil	15 %	20 %	5 %	5 %	10 %	5 %
Chile	6 %	7 %	2 %	23 %	13 %	-10 %
Colombia	9 %	12 %	3 %	18 %	23 %	5 %
Costa Rica	46 %	56 %	10 %	0 %	0 %	0 %
Ecuador	6 %	13 %	7 %	1 %	3 %	2 %
El Salvador	10 %	16 %	6 %	0 %	0 %	0 %
Guatemala	4 %	8 %	4 %	0 %	0 %	0 %
Honduras	8 %	18 %	10 %	0 %	0 %	0 %
Jamaica	0 %	1 %	1 %	0 %	6 %	6 %
México	7 %	7 %	0 %	30 %	41 %	11 %
Nicaragua	4 %	14 %	9 %	0 %	0 %	0 %
Panamá	10 %	17 %	7 %	0 %	10 %	10 %
Paraguay	68 %	45 %	-22 %	0 %	0 %	0 %
Perú	14 %	13 %	0 %	2 %	28 %	26 %
Rep. Dominicana	1 %	4 %	3 %	0 %	14 %	14 %
Trinidad y Tobago	0 %	0 %	0 %	50 %	90 %	40 %
Uruguay	20 %	49 %	29 %	1 %	1 %	0 %
Venezuela	5 %	14 %	8 %	40 %	36 %	-4 %
ALC	9 %	13 %	4 %	22 %	25 %	3 %

Nota: Las fuentes fósiles incluyen al carbón, el petróleo y el gas natural. La base es la oferta neta primaria más las importaciones de energía secundaria. El color verde identifica cambios positivos entre 2000 y 2020, el color rojo identifica cambios negativos y el color amarillo identifica cambios nulos.

Aumento de las fuentes de energía renovable

A nivel regional, la energía hidroeléctrica tiene una alta participación en la generación de electricidad. No obstante, esta fuente de energía enfrenta dos desafíos: por un lado, la variabilidad climática que aumenta el riesgo hidrológico y obstaculiza la seguridad del suministro, sobre todo, teniendo en cuenta que el cambio climático puede provocar sequías más frecuentes y

severas; y, por el otro, los obstáculos provenientes del impacto ambiental que producen las obras de grandes centrales hidroeléctricas.

Las energías renovables actualmente se han vuelto competitivas y, al mismo tiempo, han ganado en eficiencia frente a las alternativas que utilizan carbón, gas natural y otros combustibles fósiles (Lazard, 2021). Con estas ganancias en competitividad y eficiencia, su crecimiento se ha

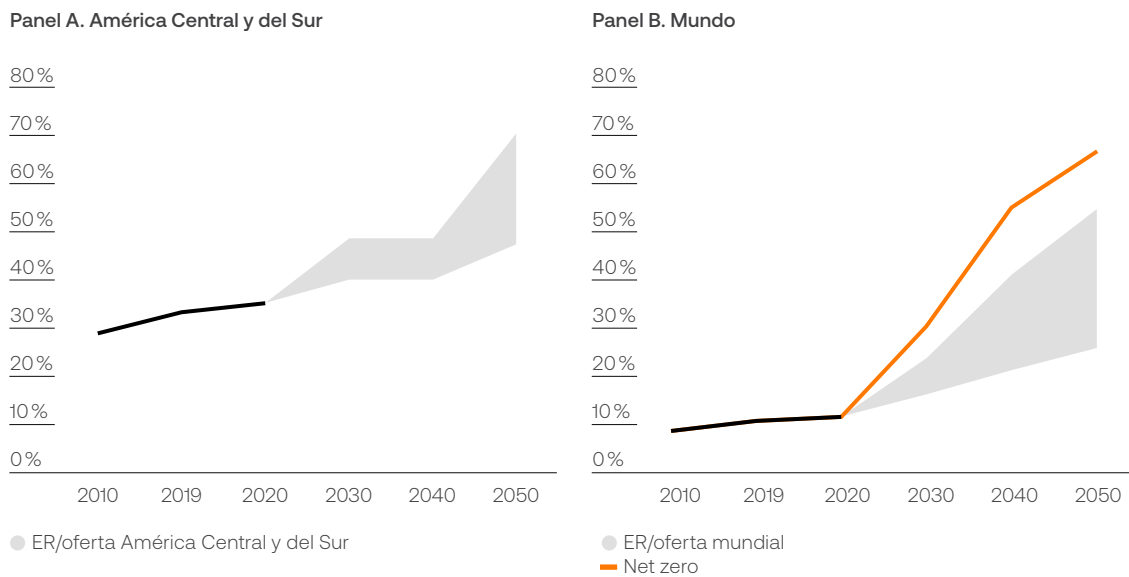
visto incentivado, siendo los casos más notables la energía eólica terrestre y la energía solar a gran escala (ver el gráfico 2.11).

Dado que la velocidad de instalación de energías renovables de tipo eólico y solar es rápida, los porcentajes pueden cambiar en pocos años. De hecho, las proyecciones de la Agencia Internacional de la Energía (AIE, 2021a) indican que las energías renovables serán las responsables de cubrir un alto porcentaje (más del 90 %) del crecimiento de la demanda mundial de electricidad durante la próxima década y superarán al carbón para 2025 como el principal medio de producción de electricidad.²⁷ Tanto

a nivel mundial como en la región (en este caso, América Central y del Sur), en 2050 la energía hidroeléctrica dejará de ser la mayor fuente limpia de electricidad, superada por las fuentes no convencionales (ver el gráfico 2.17). Asimismo, la AIE proyecta una lenta disminución en la participación del petróleo hacia el final del período de pronóstico, cuando se espera una aceleración en la penetración de vehículos eléctricos; una leve reducción y posterior estabilización en el uso del gas natural, según los patrones de demanda de los sectores de la industria y la energía; y una reducción en la participación del carbón.

Gráfico 2.17 Proyección de la participación de energías renovables en la matriz energética de América Central y del Sur respecto a la del mundo

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la AIE (2021a).



Nota: Los porcentajes para América Central y del Sur coinciden con los del cuadro 2.3, excluyendo México. El espectro de la proyección cubre escenarios de políticas declaradas (STEPS, por sus siglas en inglés), compromisos anunciados (APS, por sus siglas en inglés) y de desarrollo sostenible (SDS, por sus siglas en inglés). La AIE solo incluye escenarios para alcanzar emisiones netas de carbono cero (*net zero*) a nivel mundial.

²⁷ Esta proyección corresponde al escenario de políticas declaradas (STEPS), en el que el COVID-19 se controlaba gradualmente en 2021 y la economía mundial volvía a los niveles anteriores a la crisis el mismo año. Este escenario refleja todas las intenciones y objetivos políticos anunciados en el momento del desarrollo del análisis en la medida en que estén respaldados por medidas detalladas para su realización.

Recuadro 2.2 Generación distribuida

La mayor presencia de fuentes renovables facilita la expansión de la generación distribuida, es decir, una generación a baja escala cercana o ubicada en el punto de consumo que, principalmente, se obtiene de fuentes renovables. Esta alternativa representa un cambio de paradigma para el sector eléctrico y, en particular, para el esquema tradicional de generación centralizada. De esta forma, el usuario de la red se transforma en “prosumidor”, porque ahora también puede inyectar a la red sus excedentes de generación.

Este proceso está enmarcado en la transición energética y se ha venido dando a nivel internacional durante las últimas dos décadas. Si bien el desarrollo en ALC es relativamente reciente, ha tenido un crecimiento importante en los últimos años a partir de la entrada en vigencia de nuevos marcos regulatorios e incentivos que habilitan la integración de estas tecnologías por parte de los usuarios en las redes de distribución.

Según un relevamiento de la OLADE (2020), el avance de la generación distribuida muestra un sostenido crecimiento año tras año. En el transcurso de 2019, la capacidad instalada de generación distribuida en ALC evidenció un aumento de un 125 % respecto al año anterior. Además, entre 2015-2019, la capacidad instalada en generación distribuida se ha multiplicado por 20, pasando de 149 MW a 3.332 MW en ese período.

Alarcón (2021) señala que, con las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC), la operación de la generación distribuida está mutando desde un “*fit and forget*” (conectar y olvidar) hasta ser un elemento activo de la red, que puede ser coordinado en tiempo real con otros elementos y optimizar todo el sistema. En términos más generales, la posibilidad de incluir distintos elementos de almacenamiento y vehículos eléctricos permitiría contar con “recursos energéticos distribuidos”.

Frente a las diversas ventajas que las energías renovables ofrecen desde el punto de vista económico, ambiental y climático, su aprovechamiento puede depender de ciertas condiciones o incluso tener algunas consecuencias adversas. Por tanto, es fundamental tener en cuenta varias **advertencias sobre el uso de energías renovables**.

En primer lugar, una elevada proporción de energías renovables (principalmente de fuente solar y eólica) genera distintas fuentes de intermitencia en los sistemas, sobre todo, porque aún no se cuenta con tecnologías de almacenamiento a gran escala y a costos

competitivos, lo que obliga a contar con sistemas energéticos dinámicos y con una mayor flexibilidad en la operación. Esto requerirá, entre otras cosas, mayor conectividad, almacenamiento y respuesta a la demanda, lo cual deberá venir acompañado de aumentos de las inversiones en capacidad de respaldo y en la red, lo que representa un enorme desafío para el sector, especialmente para los países emergentes y en desarrollo.

En segundo lugar, el desarrollo de estas tecnologías puede afectar la conservación de los ecosistemas. Según Pörtner et al. (2021), medidas como el desarrollo de algunas fuentes renovables, si bien son efectivas para la mitigación del cambio climático, pueden transformarse en amenazas para la biodiversidad. Por ejemplo, los parques eólicos (terrestres o marítimos) y las represas pueden interferir con las especies migratorias; las plantas de energía solar requieren grandes terrenos para su desarrollo y ello puede afectar hábitats naturales. Asimismo, el desarrollo de las energías renovables demandará minerales (por ejemplo, para la batería de vehículos eléctricos, para las turbinas eólicas, etc.) obtenidos de actividades mineras que pueden afectar a los ecosistemas.

Por otra parte, dada la evolución y las perspectivas de las fuentes de energía renovable es importante mencionar otra consecuencia que comenzará a tener relevancia en las próximas décadas, que son los residuos derivados del descarte de paneles fotovoltaicos, turbinas eólicas y baterías que acaban su vida útil o que son reemplazados anticipadamente. Según la IRENA (2016), el descarte de paneles fotovoltaicos podría sumar 78 millones de toneladas para el año 2050 bajo un escenario en el que los paneles se reemplazan al final de su vida útil. Según proyecciones de Atasu et al. (2021), es muy probable que se produzcan reemplazos antes de la finalización de la vida útil económica por una combinación de precios, incentivos fiscales y mejora de la eficiencia de los paneles. Si se suma esta situación a la insuficiente capacidad de reciclado de este tipo de residuos, los costos de este tipo de tecnología podrían ser mucho más altos que los que refleja el mercado actualmente.

Una situación similar podría ocurrir con los desechos de las turbinas eólicas y con las baterías de los vehículos eléctricos. Al concluir su vida útil, aproximadamente el 85 % de los componentes de una turbina eólica puede reciclarse o reutilizarse (acero, alambre de cobre, engranajes, etc.). El mayor problema se encuentra en las aspas de fibra de vidrio, para las cuales aún no hay una forma de reutilización viable. Liu y Barlow (2017) estiman que, para 2050, las aspas generarán 43 millones de toneladas de residuos.

Con respecto al caso de las baterías, muchos países ya han avanzado en el proceso de reciclaje. Por ejemplo, doce países europeos han alcanzado una tasa de reciclaje del 45 % en 2015 (Hu y Xu, 2021). Más allá de los beneficios y la necesidad de reciclar estos componentes, existen desafíos que dificultan su expansión: la ausencia o insuficiencia de leyes y regulaciones gubernamentales, los problemas de seguridad en el transporte y almacenamiento de baterías debido al riesgo de explosión, los desafíos logísticos (como puntos de recolección y eliminación insuficientes), un alto costo operativo, los daños al medio ambiente a través de la descarga de ácidos en los ríos durante la lixiviación, la toxicidad de los solventes del proceso de extracción, la contaminación del aire y el alto consumo de energía de los metales fundidos y óxidos utilizados en el proceso de fusión de baterías, entre otros (Lima et al., 2022).

Por último, alcanzar los objetivos de descarbonización asumidos por los países en el marco de los acuerdos internacionales también puede llevar a la necesidad de retirar ciertas plantas de generación antes de finalizar su vida útil, lo que puede tener un impacto sustantivo sobre los costos del servicio (recuadro 2.3).

Recuadro 2.3 Riesgo de activos abandonados con la transición energética

Las estimaciones sobre el riesgo de activos abandonados o que dejarán de estar operativos (*stranded assets*) proporcionan una aproximación del posible trastorno que pueden enfrentar los propietarios de los generadores, los trabajadores del sector y las comunidades durante una transición energética basada en tecnologías limpias conforme con los objetivos del Acuerdo de París.

Los activos abandonados son aquellos que, en algún momento previo al fin de su vida útil (asumida en el momento de la inversión), ya no pueden obtener un rendimiento económico (es decir, cumplir con la retribución esperada por la inversión) como resultado de cambios asociados con la transición energética hacia una economía baja en carbono (Carbon Tracker Initiative, 2017). Según un análisis de la IRENA (2017a), demorar las acciones para alcanzar los objetivos ambientales aumentará las probabilidades de que nuevos activos pasen a ocupar la categoría de abandonados, al punto de que se puede llegar a duplicar el valor estimado acumulado de estos activos hasta 2050, respecto de un escenario en el que las acciones se toman inmediatamente.

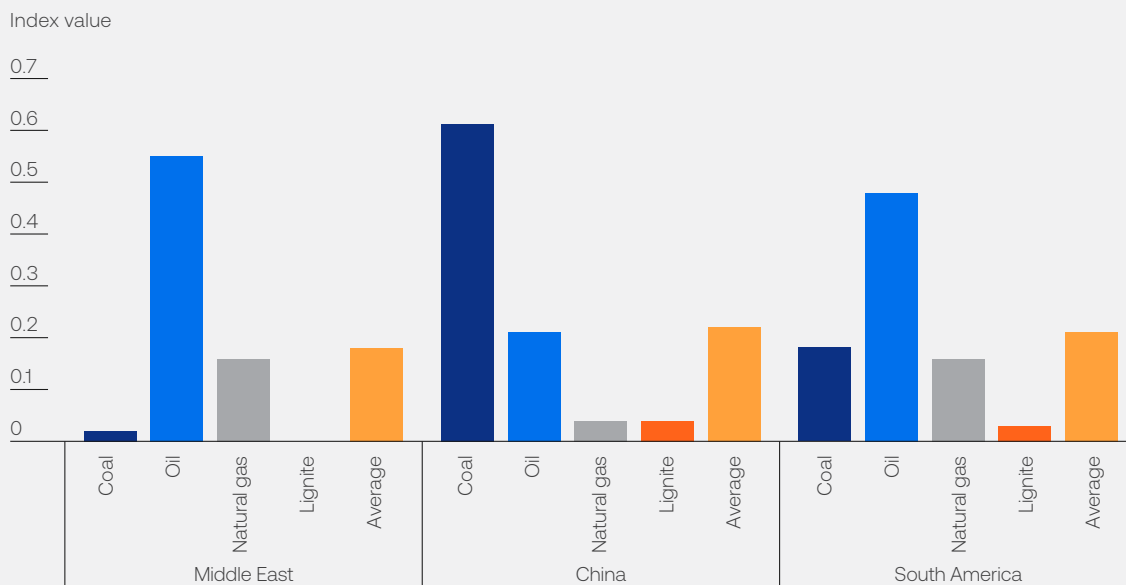
El sector de combustibles fósiles sin duda será el más afectado. Existen estimaciones según las cuales entre el 60 % y el 80 % de las reservas públicas de combustibles fósiles a nivel global deben considerarse inadecuadas para la quema (ver Carbon Tracker, 2013) si se quiere alcanzar los objetivos climáticos. La organización Kepler Cheuvreux (2014) estima que esta industria perdería USD 28 billones de ingresos brutos en un período de dos décadas respecto de un escenario de prácticas sin cambios (*business as usual*).

Para ALC, un reporte de González-Mahecha et al. (2019) indica que, a partir de las unidades de generación eléctrica existentes e inversiones planeadas, se esperan emisiones de 6,9 GtCO₂ y 6,7 GtCO₂, respectivamente, con lo que duplicarían el cupo presupuestario de carbono permitido para un incremento de la temperatura de 2°C (6,2 GtCO₂) y aún más para el caso de 1,5°C (5,8 GtCO₂). El cumplimiento del cupo más laxo requeriría cerrar prematuramente entre el 10 % y el 16 % de la capacidad existente de combustibles fósiles, respectivamente, o reducir la tasa de utilización de las centrales existentes para lograr el mismo efecto y frenar todos los proyectos térmicos existentes. Por otro lado, cálculos recientes de Spavieri (2019) estiman que el 94,1 % de las reservas de Venezuela estarían dentro de la categoría de impropias para la quema en un sendero de carbono neutral.

Ansari et al. (2019) construyen un índice de riesgo para activos abandonados a partir de la combinación de dos indicadores: la capacidad de generación que no será utilizada en un escenario de baja producción por estas fuentes y la importancia de este sector a nivel regional (medido como la participación en la energía primaria). Las tres regiones identificadas (Oriente Medio, China y Sudamérica) tienen un riesgo similar, aproximado en 0,2. Sin embargo, la situación es diferente por recurso. En China el recurso con mayor riesgo es el carbón, mientras que en Oriente Medio y América del Sur el mayor riesgo se da en el sector del petróleo, que es más del doble del riesgo de los sectores del carbón y el gas natural.

Gráfico 1 Índice de riesgo de activos abandonados por sector

Fuente: Elaboración propia con base en datos del índice construido por Ansari et al. (2019).



Nota: En la escala de valores, 0 implica riesgo nulo, 1 riesgo máximo.

Sustitución del carbón y derivados del petróleo por gas natural

Durante los últimos 20 años el gas natural ha aumentado significativamente su participación en las matrices energéticas y eléctricas de la región (cuadro 2.3). Si bien es un combustible fósil, las emisiones de CO₂ son mucho menores que las generadas por otras fuentes de energía (derivados del petróleo y el carbón). Por ejemplo, en promedio, el cambio de carbón a gas natural reduce las emisiones de CO₂ en un 50 % en la generación de electricidad y en 33 % en la producción de calor (AIE, 2019). En el caso del diésel o el fuel, el porcentaje de reducción es de aproximadamente un 30 % (EIA, 2021).

El gas natural también presenta otras ventajas, como una menor generación de contaminantes locales: si bien estos elementos suelen ser menos

discutidos que los GEI, pueden tener importantes consecuencias negativas para la salud humana y la calidad de vida, especialmente en entornos urbanos y en hogares pobres. La combustión del gas natural, en comparación con otros combustibles fósiles, permite una mejora en la calidad del aire, ya que reduce un 80 % las emisiones de óxidos de nitrógeno y prácticamente elimina las emisiones de óxidos de azufre y material particulado. Además, tiene una combustión más completa que el diésel, por lo que se reduce también la cantidad de hidrocarburos no quemados. Por último, es mucho más limpio que la leña para atender las necesidades de calefacción y de cocción.

El gas natural desempeña un rol estratégico para la región. En el año 2019, esta fuente de energía representó el 36 % de la generación eléctrica (gráfico 2.9), el 24 % del consumo de energía de la industria, el 8 % del consumo de los usuarios

comerciales y el 12 % del consumo de usuarios residenciales, al tiempo que no ha alcanzado representatividad en el consumo de energía por parte del sector del transporte (2,5 %), salvo algunos segmentos muy específicos como el taxi.

Dejando de lado la coyuntura derivada del COVID-19, el crecimiento de la demanda de energía eléctrica en la región ha rondado aproximadamente el 3 % anual, impulsada por el crecimiento poblacional, el crecimiento económico, el crecimiento de las clases medias y la urbanización. Con esta magnitud, las necesidades de generación se duplican cada 23 años, sin contar las tendencias a la electrificación de la demanda, que aceleran los requerimientos de capacidad e infraestructura. Por su parte, como ya fue mencionado, las ambiciones para construir nuevas represas hidroeléctricas presentan diversos desafíos. Además, las fuentes de energía renovable son intrínsecamente intermitentes (principalmente, vientos y horas de sol) y no son gestionables, lo que requiere que un sistema eléctrico cuente con energía firme de respaldo para lograr su adecuada utilización en la matriz energética.

El cuadro 2.4 compara la producción, el consumo y las reservas de gas natural para 2010 y 2020. En esa década, si bien la producción mostró una caída (-7 %), el consumo aumentó considerablemente (18 %) en el grupo de países identificados. Para varios de ellos, como Bolivia, Perú y Trinidad y Tobago, el excedente de producción constituyó una valiosa fuente de ingresos económicos y fiscales.

Por otra parte, la disponibilidad de reservas probadas hace que el gas natural posea un rol relevante a la hora de garantizar la seguridad energética de los países de la región. El caso de Venezuela es el más evidente, pues, con la situación actual, sus reservas le permitirían garantizar su autoabastecimiento durante más de dos siglos. Por otro lado, países como Argentina y Colombia han visto declinar sus reservas (aunque, en el caso argentino, estos datos no incluyen las de gas de esquisto [*shale gas*]).

A su vez, las tendencias mundiales en la producción de gas de esquisto, que han permitido reducir costos en la exploración y producción, hacen posible anticipar un escenario más propicio para las inversiones en el sector de países con reservas, como Argentina. La característica del proceso extractivo, a diferencia de los yacimientos tradicionales de petróleo y gas, es que contempla ciclos de inversión y rentabilidad más cortos. Esto reduce el riesgo regulatorio y de expropiación, dada la más rápida contracción potencial de la oferta productiva. Además, un amplio grupo de países de la región ya posee una red de gas extendida, que posibilitaría expandir la oferta aprovechando inversiones del pasado. En aquellos países sin redes de este tipo, el GNL nuevamente coloca al gas natural en un lugar estratégico, ya que posibilita su llegada a una amplia gama de sectores sin la necesidad de crear una red de gasoductos y a costos competitivos, especialmente considerando que ahora es posible adquirir GNL en grandes volúmenes de productores estadounidenses, en lugar de importarlo desde Asia. También tiene potencial en el negocio del hidrógeno (ver el subapartado siguiente).

Cuadro 2.4
Producción, consumo y reservas de gas natural en la región (miles de millones de pies cúbicos)
en 2010 y 2020

Fuente: Elaboración propia con base en EIA (s.f.).

País	Producción		Consumo		Reservas		Ratio R/P (años)	
	2010	2020	2010	2020	2010	2020	2010	2020
México	1.769	955	2.269	3.041	12.702	6.368	7	7
Argentina	1.416	1.455	1.529	1.747	14.070	13.121	10	9
Bolivia	507	541	96	103	26.500	10.700	52	20
Brasil	523	897	970	1.245	12.862	13.028	25	15
Chile	66	39	187	232	3.460	3.460	53	88
Colombia	398	399	321	413	3.955	3.783	10	9
Ecuador	12	12	12	12	282	385	24	32
Perú	255	427	194	292	11.800	12.880	46	30
Trinidad y Tobago	1.499	1.091	824	574	15.400	10.515	10	10
Venezuela	697	801	748	801	175.970	200.372	253	250

Nota: El último dato de producción y consumo de México, Bolivia, Brasil, Ecuador y Venezuela corresponde a 2019. En el caso de Argentina y Perú, el último dato de consumo corresponde a 2019.

El gas natural ha mantenido su relevancia regional en el actual contexto de transición energética. Al respecto, la declaración resultante de la LI Reunión de Ministros de la OLADE (2021) sostiene que, en el contexto de la región, el gas natural “resulta una fuente importante y una opción viable, asequible y confiable para acelerar el proceso de descarbonización de algunas economías”.

Este rol estratégico también es reconocido en Europa, que es una de las regiones más avanzadas en términos de transición energética. En febrero de 2022, la Comisión Europea catalogó el gas natural y la energía nuclear como “ambientalmente sostenibles” al incluirlos en la lista de Taxonomía de Actividades Sostenibles (Comisión Europea, 2022). Esta lista permite a los inversores dirigir el capital hacia actividades verdes. Lógicamente, para ser considerada sostenible, la utilización de gas natural debe cumplir con estrictos estándares de emisiones y su incorporación sólo puede tener lugar cuando reemplace a la generación con combustibles fósiles que tienen mayores niveles de emisiones.

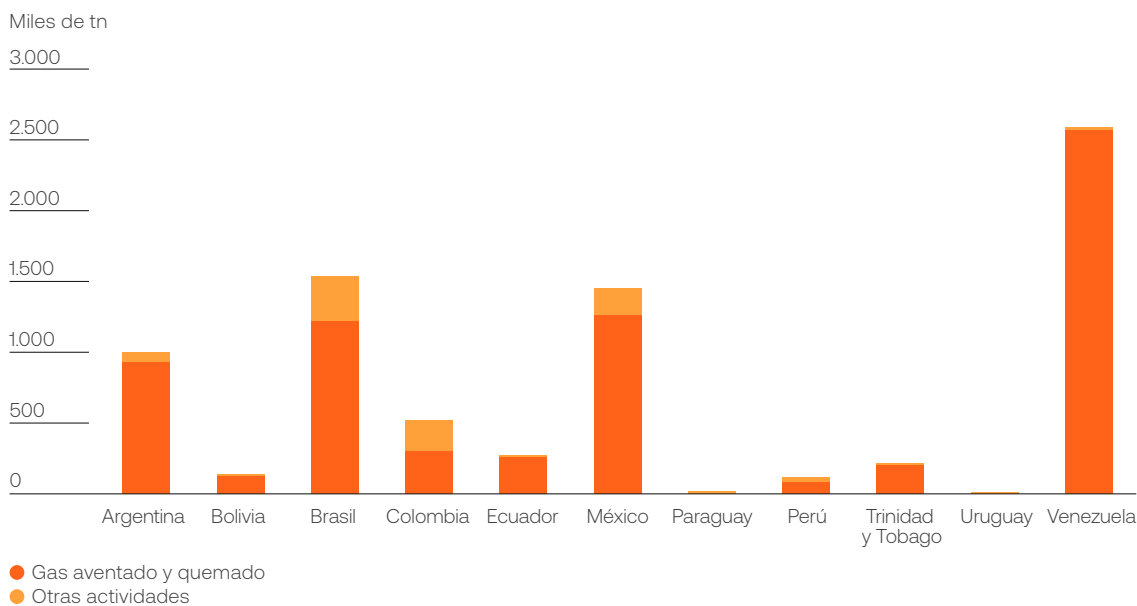
Sin embargo, si no se controlan los venteos y pérdidas de gas en su producción y transporte, el gas natural es fuente de emisiones de metano, que es un tipo de GEI (Álvarez et al., 2012). En ALC, la quema y venteo de gas natural es todavía una preocupación. Por ejemplo, en Argentina se controló fuertemente durante la década de los 90, mientras que Colombia lo hizo durante la última década. En el otro extremo, Venezuela es el mayor emisor de metano de origen energético en la región (gráfico 2.18), ubicándose quinto en el mundo por su nivel de emisiones y tercero en términos de emisiones relativas a la producción (Banco Mundial, 2022).

Por lo anterior, el gas natural aparece como una alternativa confiable, otorgando seguridad energética y resiliencia al sistema en casos de una amplia intermitencia. Esto representa una oportunidad para el desarrollo de este combustible como sustituto de fuentes contaminantes (en la medida que se contengan las emisiones de metano), como complemento a la generación hidroeléctrica y como respaldo firme de las fuentes no convencionales de energía renovable.

Gráfico 2.18

Emisiones de metano de origen energético en ALC (en miles de toneladas): gas aventado y quemado y otras emisiones en 2021

Fuente: Elaboración propia con base en datos de AIE (s.f.).



Nota: Las emisiones de la energía representan el 18 % de las emisiones totales. Otras emisiones provienen del campo (60 %), los deshechos y otros.

Rol potencial del hidrógeno

En un contexto de menor consumo de energía de las fuentes con altas emisiones de GEI y una mayor participación de las fuentes renovables en la matriz energética y eléctrica, el hidrógeno aparece como un combustible con un amplio potencial para contribuir a la descarbonización de la región. El hidrógeno es el elemento químico más abundante en el universo. No contamina, no produce lluvia ácida, no reduce el ozono ni genera emisiones nocivas. Se vuelve estable en forma de molécula diatómica (H₂).

En el año 2020, la demanda de H₂ fue de 88 millones de toneladas a nivel mundial y 4,1 millones de toneladas en ALC (AIE, 2021b; 2021c). Los principales usos en la región son: (i) en refinerías, para hidrotratamientos y para la reducción del azufre en los combustibles en países donde los contenidos de este elemento químico en el petróleo crudo tienden a ser más altos de lo normal (Colombia, Ecuador o México); (ii) la producción de amoníaco, que se utiliza en minería como explosivo y en la agricultura como fertilizante (urea); (iii) la producción de metanol (aditivo o en los combustibles); y (iv) en la industria siderúrgica, para procesos de reducción directa del hierro (Argentina, México, Trinidad y Tobago y Venezuela). También se puede transformar en varias formas de energía, como electricidad, gas sintético, biometano o calor. Este elemento libera

más energía que cualquier otro combustible (casi el triple que la gasolina o el gas natural).

El H₂ producido con fuentes limpias (a partir de la electrólisis del agua) es una alternativa atractiva para sustituir los combustibles fósiles, especialmente en aquellas industrias difíciles de electrificar, tales como los procesos industriales de alta temperatura (por ejemplo, los que se utilizan en el hierro y el acero, el cemento y los productos químicos) y los servicios de transporte de larga distancia, incluidos los de camiones pesados, aéreos y marítimos. Puede incluso sustituir combustibles fósiles de vehículos con motor de combustión interna de hidrógeno, que utilizan celdas de combustible (*fuel cells*).

En cuanto a la infraestructura, el H₂ requiere contar con un sistema de almacenamiento y transporte. Existen casos de redes cerradas entre productor y comprador. Sin embargo, puede ser transportado en redes existentes, en particular las de gas natural,²⁸ o someterse a un proceso de licuefacción y compresión para ser transportado en barcos o camiones (según la escala).

El H₂ se obtiene a partir de otros recursos (agua, biomasa, recursos fósiles) y para convertir estos en hidrógeno hay que seguir unas transformaciones en las que se consume alguna fuente de energía primaria (nuclear, renovable o fósil).

Recuadro 2.4 El proceso productivo del hidrógeno

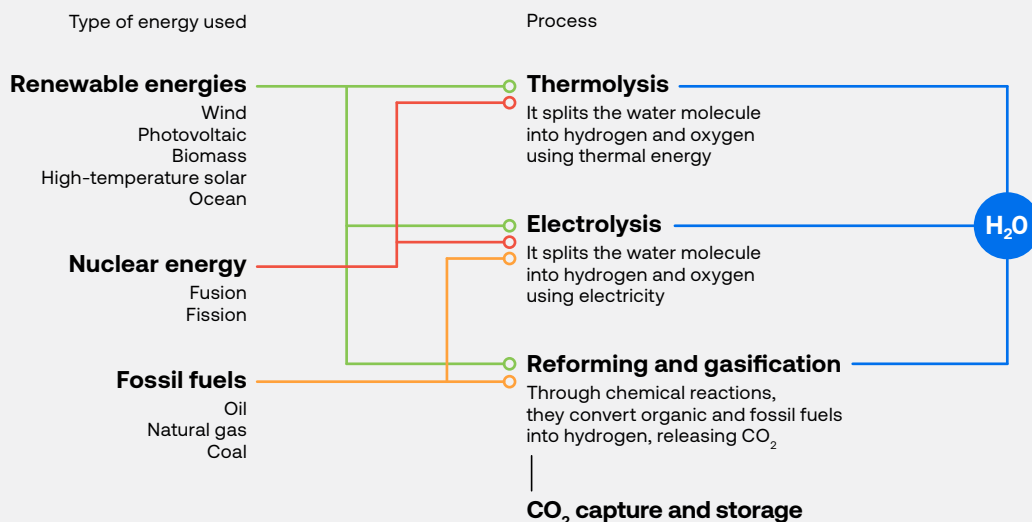
El hidrógeno es un portador de energía y, al igual que la electricidad, es necesario obtenerlo a partir de otras materias primas (agua, biomasa, recursos fósiles). La figura 1 ilustra los procesos de producción del H₂. La conversión de esas materias en hidrógeno exige unas transformaciones en las que se consume alguna fuente de energía primaria.

A su vez, el hidrógeno puede ser transformado en electricidad y metano (para hogares e industrias) o en combustibles para el transporte. Es decir, se puede utilizar en su forma pura (gas) o convertirlo en combustibles basados en el hidrógeno, como el metano sintético, los combustibles sintéticos líquidos, el amoníaco y el metanol.

²⁸ Ya se conocen experiencias de este tipo en Europa (Gasunie en Países Bajos, en 2018; ver AIE, 2021c).

Figura 1
Procesos productivos de H₂

Fuente: Centro Nacional del Hidrógeno (2019).



Según el proceso productivo, la energía utilizada, las emisiones asociadas y la capacidad de captura, utilización y almacenamiento del carbono (CUAC), las clasificaciones más recientes han identificado al H₂ por colores.

Cuadro 1
Clasificación del H₂

Fuente: Elaboración propia con base en AIE (2021c), Florence School of Regulation (2021) y López de Benito (2018).

Color	Energía utilizada	Proceso	Emisiones	Representatividad actual
Negro	Carbón (bituminoso)	Gasificación	Se libera CO ₂ y CO	23 %
Marrón	Carbón (lignito)		Se libera CO ₂ y CO	
Gris	Gas natural	Reformación de metano por vapor	Emite CO ₂	76 %
Azul		Marrón o gris con captura de CO ₂		
Verde	Agua y fuentes renovables	Electrólisis con fuentes renovables (amarillo: solar)	Sin emisiones	0,70 %

Nota: Existen otros colores asignados en función de la energía utilizada y del proceso productivo (turquesa y rosa) que están en fase de desarrollo.

Actualmente el H₂ se produce principalmente a partir del gas natural (76 %) y del carbón (casi el 23 %), de modo que los procesos de producción actuales son emisores de GEI. Menos del 0,7 % de la producción actual de hidrógeno proviene de energías renovables o de combustibles fósiles con plantas equipadas con CUAC. En el año 2019, prácticamente el 90 % de la demanda de H₂ de la región se concentró en Trinidad y Tobago (más del 40 % de la demanda total de H₂) y en las cinco economías más grandes (Argentina, Brasil, Chile, Colombia y México).

En la actualidad, la generación de H₂ verde es poco competitiva (Erbach y Jensen, 2021). En países de ALC, se están desarrollando múltiples estrategias a nivel nacional,²⁹ y existe una cartera de más de 25 proyectos, varios de ellos a escala de gigavatios. Entre los mayores proyectos figura el piloto Hychico, en la Patagonia de Argentina, en donde se producen unas 52 tn de H₂/año a partir de energía eólica. Este proyecto cuenta con el único sistema de tuberías de H₂ de América Latina (2,3 km). Por su parte, el proyecto piloto de Ad Astra Rocket, en Costa Rica, produce alrededor de 0,8 tn de H₂/año a partir de energía solar y eólica. El H₂ se utiliza para propulsar el primer autobús de celda de combustible de la región, así como cuatro vehículos ligeros de celda de combustible. En Chile, la microrred de Cerro Pabellón, en el desierto de Atacama, es un proyecto piloto que utiliza energía solar para producir 10 tn de H₂/año. El proyecto suministra electricidad gestionable de origen renovable para cubrir las necesidades de una microrred que presta servicio a una comunidad de más de 600 técnicos que trabajan en una planta geotérmica (AIE, 2021b).

Para el caso de Chile, el H₂ también podría ofrecer una alternativa viable en segmentos con requisitos de potencia y tiempo de actividad muy elevados, incluidos los camiones mineros pesados. Como ejemplo puede mencionarse el caso de la Corporación de Fomento de la Producción, dependiente del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo de Chile, que inició en 2017 un programa para desarrollar combustible de H₂-diésel en camiones mineros, llamado "Desarrollo de sistema de combustión dual hidrógeno-diésel para camiones de extracción mineros" (OutletMinero, 2017).

Por supuesto, las oportunidades pueden ser diferentes entre países, pero su desarrollo podría contribuir a reducir las emisiones de algunos de ellos. Prácticamente todos los países de la región que se propongan cumplir con sus ambiciones energéticas y climáticas necesitarán descarbonizar el transporte y podrían encontrar oportunidades para implementar tecnologías de H₂ en este sector. En cambio, las oportunidades en la industria pesada se concentran en unos pocos países, donde la actividad actual es responsable de una gran parte de las emisiones. Por ejemplo, Brasil y México produjeron más del 80 % del acero de la región en 2019, mientras que la industria química en Trinidad y Tobago, que produce y consume grandes volúmenes de H₂ a partir de combustibles fósiles, representa aproximadamente la mitad de las emisiones de ese país. Por su parte, los usos del H₂ bajos en carbono en la minería en Chile y Perú podrían desplazar grandes volúmenes de diésel y permitir importantes reducciones de emisiones a largo plazo. De hecho, Chile tiene la ambición de producir y exportar el H₂ más competitivo del mundo a partir de electricidad renovable para 2030, y muchos países de América Latina comparten las condiciones para desarrollar dichos procesos. En algunos de ellos, como Brasil, la disponibilidad de carbono biogénico de las instalaciones de producción de biocombustibles y bioelectricidad existentes también podría ayudar a producir y exportar combustibles sintéticos, que requieren tanto carbono como H₂. Finalmente, existen tecnologías para la producción de H₂ bajo en carbono en estado de desarrollo, que deberán pasar por curvas de aprendizaje y reducciones considerables de costos para que se tornen competitivas.

En este contexto, el gas natural también puede contribuir a impulsar sustancialmente el H₂. Al respecto, diversos países se encuentran desarrollando una combinación (*blend*) de H₂ y gas natural. Esta mezcla resulta en un combustible más competitivo que emplear solamente H₂ verde y es menos contaminante que usar exclusivamente gas natural. En Reino Unido, el *blend* incluye hasta el 20 % de H₂ y se espera que su participación aumente progresivamente (St. John, 2020; National Grid, 2020). De esta forma, el uso de gas natural como fuente de energía podría sostenerse en el tiempo al permitir una reducción de las emisiones

²⁹ En Chile (ya publicada), Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Panamá, Paraguay, Trinidad y Tobago y Uruguay (en preparación).

a precios competitivos. Además, las redes de tuberías construidas para el transporte del gas natural podrían ser utilizadas para el transporte de H₂, luego de un proceso de readecuación a las características de este nuevo combustible. Esto permitiría disminuir sustancialmente el riesgo de soportar mayores costos por activos abandonados.

Cambios en la demanda final y en los procesos de transformación

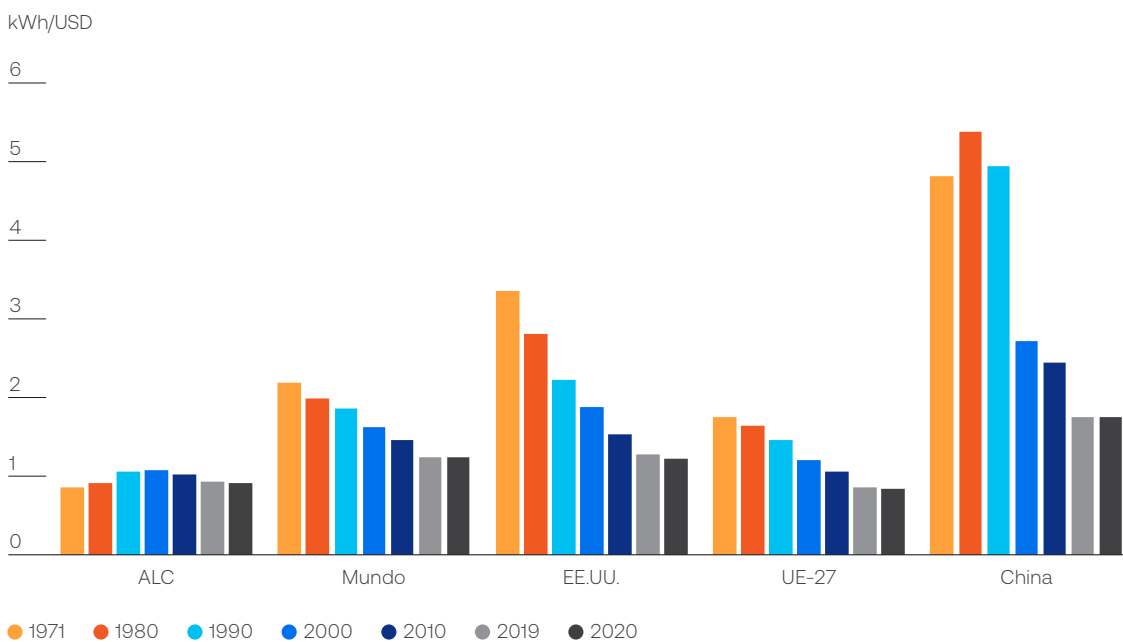
Un segundo conjunto de acciones que contribuyen a la descarbonización del sector energético consiste en intervenciones que mejoran la eficiencia del sector. El indicador más utilizado para evaluar el rendimiento energético general de los países es la intensidad energética primaria, es decir, el total de energía necesaria para lograr el valor agregado de la economía. El gráfico 2.19 ilustra esta medida para ALC en

comparación con el mundo, países y regiones seleccionados (Estados Unidos, China y la UE-27) entre 1971 y 2020. En primer lugar, ALC se ha caracterizado por una baja intensidad energética respecto de los países y regiones comparables, que se ha mantenido relativamente estable, mientras que otras regiones han estado activas de forma permanente (como la UE-27, que actualmente tiene la menor intensidad entre los grupos comparados) o durante las últimas dos décadas (Estados Unidos o China).

Según la última edición de la actualización anual de la AIE (2021d) sobre desarrollos globales en eficiencia energética, la variación anual promedio en la mejora de la intensidad de energía primaria a nivel mundial durante el quinquenio 2017-2021 fue inferior al 2 %. Esta cifra se considera muy por debajo de la tasa de variación anual necesaria para alcanzar los objetivos climáticos globales y de sostenibilidad, que es aproximadamente 4,2 % en el escenario de carbono neto cero.

Gráfico 2.19
Intensidad energética: comparación de ALC con el mundo, países y regiones seleccionadas entre 1971 y 2020

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Ritchie et al. (2020) y Banco Mundial (s.f.a).



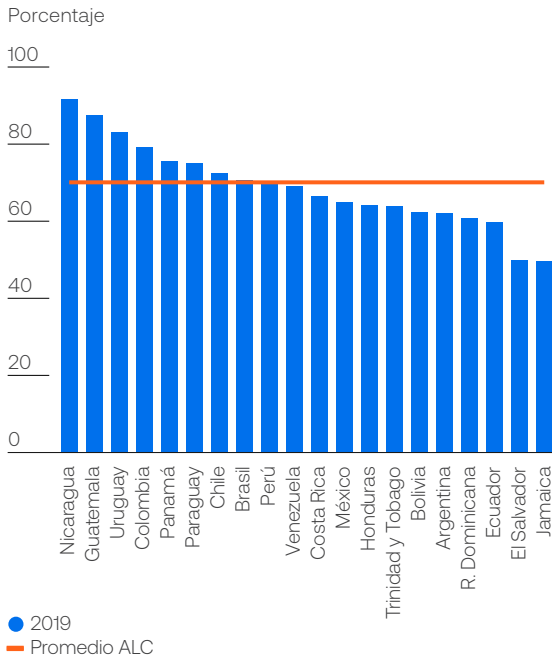
Sin embargo, ese indicador no sólo incluye la eficiencia energética, sino también otros factores, como la estructura económica (es decir la contribución de los diferentes sectores al PIB), la matriz de generación eléctrica y el clima.³⁰ Ante la falta general de información, el análisis de eficiencia energética suele focalizarse en dos indicadores: la diferencia entre la energía primaria destinada a un proceso de transformación y la energía secundaria resultante, que es una medida de la eficiencia media en el proceso productivo; y la diferencia entre la electricidad generada y la electricidad consumida, que aproxima el nivel de eficiencia en el proceso de transmisión y, principalmente, distribución. Estas dos medidas de eficiencia (en la transformación y en la infraestructura) adquieren mayor relevancia en escenarios que consideran una creciente participación de la submatriz eléctrica en la matriz energética.

Tomando como referencia ALC, en 2019 se destinaron 9,6 EJ de energía primaria más 1,1 EJ de energía secundaria para producir 6,0 EJ de electricidad, resultando en una ineficiencia de transformación media del 44 %. Considerando que el proceso de transformación de la generación hidroeléctrica, nuclear y de fuentes renovables no convencionales presenta pérdidas muy bajas o nulas, la pérdida energética durante la transformación se focaliza en la generación térmica. Al calcular la generación con pérdidas bajas o nulas, la ineficiencia térmica media de la región es del 70 %. El panel A del gráfico 2.20 muestra una alta heterogeneidad en la ineficiencia térmica por países, con casos como Colombia, Guatemala, Nicaragua o Uruguay, que presentan elevadas pérdidas de transformación térmica y tienen amplio espacio para reducirlas, y otros como Ecuador, El Salvador o Jamaica que en 2019 ya alcanzaban los estándares de pérdida de referencia.

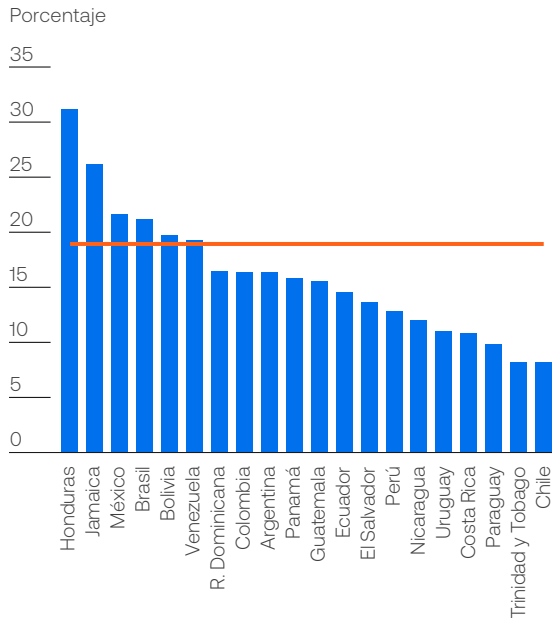
Gráfico 2.20
Pérdidas energéticas por transformación en la generación eléctrica en 2019

Fuente: Elaboración propia con base en datos de OLADE (s.f).

Panel A. Pérdidas por transformación térmica



Panel B. Pérdidas de transmisión y distribución



³⁰ Hay otros indicadores que permiten aislar este tipo de factores, como, por ejemplo, el índice de eficiencia energética ODEX, pero requiere de una gran cantidad de datos y no está disponible para la mayoría de los países. Para más información sobre el índice ver: http://www.odyssee-indicators.org/registered/definition_odex.pdf.

Por su parte, para la generación de 6,0 EJ de electricidad, el consumo final ascendió a 4,8 EJ, lo que implica pérdidas de transmisión y distribución del 19 %. El panel B del gráfico 2.20 también muestra una alta heterogeneidad en las pérdidas de distribución, destacándose Honduras, Jamaica, México y Brasil (por ese orden) por encima de la media y Chile, Paraguay y Trinidad y Tobago con pérdidas inferiores al 10 %.

Transporte sostenible y transición energética

Consumos y emisiones del sector: escenario actual y tendencias

El transporte sigue siendo el sector de la economía con el mayor uso de energía fósil, con niveles de consumos de productos derivados del petróleo del 81 % y el 91 % en la región y en el mundo, respectivamente (datos de AIE, 2019). Consecuentemente, el sector es uno de los líderes en términos de emisiones, representando el 15 % de las emisiones de GEI y el 24 % de las emisiones de dióxido de carbono en ALC (ver el capítulo 1). El uso intensivo de energía unido a la alta proporción de combustibles a base de carbón en los medios de transporte no sólo aportan a la crisis climática mediante las emisiones atmosféricas, sino que

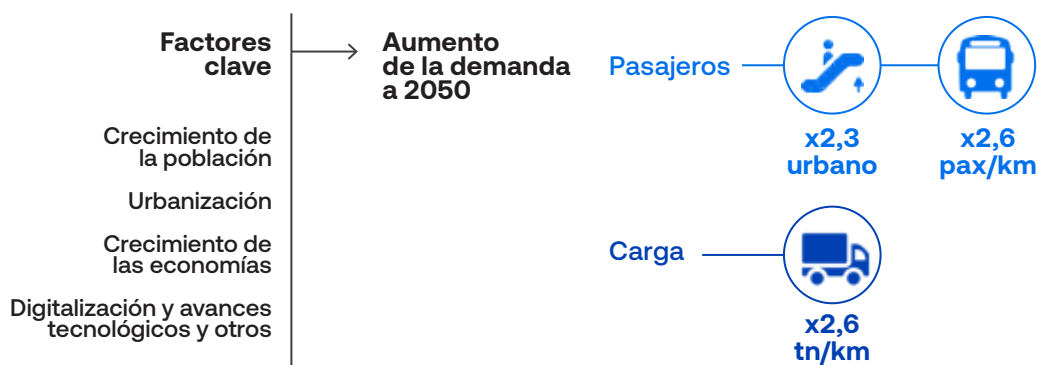
también contribuyen mediante la contaminación local sonora y del aire,³¹ que perjudican significativamente la salud pública.

Para planificar y accionar el camino hacia las emisiones de carbono cero y así limitar el aumento de la temperatura global a 1,5 °C en comparación con niveles preindustriales, se deben considerar las tendencias del sector en el tiempo. Según el último informe del Foro Internacional del Transporte (ITF, 2021), en general la demanda de transporte para 2050 como mínimo se duplicará y la demanda de transporte urbano de pasajeros casi triplicará, apalancada por factores clave, como el aumento poblacional, la urbanización, el crecimiento de las economías y la digitalización (figura 2.2).

Por lo tanto, aun si se implementan los compromisos existentes para descarbonizar, se estima un aumento del 16 % en las emisiones directas de dióxido de carbono del “tanque a la rueda” (*tank-to-wheel*) en el sector en general para el año 2050 (ITF, 2021). Este ejercicio arroja una estimación de más de 8 millones de toneladas de emisiones del sector en ese año, las cuales superan el techo de los menos de 3 millones de toneladas previstas en dicho escenario para evitar la agudización de la crisis climática en la segunda mitad del siglo.

Figura 2.2
Tendencias del transporte para 2050

Fuente: Elaboración propia basada en el escenario de *status quo* (ITF, 2021).



³¹ Los contaminantes locales son material particulado, óxidos de nitrógeno, el dióxido de azufre (SO₂), el monóxido de carbono (CO) y el ozono.

El camino hacia un transporte sostenible

Ante la necesidad de alinear a todos los actores y lograr un camino factible hacia un transporte más sostenible, todas las agendas globales sobre desarrollo sostenible y los esfuerzos específicos en materia de transporte y movilidad coinciden en que se debe actuar simultáneamente sobre diferentes aspectos del transporte. Esto supone cubrir el transporte de pasajeros y de carga en los distintos modos y en todos sus ámbitos: urbano, rural y regional. Dichas agendas consideran importantes los desafíos que impone el cambio climático, pero plantean como algo crucial que la planificación y acción se lleven a cabo sin desatender la dimensión social, económica y de bienestar del transporte sostenible.

En línea con la Nueva Agenda Urbana, en años recientes se ha retomado un marco de acción y formulación de política pública desarrollado en los años noventa por Alemania: el marco ASI (siglas en inglés de *avoid-shift-improve*), traducido como evitar o reducir, cambiar y mejorar. Este marco coloca el foco en el lado de la demanda para estructurar medidas que reduzcan el impacto ambiental del transporte y, en consecuencia, mejoren la calidad de vida en las ciudades. El primer elemento es **evitar o reducir** las necesidades de viaje o las distancias recorridas, principalmente mediante instrumentos de planeación y regulación de uso del suelo que integren el tejido urbano y aumenten la mixtura de usos. El elemento siguiente consiste en **cambiar** hacia modos más eficientes a través de la mejora en infraestructura e información del transporte público y los modos activos, junto con incentivos económicos y regulaciones sobre modos privados. Finalmente, se busca **mejorar** la eficiencia de los vehículos y sus operaciones a través de los avances tecnológicos que permiten reducir la dependencia de combustibles fósiles, para generar opciones de vehículos más amigables con el ambiente mediante inversiones en combustibles limpios y regulaciones sobre los fósiles. Asimismo, agrupando una amplia gama de estrategias para combatir la crisis climática desde el sector, en este marco se desarrollan sinergias entre las medidas de mitigación y adaptación.

Según el Informe de movilidad eléctrica (MOVE) para la región (PNUMA, 2021b), durante 2020 varios países de ALC actualizaron sus CDN, estableciendo objetivos más ambiciosos encaminados a cumplir el Acuerdo de París. Muchos de ellos (27 de 33) han priorizado el sector del transporte como un elemento fundamental para alcanzar las metas de reducción de emisiones en sus CDN.

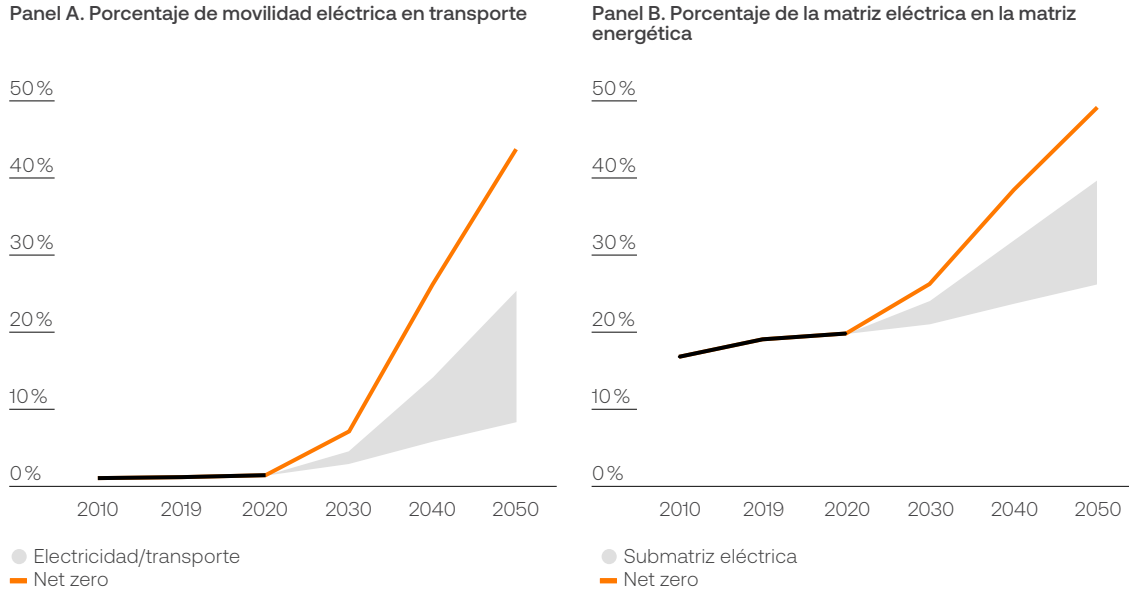
Descarbonización del transporte: la electrificación es fundamental

Como estrategia fundamental para limitar la contribución del sector a la crisis climática, se encuentra el reemplazo de consumos de combustibles a base de carbón por energías limpias. La utilización de los vehículos impulsados por electricidad de bajas emisiones ofrece el potencial más grande de descarbonización para el transporte terrestre sobre la base del ciclo de vida (IPCC, 2022b). En dicho consenso general, se llevará adelante un proceso marcado por la electrificación de la demanda de energía en las próximas décadas. Los escenarios de pronósticos de la AIE (2021a), ilustrados en el panel A del gráfico 2.21, prevén que la participación de la electricidad en el transporte crezca a valores de entre el 8 % y el 25 % en 2050 desde el actual 1 % (hasta un 47 % en el escenario de carbono cero). Por su parte, la representatividad de la submatriz eléctrica, observable en el panel B del mismo gráfico, aumentará del 20 % a valores de entre el 26 % y el 40 % (hasta un 49 % en el escenario de carbono cero) por estas y otras políticas de sustitución de la demanda.³²

³² Las proyecciones de la AIE (2021a) incluyen información de generación eléctrica para América Central y del Sur, pero no informan del consumo de electricidad. Así, a nivel mundial, el consumo eléctrico representó en 2019 el 17 % del consumo energético, mientras que la generación para cubrir el consumo eléctrico representó el 37 % de la oferta de energía. Estos porcentajes fueron del 18 % y el 24 %, respectivamente para ALC (según datos de la OLADE).

Gráfico 2.21
Proyección de la movilidad eléctrica y la matriz eléctrica a nivel mundial

Fuente: AIE (2021a).



Nota: El espectro de la proyección cubre escenarios de políticas declaradas (STEPS, por sus siglas en inglés), compromisos anunciados (APS, por sus siglas en inglés) y de desarrollo sostenible (SDS, por sus siglas en inglés). La AIE solo incluye escenarios para alcanzar emisiones netas de carbono cero (*net zero*) a nivel mundial.

Entre las ventajas de la electrificación del transporte, se encuentra, en primer lugar, la alta eficiencia del consumo de energía de los vehículos eléctricos en comparación con la eficiencia de los sistemas que funcionan con combustibles fósiles (entre 60 % y 80 % de diferencia en consumo).³³ En segundo lugar, la reducción de emisiones del “tanque a la rueda”, es decir, durante la operación de los vehículos eléctricos, es muy significativa, no sólo de contaminantes globales como el CO₂, sino también de contaminantes locales, como el ozono o el monóxido de carbono, que tanto deterioran la calidad del aire y, como consecuencia, la salud de los habitantes.³⁴ La mencionada reducción de emisiones gracias a la electrificación de los sistemas de transporte será mayor en la medida que vaya acompañada de la promoción y crecimiento de las energías renovables en la matriz de generación, es decir,

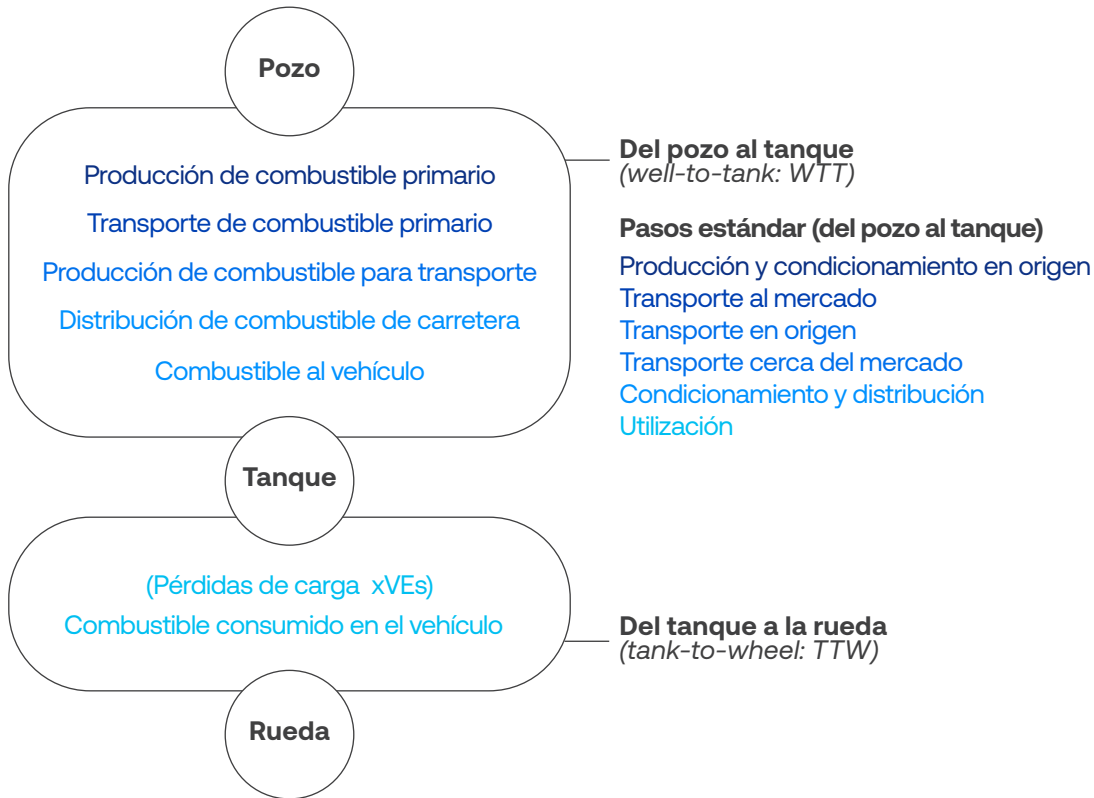
evitando emisiones en la generación eléctrica para atender la nueva demanda (emisiones “del pozo al tanque” [*well-to-tank*]). De esta manera, considerando las emisiones del uso de energía “desde el pozo a la rueda” (*well-to-wheel*), es posible que el proceso de descarbonización produzca la disminución de emisiones necesarias para alcanzar las metas climáticas publicadas por los países en sus CDN. La figura 2.3 resume las instancias mencionadas, desde el pozo a la rueda, que se deben considerar para calcular el uso total de energía y las emisiones de GEI.

³³ Un auto con motor de combustión interna utiliza aproximadamente 0,32 GJ por cada 100 km, mientras que un vehículo eléctrico a batería consume alrededor de 0,06 GJ por cada 100 km.

³⁴ Se estima que la contaminación fue la causa de 4,2 millones de muertes prematuras por año debido a la exposición a partículas pequeñas de 2,5 micrones (PM_{2,5}), causantes de enfermedades cardiovasculares, respiratorias y cáncer (OMS, 2021).

Figura 2.3
Emisiones desde el pozo a la rueda (*well-to-wheel*)

Fuente: Figura extraída de Prussi et al. (2020).



Es muy importante que la electrificación del transporte sea vista como una oportunidad de tener un abordaje holístico, en el que, por ejemplo, mejoras en la calidad del transporte público puedan contribuir complementariamente a la reducción de la congestión. La adopción de buses eléctricos representa una solución más amplia, por ejemplo, en la medida que la renovación de la flota permite mejorar el confort del transporte público, volviéndolo más atractivo en relación con el transporte privado y propendiendo así a los componentes de “evitar” y “cambiar”. En esta línea, en 2019, CAF publicó una revisión del marco regulatorio y político actual de la región, con detalles de los procesos de implementación en las ciudades de Bogotá, Quito, Montevideo y Santiago. Además, en el marco del Plan de Movilidad Limpia del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, CAF (2021) contribuyó en el proyecto de evaluación e implementación de

una prueba piloto de buses 100 % eléctricos, con el que se estudió la factibilidad de integrar este tipo de tecnología en la operación del transporte público, así como la eficiencia de los vehículos en las distintas condiciones de tránsito. La mejora del conocimiento en este tema resulta crucial en ALC por las altas tasas de urbanización, densificación de las ciudades y de uso de transporte público. Muchos países de la región, desde México hasta Argentina, han implementado estas tecnologías, ya sea a través de programas piloto, pruebas de operación o la adopción masiva en sistemas de transporte público. Según el E-BUS RADAR,³⁵ existían 3.209 buses eléctricos operando en América Latina en junio de 2022, siendo Santiago y Bogotá los que lideran esta carrera. En Bogotá, para esa misma fecha, se habían licitado más 1.500 buses, de los cuales 1.061 ya estaban en operación y cuya totalidad estará en circulación

35 Sitio web <https://www.ebusradar.org/> accedido el 23 de junio de 2022.

a fines de 2022. De seguir esta tendencia, se espera que a partir de 2025 entren anualmente más de 5.000 autobuses eléctricos a las ciudades latinoamericanas (PNUMA, 2021b). Algunas de ellas, como Bogotá y Santiago, muestran un gran avance en la materia, siendo las ciudades que más buses eléctricos tienen en el mundo, sin contar las de China. Panamá aprobó la ley de electromovilidad, que, entre otras medidas, establece un plan de reemplazo de la flota para 2030 (40 % de los vehículos administrativos y 33 % de buses eléctricos) y medidas complementarias para la infraestructura de recarga de vehículos. Estas experiencias están dejando importantes lecciones para la región, como son la recomendación de:

- i) desacoplar la adquisición de la operación en los procesos de licitación, ii) generar esquemas de remuneración que permitan reflejar las eficiencias operacionales en las fórmulas de remuneración, y iii) garantizar el flujo de recursos al financiador en cuentas independientes, que no se vean afectadas por la operación.

De igual manera, la electrificación de la flota de logística urbana y de entrega de la última milla serán factores importantes para la descarbonización del sector. Con las altas tasas de adopción de dispositivos digitales, exacerbadas por la reciente pandemia mundial, el mundo del comercio electrónico ha crecido exponencialmente y, con ello, la demanda en el sistema logístico de entrega. Por lo tanto, han aumentado los kilómetros recorridos por los vehículos dedicados a ese servicio. CAF ha lanzado la Estrategia en Logística Urbana Sostenible (LOGUS) para ofrecer a las ciudades de ALC un conjunto de herramientas de conocimiento, diagnóstico y actuación con las que hacer frente a los retos de la logística urbana. Los manuales LOGUS incluyen además buenas prácticas, recomendaciones de regulaciones y nuevos avances tecnológicos para la descarbonización, especialmente la electrificación de la logística urbana.

Un concepto similar se aplica a los sistemas de transporte de carga, contribuyendo tanto a la reducción de emisiones como a la reducción de costos logísticos. En América Latina y el Caribe, la mayor parte del transporte de carga doméstico no urbano (89 %) se realiza por carretera. Para ello, se utilizan esencialmente camiones de carga media y pesada propulsados por diésel, representando

el 97 % de las emisiones de CO₂ del transporte de carga no urbano. El transporte sobre rieles y el marítimo-fluvial son modos eficientes y bajos en emisiones; sin embargo, representan respectivamente el 4,1 % y 6,7 % de las toneladas kilómetro transportadas en la región. Con respecto a las emisiones, por ejemplo, para realizar una tonelada-kilómetro en ALC, el ferrocarril emite 21 veces menos dióxido de carbono que el transporte de carretera.³⁶ Aún más reducciones podrían obtenerse si los trenes y barcazas fueran electrificados y se abastecieran de energías de fuentes renovables y limpias. Por ello, una de las principales líneas de acción para descarbonizar el transporte de carga se basa en un cambio hacia estos modos más amigables con el medio ambiente, acompañado por la electrificación de dichos modos y la descarbonización de sus fuentes de energía (Sum4All, 2019). En el caso de Argentina, la combinación de las medidas de renovación de flota de camiones con el uso de combustibles alternativos y la promoción de la intermodalidad para incentivar la transición modal podría reducir en un 50 % las emisiones del sector para el año 2050 respecto de las de 2015 (ITF, 2020). En esa línea, varios países de la región, como Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia y México, han incluido al ferrocarril dentro de los pilares de sus políticas nacionales de logística, pero existen grandes desafíos para incentivar el cambio modal y su electrificación (Calatayud y Montes, 2021).

Desafíos de la electrificación del transporte

Dos elementos importantes para el despliegue de vehículos eléctricos a nivel mundial y en la región, en particular, son la reducción de los costos de las baterías³⁷ y, en el caso del transporte sobre ruedas, el despliegue de infraestructura de conexión a la red eléctrica para la carga y descarga. De hecho, el crecimiento del parque de vehículos eléctricos traerá aparejada la posibilidad de que estos brinden servicios de almacenamiento a la red (denominado en inglés *vehicle to grid*) y de regulación de la frecuencia a la red de distribución, entre otros. Sin embargo, un desafío que se presenta es el de la interoperabilidad de la recarga de los vehículos eléctricos. La interoperabilidad permite a los usuarios de vehículos eléctricos cargar sus baterías en cualquier punto de recarga establecido, independientemente del proveedor

³⁶ Los porcentajes y proporciones son elaboración propia a partir de las estadísticas que forman parte del ITF Transport Outlook (ITF, 2021).

³⁷ Europa planea eliminar las ventas de vehículos nuevos de pasajeros con motor de combustión o híbridos a partir de 2035 e impulsar así el uso de vehículos eléctricos y de hidrógeno (Comisión Europea, 2021a).

o de los operadores del servicio. Si no se resuelve bien este desafío, puede presentar un obstáculo para el crecimiento y penetración de la movilidad eléctrica no solamente a nivel nacional sino también a nivel regional. Una adecuada interoperabilidad permitiría lograr los objetivos de seguridad, escalabilidad, ahorro, seguridad y simplicidad. Países como Chile, Perú, Panamá y Paraguay ya están avanzando en el estudio de normativas y reglamentos para establecer los estándares sobre interoperabilidad. Esta también abarca el sistema de comunicación que permite la interacción de los sistemas de recarga con los sistemas eléctricos y contar con una gestión de demanda según la disponibilidad de la red eléctrica en los distintos países.

Captura, utilización y almacenamiento de carbono (CUAC)

Con base en el quinto informe de evaluación del IPCC, la Universidad de Cambridge y el WEC (2014) reportaron que, para reducir las emisiones a niveles compatibles con el mantenimiento del aumento de la temperatura por debajo de los 2°C, el uso de combustibles fósiles sin captura de carbono debería desaparecer a más tardar en 2100. En el reporte del panel de expertos de 2022, se enfatiza la condición de reducir un 25 % los GEI para 2030 si se quiere cumplir con este objetivo o un 48 % para mantener el aumento de la temperatura por debajo de los 1,5°C (IPCC, 2022b). En caso de persistir la producción de combustibles fósiles, la neutralidad de carbono se podría alcanzar con un complemento de captura y almacenamiento, especialmente para las emisiones originadas en los sectores industrial y eléctrico.

La cadena de valor de CUAC tiene tres eslabones clave, no necesariamente integrados, que son (i) la captura de carbono, (ii) el transporte del CO₂ capturado a los sitios de almacenamiento, y (iii) el uso alternativo del CO₂ o su almacenamiento. Las opciones para reducir las cantidades de carbono liberadas y que llegan a la atmósfera son amplias. Una de las principales recomendaciones de acción para la región, tal como se mencionó en el capítulo 1, es la expansión de la cobertura forestal (por ejemplo, la reforestación). Si, por otro lado, los nuevos cultivos se planifican para la conservación de la biodiversidad, se produce un doble beneficio (Pörtner et al., 2021).

Dentro de las opciones tecnológicas de CUAC, las aplicaciones con mayor desarrollo se dan en los sectores eléctrico e industrial. En el sector eléctrico se han producido avances en tecnologías de bioenergía con captura y almacenamiento de carbono (BECCS, por sus siglas en inglés), que aportan emisiones negativas.³⁸ El reacondicionamiento de generadores a carbón o gas natural con CUAC permite reducir emisiones y aporta al sistema una fuente de generación firme con menores emisiones que una planta convencional. También se han desarrollado tecnologías de captura en la refinación de petróleo, el procesamiento de gas natural (para GNL) y la producción de fertilizantes, y se está avanzando en proyectos de captura de carbono en la producción de cemento, acero y otras actividades industriales. La captura y almacenamiento de carbono (CAC) industrial está en pleno desarrollo y permitirá capturar hasta el 90-99 % de las emisiones de CO₂ en una planta (Paltsev et al., 2021). Por otro lado, esta actividad posibilitaría recuperar una parte del valor de los activos energéticos abandonados en los procesos de transición, dado que su efecto sobre el clima sería menor (IPCC, 2005; Clark y Herzog, 2014).

Hasta el año 2021, la capacidad de captura de los proyectos de CUAC operativos y en ejecución en los sectores eléctrico, industrial y de transformación alcanzó los 41 MtCO₂/año, para un sendero con metas para 2030 de 208 MtCO₂ en un escenario de desarrollo sostenible y 1.578 MtCO₂ en un escenario de carbono neto cero (AIE, 2021a). En la región, el mayor proyecto de CUAC es el que lleva adelante la petrolera estatal Petrobras en la cuenca de Santos. Este proyecto, que reduce las emisiones de la extracción del gas natural, se encuentra operativo desde 2013 y posee una capacidad de captura de 3 millones de toneladas anuales de CO₂ (AIE, 2020b).

Un doble condicionante para el desarrollo de estas tecnologías es la medición de emisiones (positivas y negativas) y la valorización de la actividad que realizan (CUAC) o que reemplazan (fuentes renovables vs. generación con combustibles fósiles o producción de H₂). Para que sean viables económicamente, los inversores deberían percibir que el CO₂ tiene una valorización —actualmente se estima que a USD 100/tCO₂ la CUAC es viable en sectores como el cemento, el hierro, el acero y la generación de energía (AIE, 2021e), pero la

³⁸ Sin embargo, también tiene costos ya que las BECCS requieren de mucho espacio (afectando áreas de producción de alimento y, consecuentemente, su disponibilidad, y poniendo en riesgo la biodiversidad). También exige tiempo para su desarrollo, por lo que no se debe seguir alentando la acción por el clima (ver Vandermel, 2020).

El transporte sigue siendo el sector de la economía con el mayor uso de energía fósil, con niveles de consumos de productos derivados del petróleo del 81 % y el 91 % en la región y en el mundo.



implementación a nivel de países es variada— y que esta refleje los costos ambientales en el futuro.³⁹

Considerando lo anterior, es evidente que los objetivos ambientales presionan para que el carbón, los derivados del petróleo y, en segundo orden de relevancia, el gas natural tiendan a reducir su participación en la matriz energética. Los países de la región, a pesar de la amplia heterogeneidad, han mostrado un sostenido incremento en la participación de las energías renovables no convencionales y el gas natural, sustituyendo principalmente al petróleo, al tiempo que el carbón ha mantenido una participación baja (con algunas excepciones, como Panamá y Chile).

Sin embargo, esta situación plantea nuevos desafíos, como la intermitencia de las renovables no convencionales y el impacto de la variabilidad climática sobre la generación hidroeléctrica tradicional. Al respecto, el gas natural y las renovables poseen interesantes complementariedades para su desarrollo conjunto y para lograr una composición en la matriz energética más sustentable y estable. Además, la captura y almacenamiento de carbono permitiría alcanzar la neutralidad de carbono en el sector aun con la presencia de combustibles fósiles. Por lo anterior, es evidente que no existe una única combinación para cumplir con los objetivos ambientales.

Simulaciones y sensibilidades

Con el objeto de cuantificar el impacto de los diferentes escenarios de mitigación sobre la matriz energética y las emisiones sectoriales de CO₂, Rodríguez Pardina et al. (2022) elaboraron en el marco de este reporte un modelo simplificado para proyectar la evolución de las matrices energéticas en el periodo 2021-2030 (con una proyección intermedia en 2025). El modelo respeta la lógica de una matriz energética, separando entre oferta de energía, transformación y demanda, y se construye a partir de esta última. Es decir, se estima la demanda energética sectorial de energía primaria y secundaria de cada país, luego se calcula la demanda y oferta de energía del sector de transformación y, finalmente, se estima la oferta energética necesaria. De este modo, se puede intervenir en la matriz energética a través de diferentes políticas sectoriales.⁴⁰

En primer lugar, se detalla el escenario de crecimiento orgánico (*business as usual* o BAU), que proyecta la situación del sector en 2025 y 2030 suponiendo que la estructura de la matriz energética se mantiene constante, es decir, solo considera el crecimiento macroeconómico de la región. El escenario BAU servirá como escenario de comparación para los restantes casos. Se presentan cinco escenarios: las

³⁹ Debe considerarse en este punto la llamada "paradoja verde": el intento de fijar un precio alto para el CO₂, de modo que vuelva atractiva la CUAC, puede resultar en un aumento en las emisiones en el presente. Esto se daría si se acelera la extracción de combustibles fósiles en el presente como respuesta a la menor rentabilidad esperada en el futuro.

⁴⁰ Ver Rodríguez Pardina et al. (2022) para una descripción precisa del funcionamiento del modelo y los supuestos considerados.



simulaciones de aumento de las renovables no convencionales (A), la electrificación del transporte acompañado por la incorporación de generación sin emisiones (B) y la disminución de la intensidad energética (C), que se exponen en este subapartado, mientras que las simulaciones sobre la sustitución del petróleo por gas natural en la generación eléctrica y en la industria (D) y las mejoras en la eficiencia de la transformación y distribución se presentan en el anexo 2.2. Al final, se agrupan todos los supuestos en un escenario denominado global. Como observación inicial, los supuestos en el escenario BAU y las simulaciones se realizan para comparar distintos escenarios y concientizar sobre los efectos de no tomar acciones o hacerlo tímidamente.

Escenario de *status quo* y proyecciones para 2025 y 2030

Este escenario refleja la situación del sector suponiendo que la estructura de 2021 no experimenta cambios para los años 2025 y 2030 (excepto en el caso de la energía nuclear, que se mantiene constante y la demanda incremental se compensa manteniendo la proporción de las otras fuentes). El nivel de consumo crece a una tasa anual del 2,72 % para el período 2021-2025 y del 2,28 % para el período 2025-2030,⁴¹ mientras que la demanda del sector energético crece según las elasticidades⁴² PIB (sector eléctrico y energético) por sector de demanda inferidas de la información disponible para el período 2000-2019, reflejando de esa manera las mejoras en intensidad energética logradas hasta el momento. A partir de estos valores y las tasas de crecimiento supuestos, se obtiene la demanda total de energía de cada sector y la demanda por fuente de energía. La estructura relativa por fuente de energía se mantiene prácticamente constante, en línea con los supuestos adoptados para el diseño del escenario BAU.

Cuadro 2.5

Composición de la demanda de energía en el año base y escenario BAU en 2025 y 2030

Fuente: Rodríguez Pardina et al. (2022).

Fuente	P J			Estructura Relativa		
	2021	2025	2030	2021	2025	2030
Petróleo y derivados	25.134	27.484	29.826	46,6 %	45,5 %	44,0 %
Gas natural	10.526	12.151	14.127	19,5 %	20,1 %	20,8 %
Carbón mineral	1.921	2.291	2.764	3,6 %	3,8 %	4,1 %
Renovables convencionales	8.396	9.190	10.198	15,6 %	15,2 %	15,0 %
Renovables no convencionales	1.581	1.727	1.907	2,9 %	2,9 %	2,8 %
Nuclear	419	419	419	0,8 %	0,7 %	0,6 %
Electricidad	5.969	7.121	8.576	11,1 %	11,8 %	12,6 %
Total	53.947	60.382	67.817	100,0 %	100,0 %	100,0 %

⁴¹ La proyección para el primer quinquenio se obtiene del FMI (2020), mientras que para el siguiente quinquenio se utilizó la tasa histórica de crecimiento de los países de ALC (período 1990-2021) de la CEPAL.

⁴² Una elasticidad mide el cociente entre el cambio porcentual de dos variables, por ejemplo, entre las emisiones de CO₂ y una medida de política (sustitución del consumo de combustibles para transporte por electricidad).

La oferta de energía primaria y secundaria necesaria para satisfacer la demanda total estimada se obtiene suponiendo que la eficiencia técnica (de transformación y distribución) se mantienen constantes. La evolución del PIB y las distintas medidas de oferta de energía asociadas al escenario BAU en 2025 y 2030 se resumen en el cuadro 2.6.

Las dos últimas filas del cuadro resumen la evolución relativa del PIB y la oferta energética total, así como la del PIB y la oferta eléctrica total. Como puede observarse, ambas son constantes en el escenario BAU, lo que indica que se mantienen las ganancias de intensidad logradas en los últimos 20 años (principalmente entre 2000 y 2015, evolucionando de forma relativamente constante desde entonces).

Finalmente, con la oferta total de energía se pueden estimar las emisiones de CO₂ en 2025 y 2030. El cuadro 2.7 muestra la evolución y origen de las emisiones junto con el PIB de cada año para el escenario BAU en 2025 y 2030.

Las dos últimas filas del cuadro resumen las emisiones por unidad de energía y por unidad de PIB, respectivamente. Como puede observarse, ambas emisiones son constantes (reflejando los supuestos del escenario BAU). La evolución y composición de las emisiones en escenario BAU de 2025 y 2030 se muestran en el gráfico 2.22.

Lo anterior significa que, de no realizarse acciones con el objetivo de disminuir el impacto sobre el medioambiente, las emisiones de ALC se ubicarían levemente por debajo de los 2.000 MtCO₂ en 2025 y de los 2.200 MtCO₂ en 2030.

Cuadro 2.6 Evolución del PIB e indicadores de oferta de energía

Fuente: Rodríguez Pardina et al. (2022).

Concepto	Unidad	BAU 2025	BAU 2030
PIB	MUSD	5.956.233	6.666.920
Oferta energía primaria total	PJ	36.924	41.554
Oferta energía secundaria total	PJ	24.715	27.613
Oferta energética total	PJ	41.163	46.122
Oferta de electricidad total	PJ	7.120	8.575
Intensidad energética	PJ/MUSD	0,70 %	0,70 %
Intensidad eléctrica	PJ/MUSD	0,10 %	0,10 %

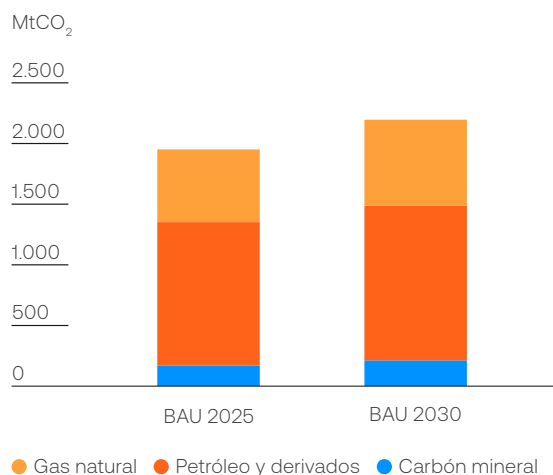
Cuadro 2.7 Emisiones en el escenario BAU en 2025 y 2030

Fuente: Rodríguez Pardina et al. (2022).

Concepto	Unidad	BAU 2025	BAU 2030
PIB	MUSD	5.956.233	6.666.920
Oferta energética total	PJ	41.163	46.122
Emisiones totales	MtCO ₂	1.954	2.197
Carbón	MtCO ₂	165	205
Petróleo y derivados	MtCO ₂	1.186	1.286
Gas natural	MtCO ₂	603	706
Emisiones por unidad de energía	MtCO ₂ /PJ	0,05	0,05
Emisiones por unidad de PIB	tCO ₂ /miles de USD	0,33	0,33

Gráfico 2.22 Emisiones de CO₂ en el escenario BAU en 2025 y 2030

Fuente: Rodríguez Pardina et al. (2022).



Simulación A: aumento de las energías renovables no convencionales (ERNC)

Este escenario de aumento de las ERNC⁴³ (escenario A) cuantifica el impacto sobre las emisiones de una mayor incorporación de energías renovables en la matriz eléctrica de ALC. El único cambio respecto de los escenarios BAU es suponer que aumenta la participación de las energías renovables no tradicionales dentro de

la matriz eléctrica, sustituyendo el supuesto de participación constante de las fuentes en cada país, pero manteniendo el tamaño de la matriz eléctrica respecto de la matriz energética.

De esta forma, se supone que la electricidad obtenida por fuentes renovables no convencionales debe representar el 20 % de la producida en cada país en 2025 y el 30 % en 2030. Para el caso de los países en que estos límites ya han sido alcanzados o superados se mantiene la participación actual.⁴⁴ En lo que respecta al resto de las fuentes, la hidroenergía y la geotermia crecen en línea con el PIB (ajustado por la intensidad eléctrica), la nuclear no crece y la térmica convencional cubre la demanda restante, priorizando las fuentes en orden creciente de emisiones de GEI (biomasa, gas natural, petróleo y sus derivados y carbón mineral).

La sustitución de generación térmica por ERNC tiene, como es de esperar, un impacto directo sobre las emisiones de CO₂. El cuadro 2.8 muestra la evolución y origen de las emisiones junto con el PIB de cada año para el escenario de ERNC y el BAU en 2025 y 2030.

Una mayor participación de las ERNC está directamente asociada a menores emisiones. Dado que en las simulaciones suponemos que las ERNC sustituyen a la generación térmica en orden creciente de contaminación (primero carbón, seguido de petróleo y sus derivados y gas natural) el impacto es necesariamente decreciente. El gráfico 2.23 muestra las emisiones de CO₂ para diferentes niveles de penetración de ERNC para el año 2030.

Cuadro 2.8 Emisiones en los escenarios de BAU y A en 2025 y 2030

Fuente: Rodríguez Pardina et al. (2022).

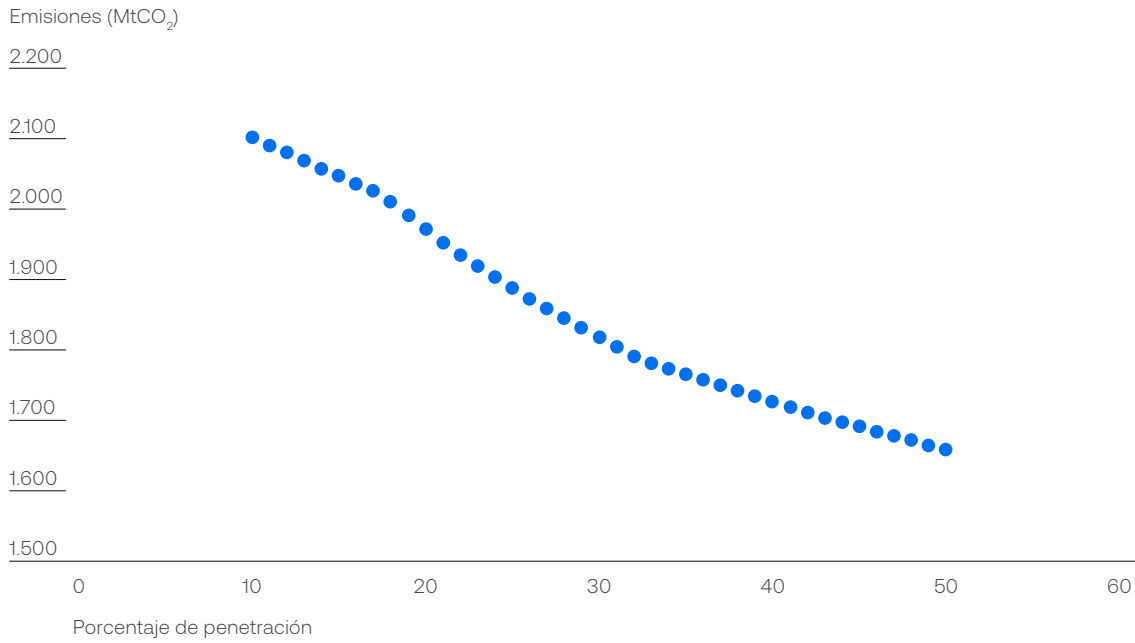
Concepto	Unidad	2025		2030	
		BAU	A	BAU	A
PIB	MUSD	5.956.233		6.666.920	
Oferta energética total	PJ	41.163	39.582	46.122	42.463
Emisiones totales	MtCO ₂	1.954	1.777	2.197	1.818
Carbón	MtCO ₂	165	72	205	64
Petróleo y derivados	MtCO ₂	1.186	1.126	1.286	1.170
Gas natural	MtCO ₂	603	578	706	584
Emisiones por unidad de energía	MtCO ₂ /PJ	0,05	0,04	0,05	0,04
Emisiones por unidad de PIB	tCO ₂ /miles de USD	0,33	0,30	0,33	0,27

⁴³ En este caso se consideran como ERNC únicamente aquellas fuentes que la OLADE define como "otras primarias", por lo que no se considera a la energía geotérmica con el fin de alcanzar el objetivo de penetración.

⁴⁴ Honduras y Nicaragua presentan más de un 20 % de ERNC en la generación eléctrica y Uruguay más de un 30 %.

Gráfico 2.23 Penetración de las ERNC y emisiones de CO₂ en 2030

Fuente: Rodríguez Pardina et al. (2022).



Simulación B: sustitución de la flota por vehículos eléctricos

En este escenario de sustitución del consumo energético en el sector transporte (escenario B) se cuantifica el impacto que tendría sobre la matriz energética y las emisiones el reemplazo de vehículos (automóviles y buses) que consumen derivados del petróleo (gasolina y diésel respectivamente) por vehículos eléctricos. Suponiendo que la necesidad de transporte permanece constante (es decir, sin considerar el fomento de la movilidad activa), la sustitución del consumo de derivados del petróleo por energía eléctrica⁴⁵ en una proporción del consumo actual igual al 20 % en 2025 y al 40 % en 2030 implica que el consumo de electricidad por el sector del transporte pasa de representar el 0,2 % del consumo total al 4,3 % en 2025 y al 10,1 % en 2030.

Adicionalmente, se supone que este proceso de electrificación se complementa con una mayor incorporación de energías renovables. Específicamente, para que el consumo electrificado no genere emisiones, se requiere que la electricidad producida por fuentes renovables no convencionales pase a representar como mínimo el 6,9 % de la electricidad producida total en 2025 y el 9,3 % en 2030. De no incrementar la electricidad generada por fuentes renovables, la secuencia de capacidad instalada prevista en el escenario BAU implica que una parte del consumo adicional derivado del transporte electrificado sea abastecido con combustibles fósiles. El cuadro 2.9 (escenario B) muestra la reducción en emisiones al considerar la electrificación del transporte acompañada de una penetración de ERNC complementaria.

⁴⁵ Esta sustitución supone que un bus diésel consume 2,1 GJ para recorrer 100 km, mientras que uno eléctrico requiere 0,43 GJ. Esto resulta en un factor de conversión de 0,20. De la misma forma un automóvil consume 0,32 GJ para recorrer 100 km, mientras que uno eléctrico requiere 0,06 GJ, con un factor de conversión de 0,19. Sin embargo, la generación de un kWh para consumo tiene una serie de ineficiencias (de transformación y de infraestructura).

La implementación conjunta de un paquete de medidas es el modo más efectivo de disminuir las emisiones, creando sinergias entre los distintos supuestos de descarbonización.



Cuadro 2.9
Emisiones en los escenarios BAU y B en 2025 y 2030

Fuente: Rodríguez Pardina et al. (2022).

Concepto	Unidad	2025		2030	
		BAU	B	BAU	B
PIB	MUSD	5.956.233		6.666.920	
Oferta energética total	PJ	41.163	39.792	46.122	43.252
Emisiones totales	MtCO ₂	1.954	1.820	2.197	1.912
Carbón	MtCO ₂	165	142	205	156
Petróleo y derivados	MtCO ₂	1.186	1.051	1.286	998
Gas natural	MtCO ₂	603	628	706	758
Emisiones por unidad de energía	MtCO ₂ /PJ	0,05	0,05	0,05	0,04
Emisiones por unidad de PIB	tCO ₂ /miles de USD	0,33	0,31	0,33	0,29

Simulación C: disminución de la intensidad energética

En este escenario de disminución de la intensidad energética (escenario C) se cuantifica el impacto sobre la matriz energética y las emisiones de CO₂ de una mejora en la intensidad energética. Esta mejora se simula como una

reducción en la elasticidad-PIB histórica del consumo de energía (en un 20 % para 2025 y un 30 % adicional para 2030). La reducción en el consumo energético para un mismo nivel de actividad significa una disminución en la oferta energética total y, por ende, en las emisiones de CO₂ (cuadro 2.10).

Cuadro 2.10
Emissiones en los escenarios BAU y C en 2025 y 2030

Fuente: Rodríguez Pardina et al. (2022).

Concepto	Unidad	2025		2030	
		BAU	C	BAU	C
PIB	MUSD	5.956.233		6.666.920	
Oferta energética total	PJ	41.163	40.882	46.122	45.139
Emissiones totales	MtCO ₂	1.954	1.938	2.197	2.141
Carbón	MtCO ₂	165	164	205	204
Petróleo y derivados	MtCO ₂	1.186	1.174	1.286	1.243
Gas natural	MtCO ₂	603	600	706	695
Emissiones por unidad de energía	MtCO ₂ /PJ	0,05	0,05	0,05	0,05
Emissiones por unidad de PIB	tCO ₂ /miles de USD	0,33	0,33	0,33	0,32

Análisis conjunto de escenarios (global)

El cuadro 2.11 resume el efecto conjunto de las tres simulaciones anteriores y las que se incluyen en el anexo 2.2.

A partir de los distintos escenarios propuestos es posible evaluar el impacto ambiental de cada uno de ellos en términos de emisiones y compararlos con el escenario BAU. Los paneles A y B del

gráfico 2.24 muestran las emisiones proyectadas en cada escenario, desagregadas por fuente, para 2025 y 2030, respectivamente. En la simulación para 2030 puede apreciarse que este conjunto de medidas (incluyendo los escenarios A, B, C, D y E) implica una reducción de las emisiones del 34 %, donde se combinan una mejora global de la intensidad energética (esta reduce las emisiones en un 18 %) y en la descarbonización (esta las disminuye en un 20 %).

Cuadro 2.11
Emissiones en los escenarios BAU y global en 2025 y 2030

Fuente: Rodríguez Pardina et al. (2022).

Concepto	Unidad	2025		2030	
		BAU	Global	BAU	Global
PIB	MUSD	5.956.233		6.666.920	
Oferta energética total	PJ	41.163	37.353	46.122	37.639
Emissiones totales	MtCO ₂	1.954	1.603	2.197	1.449
Carbón	MtCO ₂	165	35	205	2
Petróleo y derivados	MtCO ₂	1.186	916	1.286	765
Gas natural	MtCO ₂	603	652	706	682
Emissiones por unidad de energía	MtCO ₂ /PJ	0,05	0,04	0,05	0,04
Emissiones por unidad de PIB	tCO ₂ /miles de USD	0,33	0,27	0,33	0,22

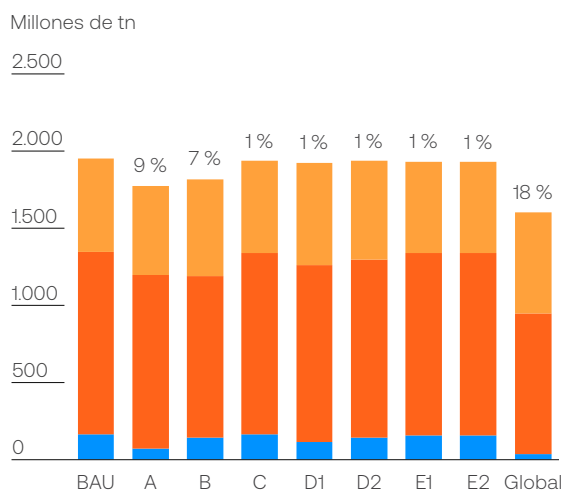
Nota: El escenario global corresponde a los escenarios A, B, C, D y E.

Gráfico 2.24

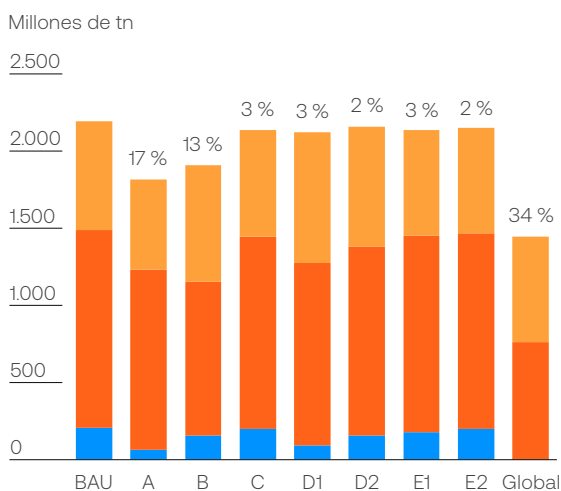
Emisiones de CO₂ (en millones de toneladas) proyectadas y disminución porcentual de las emisiones respecto del BAU en los distintos escenarios

Fuente: Rodríguez Pardina et al. (2022).

Panel A. Proyecciones para 2025



Panel B. Proyecciones para 2030



● Gas natural
 ● Petróleo y derivados
 ● Carbón mineral

Nota: Las proyecciones corresponden en ambos paneles a los escenarios A, B, C, D y E.

Otra herramienta de utilidad para el análisis es la estimación de la sensibilidad de las emisiones de CO₂ a cada cambio de política, aproximada a través de una elasticidad. El cuadro 2.12 muestra

las estimaciones de esta elasticidad medida entre el BAU y cada escenario alternativo para 2025 y 2030 (ver detalles técnicos en Rodríguez Pardina et al., 2022).

Cuadro 2.12

Elasticidades sobre emisiones para distintas variables para cada escenario

Fuente: Rodríguez Pardina et al. (2022).

Escenarios	Elasticidad calculada	2025	2030
A ERNC	$\Delta\%$ emisiones / $\Delta\%$ generación con ERNC	-0,081	-0,075
B Sustitución por VE	$\Delta\%$ emisiones / $\Delta\%$ consumo en transporte de petróleo	0,377	0,357
C Intensidad energética	$\Delta\%$ emisiones / $\Delta\%$ oferta de energía	1,182	1,179
D1 Sustitución por GN-Gen	$\Delta\%$ emisiones / $\Delta\%$ consumo en generación de CyP	0,039	0,045
D2 Sustitución por GN-Ind	$\Delta\%$ emisiones / $\Delta\%$ consumo industrial de CyP	0,026	0,024
E1 Eficiencia transmisión	$\Delta\%$ emisiones / $\Delta\%$ generación térmica	0,294	0,327
E2 Eficiencia distribución	$\Delta\%$ emisiones / $\Delta\%$ producción de electricidad	0,383	0,411

Así, por ejemplo, para el caso de incremento de las ERNC en la matriz eléctrica, la elasticidad nos indica que, por cada 1 % que aumenta la generación a partir de esta fuente, las emisiones de CO₂ caen menos del 0,1 %. Para el escenario C, la interpretación es que, por cada 1 % que disminuye la intensidad eléctrica (cada 1 % que disminuye la necesidad de oferta de energía por unidad de PIB), las emisiones de CO₂ caen 1,1 %. Esto permite priorizar las medidas de política según su sensibilidad: entre las opciones con un mismo efecto porcentual, la intensidad energética tiene mayor impacto, seguida por la electrificación en el consumo de un sector (transporte), las mejoras en la eficiencia técnica de la distribución y las mejoras tecnológicas en generación térmica. Por otro lado, la electrificación del transporte, complementada con la penetración de renovables para la generación de electricidad incremental, no solo permite la reducción de emisiones de CO₂, sino también la de contaminantes locales, como el ozono o el monóxido de carbono, que merman la calidad del aire y perjudican la salud de los habitantes. Si bien este efecto no se cuantifica en este ejercicio, vale la pena mencionarlo como otro beneficio de la electrificación del transporte.

Estos impactos podrían complementarse con una aproximación del costo que implica la implementación de cada uno de los supuestos para poder realizar un análisis costo-beneficio de cada política o proyecto aplicados en los distintos escenarios. Sin embargo, las estimaciones parciales de estas simulaciones (acompañadas por sus respectivas sensibilidades en términos de emisiones de CO₂) dan una primera impresión de la importancia relativa de cada política.

Políticas de adaptación en energía: infraestructura resiliente al cambio climático

Las alertas que se vienen realizando en las sucesivas COP son que, aun cuando se logren implementar acciones de mitigación más ambiciosas, estas no serán suficientes para evitar las consecuencias negativas del cambio climático en las próximas décadas. Si bien se persigue que el sector energético contribuya a la mitigación de los efectos del cambio climático (por ejemplo, vía una matriz energética más verde o una mayor eficiencia), es indudable que el sector debe estar preparado para soportar estas consecuencias esperadas. Algunas de ellas son.⁴⁶

- Los fenómenos climáticos extremos suponen una gran amenaza para todas las centrales de energía, ya que podrían interrumpir el funcionamiento de equipos y procesos críticos, indispensables para un funcionamiento seguro.
- Es altamente probable (probabilidad superior al 80 %) que los cambios en los patrones climáticos regionales afecten el ciclo hidrológico en el que se basa la generación de energía hídrica, que podrían derivar en una capacidad reducida o más intermitente para generar electricidad.
- Es medianamente probable (probabilidad de al menos el 50 %) que las consecuencias del calentamiento global y los patrones climáticos cambiantes tengan un impacto negativo en la producción agrícola, afectando la producción y la disponibilidad de biomasa tanto para la generación de energía como para la producción de biocombustibles.
- Se proyecta que los fenómenos climáticos extremos, especialmente los vientos fuertes, afecten las redes de transmisión y distribución de energía eléctrica, lo que afectaría la calidad del servicio (University of Cambridge y WEC, 2014).
- Varios de estos efectos impactan sobre la confiabilidad y seguridad energética de los países. También afectan directamente al acceso al servicio y a su calidad (teniendo en cuenta que esta última dimensión es la que mayor atención requiere en este sector), lo que repercute en una mayor frecuencia y duración de las interrupciones del servicio.

El cambio climático y los objetivos ambientales vinculados imponen la necesidad de transformar el sector energético. Dada la participación del sector en el total de emisiones, la descarbonización de la matriz energética es fundamental. Sin embargo, las acciones de mitigación por sí solas no son suficientes: alcanzar la neutralidad climática (en términos de emisiones de GEI) para 2050 parece un objetivo de difícil cumplimiento para la región y, aun si se lograra, los efectos negativos del cambio climático seguirán presentes en las próximas décadas. Por ello, es evidente la necesidad de complementar la descarbonización con acciones de adaptación, no solamente en el sector de la energía, sino en todos los sectores de infraestructura. A la vez, resulta imprescindible

⁴⁶ Ver, por ejemplo, Universidad de Cambridge y WEC (2014) y Ministerio de Energía de Chile (2018).

aumentar la resiliencia de la infraestructura energética al cambio climático.⁴⁷ Para afrontar los impactos esperados, los compromisos han sido mucho menores (que en mitigación). Sin embargo, algunas medidas de adaptación específicas que ya se han identificado son:⁴⁸

- Construir tendido eléctrico subterráneo, relocalizar subestaciones e implementar estándares más exigentes de diseño de transformadores para reducir el riesgo frente a eventos extremos.
- Reducir el uso de agua en los sistemas de enfriamiento de las centrales térmicas solares en regiones con escasez del recurso.
- Mejorar la gestión de la vegetación (poda, quema controlada) aledaña a las redes de distribución y transmisión.
- Diversificar la matriz energética para disminuir el riesgo de insuficiencia de oferta por eventos extremos (por ejemplo, reducido caudal en ríos y luz solar o desabastecimiento de combustibles fósiles por irrupciones en la cadena de suministro como consecuencia de guerras, epidemias o eventos climáticos).
- Incorporar en las proyecciones de demanda de energía las implicancias del calentamiento global en las demandas de calefacción y enfriamiento.
- Elaborar estudios de cuencas hidrológicas con los efectos que distintos escenarios de cambio climático podrían tener sobre la generación futura con sus consecuentes planes de contingencia.
- Realizar una evaluación integral de riesgos climáticos del sector eléctrico, incluyendo mediciones del impacto potencial de diferentes escenarios sobre la generación hidroeléctrica, solar y eólica (ver el recuadro 2.5).
- Desarrollar avances tecnológicos para seguir incrementando la resistencia de las tecnologías solares y de las turbinas de energía eólica, de tal manera que soporten mejor posibles eventos climáticos extremos.
- Redactar nuevos códigos de zonificación de la tierra que deberían seguir los operadores de las tuberías y ductos e implementar normas de diseño y construcción para los nuevos ductos, así como mejoras estructurales para la infraestructura existente, basados en riesgos derivados del cambio climático. Lo mismo podría hacerse con las líneas de transmisión de energía eléctrica.
- Promover la colaboración pública-privada que tenga como objetivo el intercambio de experiencias en adaptación y definir acciones específicas.
- Desarrollar redes eléctricas inteligentes (REI) que otorguen a la infraestructura de transmisión y distribución una mayor adaptación y resiliencia ante eventos extremos.
- Promover políticas complementarias de adaptación o mitigación. Por ejemplo, las fuentes no convencionales de energía (eólica, solar, geotérmica, mareomotriz, etc.) no solo permiten incorporar recursos bajos en emisiones en la oferta energética, sino que además posibilitan diversificar la matriz y depender en menor medida del recurso hídrico en escenarios en los que se prevé un aumento en la duración y frecuencia de las sequías y olas de calor.

⁴⁷ El IPCC define la resiliencia como la capacidad de un sistema y sus componentes para prever y absorber los efectos de un suceso peligroso, adaptarse a ellos y recuperarse de manera oportuna y eficaz, por ejemplo, garantizando la conservación, el restablecimiento o la mejora de sus estructuras y funciones básicas esenciales.

⁴⁸ Ver Tall et al. (2021), Banco Islámico de Desarrollo (2019), Rodríguez Pardina et al. (2022) y Ministerio del Medio Ambiente de Chile (2020).

**Recuadro 2.5
Atlas del clima en Chile**

Un paso inicial para la evaluación de los riesgos climáticos puede ser la elaboración de un atlas, de lo que es un ejemplo la plataforma ARClím (<https://arclim.mma.gob.cl/>). En ella se presenta el Atlas de Riesgos Climáticos para Chile, que es un proyecto del Ministerio del Medio Ambiente, desarrollado por el Centro de Investigación del Clima y la Resiliencia y el Centro de Cambio Global (Universidad Católica de Chile), con la colaboración de otras instituciones nacionales e internacionales.

El objetivo general de ARClím es desarrollar un conjunto de mapas de riesgos relacionados con el cambio climático empleando un marco conceptual común y una base de datos consistente. ARClím incluye diversos sectores con cobertura nacional y detalle comunal o puntual (entre ellos, el sector de la energía eléctrica), convirtiéndose así en una herramienta importante para el diseño de políticas públicas y la implementación de medidas de adaptación. A modo de ejemplo, en las figuras 1 y 2 se presentan mapas que capturan riesgos asociados a la disminución del recurso hídrico y el aumento de las temperaturas.

**Figura 1
Mapas de riesgos por la disminución del recurso hídrico**

Fuente: Sitio web ARClím (accedido el 2 de junio de 2022).

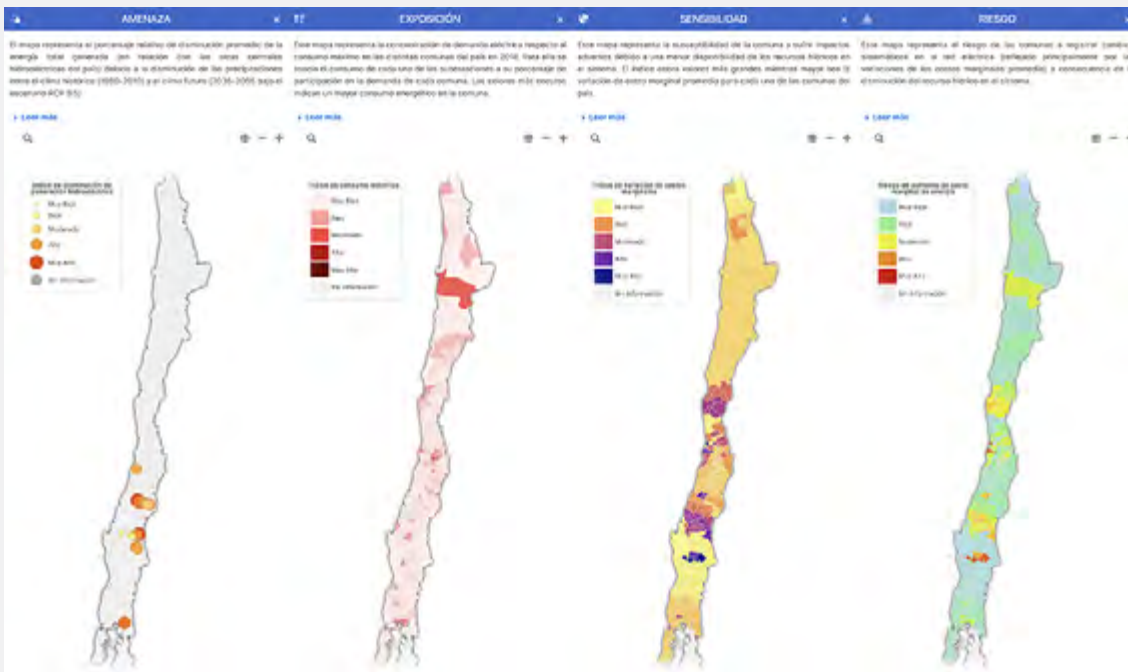
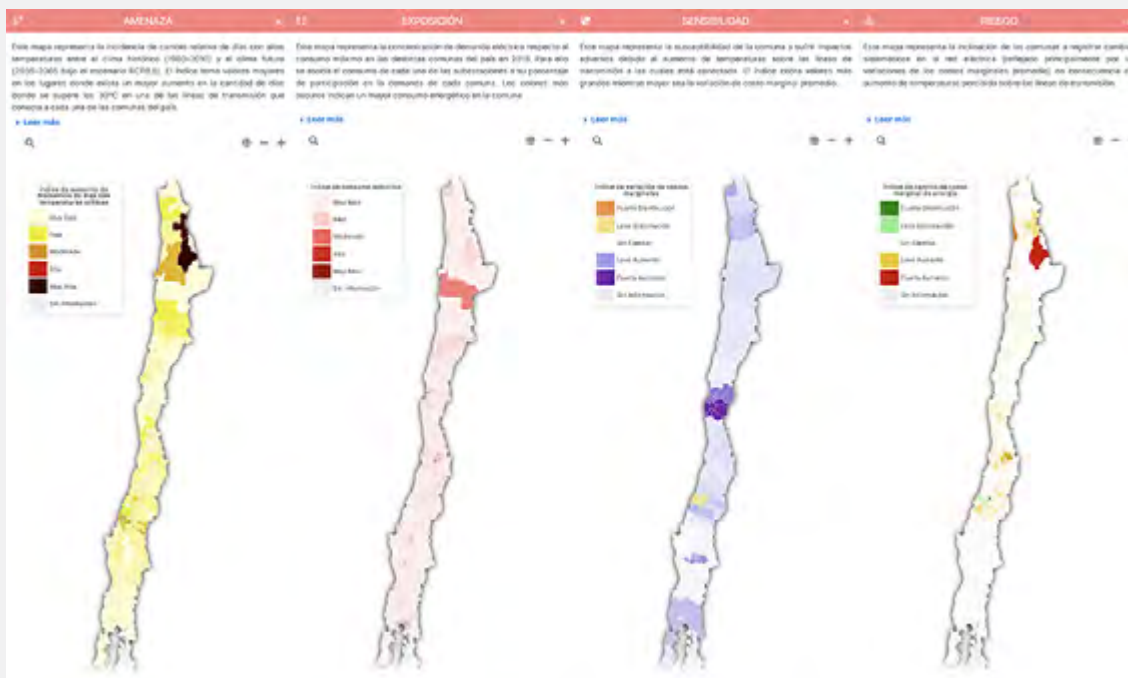


Figura 2
Mapas de riesgos por el aumento de las temperaturas en las líneas de alta tensión

Fuente: Sitio web ARCLim (accedido el 2 de junio de 2022).

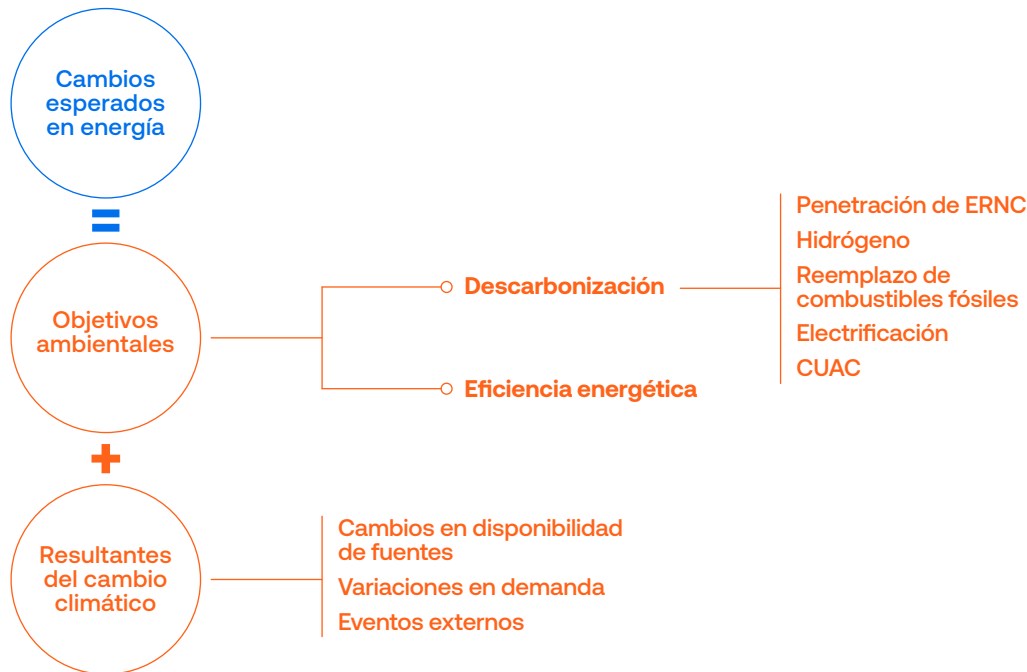


Cambios esperados en respuesta a los desafíos ambientales

Con base en lo desarrollado en este capítulo, es posible identificar algunos de los cambios que deberá afrontar el sector a futuro y sus correspondientes desafíos. Esos cambios, representados en la figura 2.4 y explicados a continuación, provienen de los objetivos ambientales previstos para subsanar las problemáticas ambientales y las impuestas por el cambio climático.

Figura 2.4
Esquema de los cambios esperados en el sector de la energía

Fuente: Elaboración propia.



● **Aumento en la participación de ERNC.**

La penetración de fuentes renovables no convencionales (solar y eólica) trae aparejado el desafío de cómo resolver la intermitencia que estos sistemas tienen en sus ciclos de generación eléctrica. En respuesta a este desafío, se requerirá mayor conectividad, almacenamiento y respuesta a la demanda, lo cual obligará a aumentar las inversiones en capacidad de respaldo y en la red. Además, la instalación de nuevas fuentes de generación con ubicaciones geográficas alejadas de la red existente requerirá de extensiones en las redes de transmisión (o robustecerlas en caso de que ya existan).

- **Desarrollo e inclusión del hidrógeno en la matriz energética.** Esta fuente de energía puede implicar grandes cambios en los procesos productivos del sector (procesos de producción de hidrógeno bajo en emisiones, sistemas de transporte y almacenamiento, etc.). Asimismo, los procesos de transformación (de materia prima a hidrógeno) pueden resultar ineficientes o costosos y reducir su potencial. Actualmente la generación de hidrógeno verde es por lo general poco competitiva, aunque se vislumbran algunas opciones si se incluyen

mecanismos que permitan internalizar los beneficios ambientales de esta fuente respecto de sus versiones más contaminantes.

- **Reemplazo de combustibles fósiles por fuentes menos contaminantes.** Más allá de las ERNC y el hidrógeno, el gas natural puede ser de utilidad en este proceso de sustitución ya que, en algunos casos, produce hasta un 50 % menos de emisiones de GEI que otros hidrocarburos (si se contienen las emisiones de metano), además de contribuir con menor contaminación local. Por otra parte, la disponibilidad de reservas en la región realza la importancia del gas natural para garantizar la seguridad energética (más aún en contextos de altos niveles de penetración de renovables con la problemática de su intermitencia). El desafío que impone esta situación es controlar el venteo y las pérdidas de gas natural (que son la principal fuente de emisión de este gas).
- **Electrificación del consumo energético.** La electrificación del transporte enfrenta tres grandes desafíos principales. En primer lugar, el elevado costo de las baterías; en segundo lugar, el despliegue de infraestructura de conexión a la red eléctrica para carga y

descarga; y por último, la interoperabilidad de la recarga de los vehículos eléctricos. También existen alternativas de electrificación para ciertos usos industriales, comerciales y residenciales.

- **CUAC.** El principal condicionante a estas tecnologías es la medición y valorización de las emisiones (que, de hecho, se extiende a otras actividades de captura de GEI). Para que sean viables económicamente, los inversores deberán percibir el beneficio ambiental de estas tecnologías en términos monetarios.
- **Eficiencia energética.** La necesidad de mejorar la eficiencia del sector va a requerir tres cambios importantes. En primer lugar, la mejora de la infraestructura para que los procesos de transformación y distribución sean más eficientes, generando menores pérdidas. En segundo lugar, para fomentar el uso eficiente de la energía por los consumidores, es importante evaluar instrumentos que permitan alinear los incentivos. En tercer lugar, se debe fomentar la inversión en investigación y desarrollo para seguir mejorando los procesos de transformación y consumo mediante nuevas tecnologías.
- **Cambios en la disponibilidad de fuentes por el cambio climático.** La mayor frecuencia de eventos extremos, en particular las sequías, puede afectar la capacidad de generación hidroeléctrica, lo que plantea la necesidad de una diversificación de la matriz energética. La dependencia de esta fuente pone en riesgo la confiabilidad del sistema frente a proyecciones de escasez del agua. De forma similar, la producción y disponibilidad de biomasa se puede ver afectada por el impacto negativo del cambio climático sobre la producción agrícola.
- **Variaciones en la demanda.** Las elevadas temperaturas producto del calentamiento global pueden tener impactos sobre los patrones de consumo y, por lo tanto, modificar los niveles de demanda energética. Asimismo, los procesos de electrificación de los distintos sectores (transporte, industria) generarán cambios en la composición de las fuentes de

energía demandada. Es importante realizar una correcta proyección de estos cambios para conocer los requerimientos de inversión necesarios para satisfacer esa nueva demanda.

- **Eventos extremos.** Su frecuencia se verá incrementada debido al cambio climático, afectando las centrales de generación, las refinerías, los oleoductos, los gasoductos y las redes de transmisión y distribución. Estos efectos impactarán la confiabilidad y seguridad energética, ampliando la brecha de acceso y calidad. El desafío para el sector es brindar un servicio resiliente, que, frente a eventos extremos que interrumpen o limiten su provisión, ofrezca una respuesta rápida de la infraestructura, minimizando la cantidad de damnificados por la situación y el tiempo de restablecimiento del servicio.
- **Integración regional.** En respuesta a algunos problemas nacionales, como la intermitencia de la generación de fuentes renovables y la escasez de recursos, la integración regional parece ser una solución viable que aumentará la seguridad energética de los países. Sin embargo, plantea grandes desafíos en cuanto a la coordinación y cooperación entre los distintos Estados (tema analizado en detalle en el capítulo 5 del RED 2021).
- **Generación distribuida.** La mayor presencia de fuentes renovables también facilita la expansión de la generación distribuida, lo cual supone un nuevo desafío. Este tipo de esquemas se ha venido potenciando por la mayor eficiencia y reducción de costos en la tecnología, principalmente la solar fotovoltaica, que, por sus características y mejor integración urbana, constituye prácticamente el 98 % de las instalaciones de generación distribuida en la región. Su implementación conlleva múltiples decisiones, tales como un esquema de compensación (por energía o efectivo), requisitos técnicos mínimos para garantizar la calidad de la generación de distribución, el ritmo al que se intercambian los créditos con la red, los mecanismos financieros (si los hay) y cómo financiarlos.

Anexo 2.1

Brechas de servicios en energía: electricidad y gas natural

En este anexo se analizan las brechas de servicios en dos mercados energéticos (electricidad y gas natural) de ALC. El análisis hace énfasis en tres dimensiones: acceso, costo y calidad del servicio (Cont et al., 2021).

En primer lugar, el mercado eléctrico de la región se caracteriza por presentar altos niveles de acceso. De acuerdo con los últimos datos disponibles (2019), la mayor parte de los países de la región han alcanzado el acceso universal (100 % de la población con acceso a la electricidad) o están cerca de lograrlo (gráfico 2.25). En el período 2000-2019, países como Bolivia o Perú lograron los mayores incrementos en el acceso (cerca de 26 puntos porcentuales).

Lo anterior, sin embargo, esconde la presencia de amplias diferencias entre zonas urbanas y rurales. En el gráfico 2.26 se puede observar que, en general, la población de zonas rurales posee un menor acceso con relación a la de zonas urbanas. Así, es evidente que los mayores esfuerzos pendientes en la región tienen que ver con el ámbito rural. En particular, países como Nicaragua (con casi el 30 % de su población rural sin acceso), Bolivia y Honduras tienen amplio espacio para expandir la cobertura para este segmento de la población.

Gráfico 2.25
Porcentaje de la población con acceso a la electricidad

Fuente: Elaboración propia con base en Banco Mundial (s.f.a).

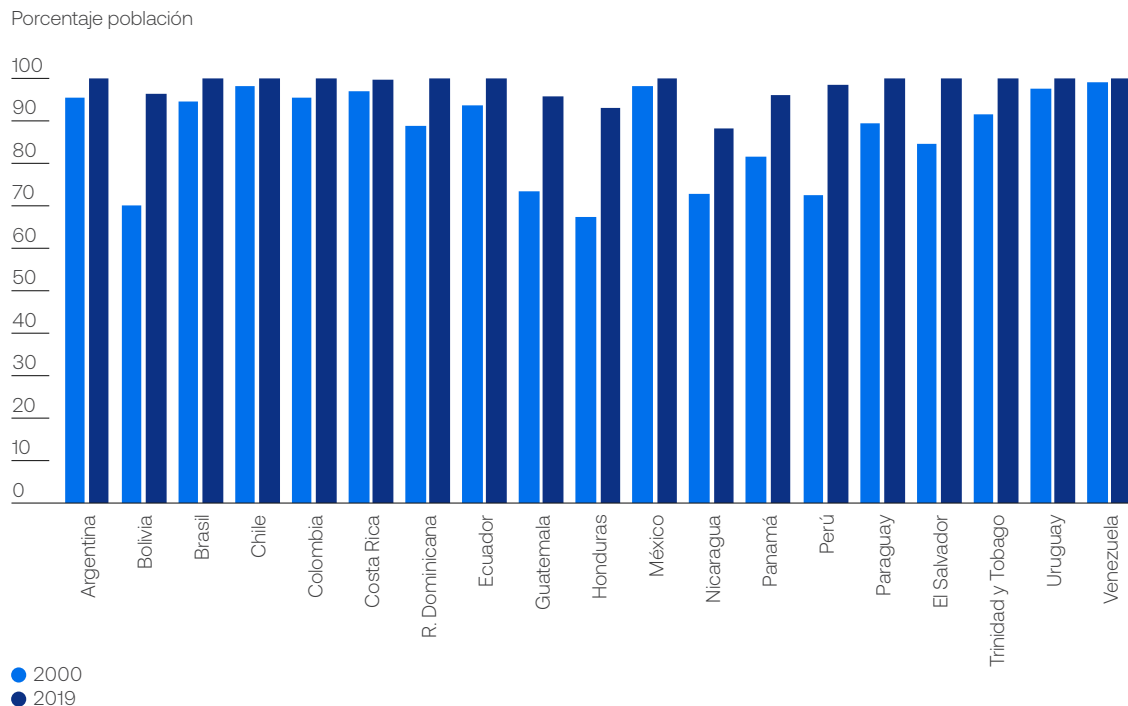
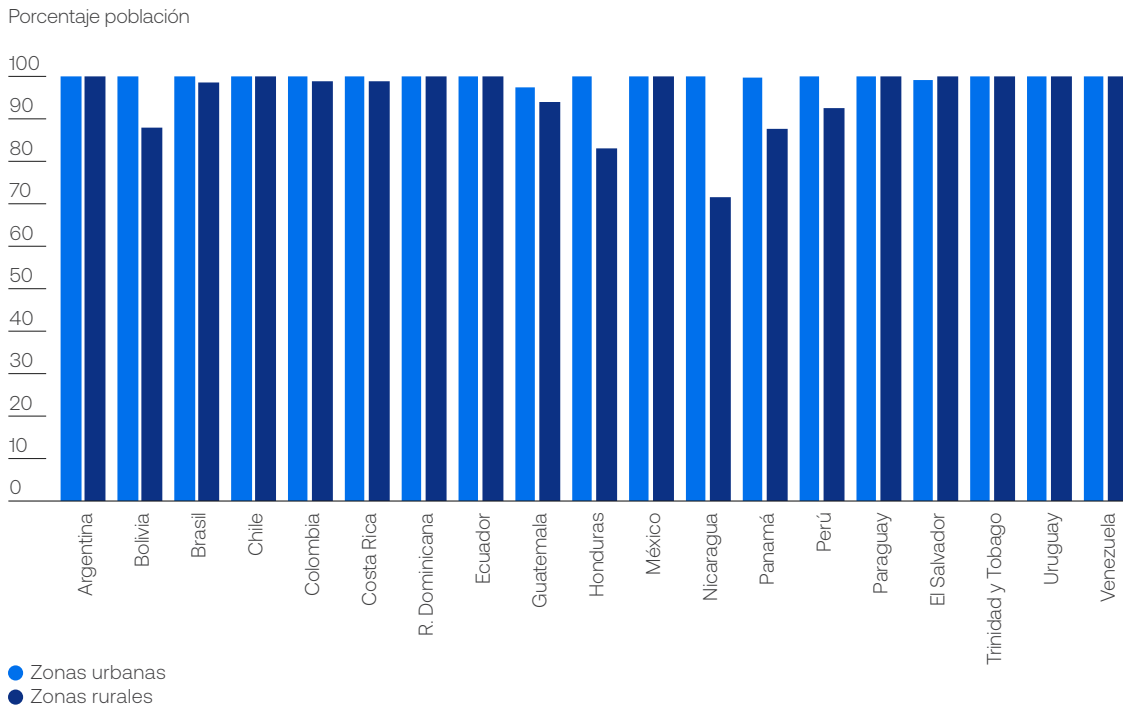


Gráfico 2.26

Porcentaje de la población urbana y rural con acceso a la electricidad en 2019

Fuente: Elaboración propia con base en Banco Mundial (s.f.a).



En términos del costo que enfrentan los hogares por acceder al servicio (tarifa), se observan amplias diferencias. En su conjunto, la región presenta tarifas similares a las de Estados Unidos, las cuales son sustancialmente menores que las de Europa. Sin embargo, dentro de la región, aun cuando el promedio ponderado del gasto residencial para un consumo de referencia de 200 kWh sea de USD 30,4, países como Argentina presentan un nivel significativamente inferior (USD 6,7), mientras que, en el otro extremo, Brasil y Perú presentan niveles muy superiores (cerca de los USD 40).

El hecho de que las tarifas en la región sean similares a las de Estados Unidos impone preocupaciones sobre la asequibilidad del servicio para los hogares de la región. En efecto, un estadounidense debió destinar, en promedio, el 0,51 % de sus ingresos para acceder al servicio a lo largo de un año (doce meses con

un consumo mensual promedio de 200 kWh), mientras que un europeo debió destinar el 1,97 % de sus ingresos. Un latinoamericano promedio, por su parte, debió destinar el 5 % de sus ingresos para cubrir su gasto anual en electricidad.⁴⁹ Esto indica que, a pesar de pagar una menor tarifa en términos absolutos, los hogares de la región enfrentan un costo relativo de la tarifa entre 2,5 y 10 veces más alto que sus pares de Europa y Estados Unidos.

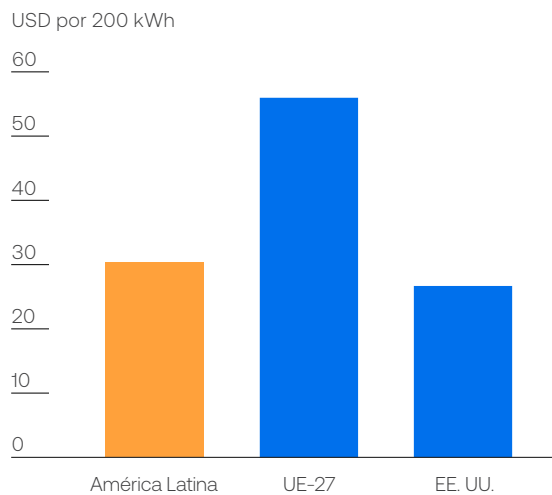
⁴⁹ Los datos de ingresos provienen del Banco Mundial y se refieren al PIB per cápita en valores corrientes: <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.PCAP.CD?locations=ZJ-AR-PE-EU-US>

Gráfico 2.27

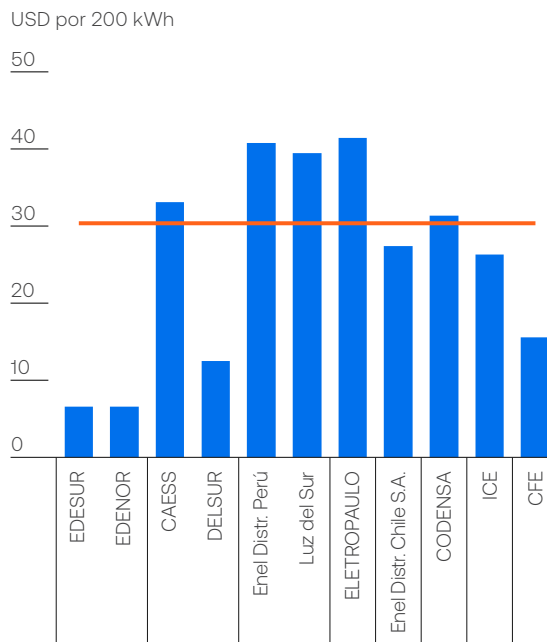
Tarifa residencial de electricidad: gasto en USD mensuales para un consumo de 200 kWh en 2021

Fuente: Elaboración propia.

Panel A. Comparación con Estados Unidos y la UE



Panel B. Comparación entre países de ALC



Nota: Los datos para ALC en el panel A corresponden a diciembre de 2021 e incluyen a Edenor y Edesur de Argentina, Eletropaulo de Brasil, Enel de Chile, Codensa de Colombia, ICE de Costa Rica, CAESS y Delsur de El Salvador, CFE de México y Enel y Luz del Sur de Perú; los datos de UE-27 corresponden al segundo semestre de 2021; los datos para EE. UU. son el precio promedio en diciembre de 2021.

En términos de la calidad del servicio, dos indicadores son frecuentemente usados para su análisis: la frecuencia promedio de las interrupciones (SAIFI), generalmente a lo largo de un año, y la duración promedio de las interrupciones (SAIDI). El gráfico 2.28 presenta la evolución de estos indicadores para países de la región. Se puede observar que algunos, como Argentina y Colombia, presentan una elevada frecuencia de interrupciones del servicio, al tiempo que Argentina también es el país con la mayor duración promedio de estas interrupciones. Por su parte, México es el país que presenta los mejores indicadores de calidad, con la menor frecuencia de interrupciones y una menor duración promedio.

En términos más generales, la región se encuentra rezagada en términos de calidad: así, para el último año con datos, mientras que la frecuencia de las interrupciones ascendió a 3,6 en ALC (2019), en Europa y Estados Unidos fue en 2016 de 1,2 y 1,3, respectivamente. En relación a la duración de las interrupciones, el rezago se reitera: ALC presenta una duración promedio de 6,8 horas (2019) vs.

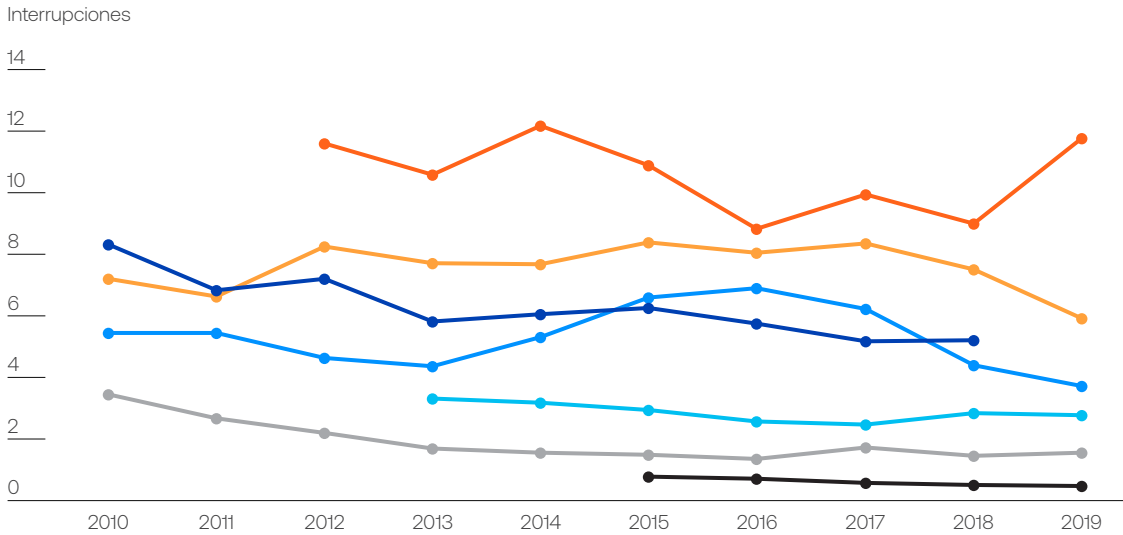
5,7 en Estados Unidos (2018) y 1,7 en Europa (2016). Por lo anterior, es evidente que la región, en su conjunto, debe aumentar los esfuerzos por mejorar la calidad del servicio eléctrico.

Por su parte, respecto al mercado de gas, no existen tantos indicadores para un amplio panel de países como los del mercado eléctrico. Esto depende del desarrollo de los mercados de gas natural en cada país. La mayor limitación se presenta en la dimensión de calidad del servicio, para la cual no se hallaron datos representativos de los países de la región, salvo para Argentina (ver el cuadro 2.13). Sin embargo, puede realizarse una aproximación al acceso a este recurso energético a partir del consumo per cápita de los países (gráfico 2.29). En esta dimensión, la región presenta un menor nivel de consumo que los países desarrollados y el resto del mundo. Al desagregar por país se observan amplias diferencias: mientras que Argentina presenta un consumo similar al de los países europeos, Brasil o Perú consumen menos de una cuarta parte de la cifra de Argentina.

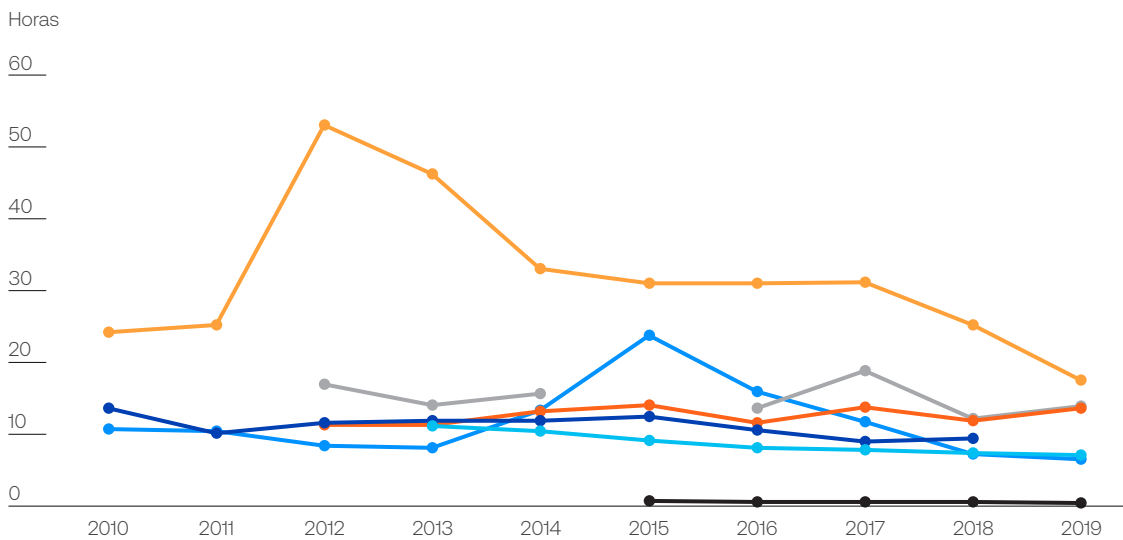
Gráfico 2.28
Calidad del servicio eléctrico residencial

Fuente: Elaboración propia.

Panel A. Evolución del SAIFI



Panel B. Evolución del SAIDI

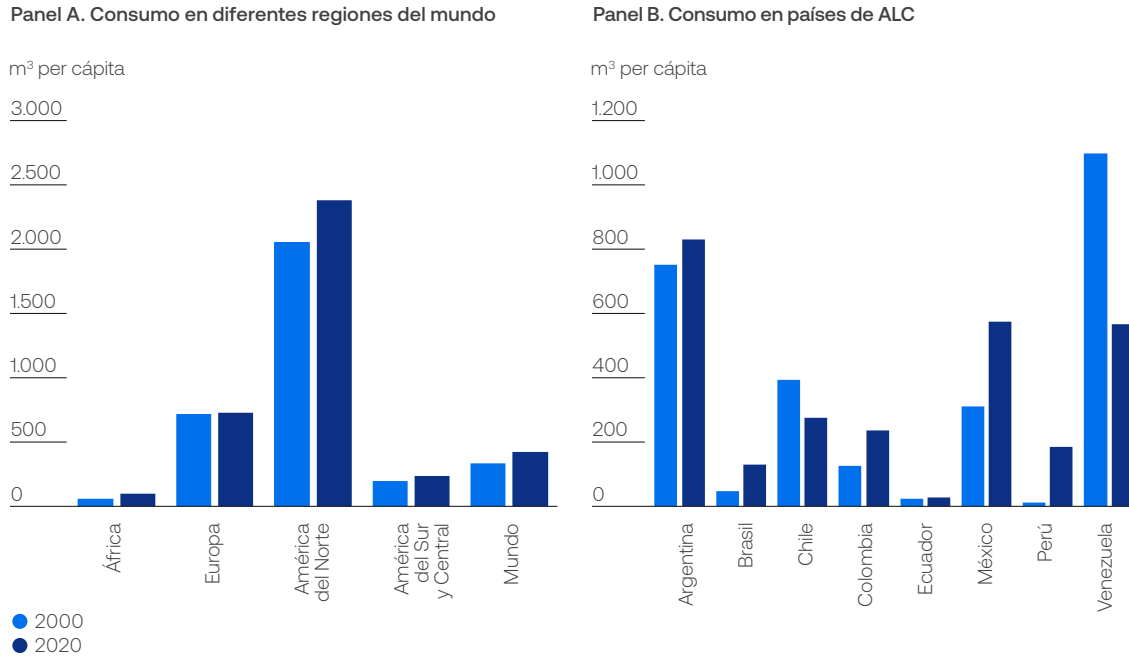


- Argentina (Edenor+Edesur)
- Colombia (Enel Codensa)
- Chile (Enel Distribución Chile)
- El Salvador (CAESS)
- México (CFE Distribución)
- Perú (Enel Distribución Perú)

Nota: Para ALC, se toma como referencia los SAIDI (duración promedio de interrupción del sistema) y SAIFI (frecuencia promedio de interrupción del sistema) de las principales distribuidoras de cada país, excepto en el caso del SAIDI de Chile (dato nacional).

Gráfico 2.29 Consumo de gas natural en m³ per cápita

Fuente: Elaboración propia con base en OWID (s.f.d) y Banco Mundial (s.f.a).



Nota: Los datos del OWID utilizados proceden del Statistical Review of World Energy.

Parte de la mejora en el acceso al recurso en las últimas décadas puede explicarse por la aparición del gas natural licuado (GNL). La licuefacción del recurso permite reducir su volumen y transportarlo a largas distancias a precios competitivos. Lo anterior facilita el acceso al recurso en contextos de inexistencia de una red de gasoductos o, en caso de existir, para sustituir una escasez doméstica. En efecto, el GNL puede ser transportado grandes distancias en buques metaneros. La principal limitación de esta alternativa son los elevados costos que implica construir y operar las plantas de licuefacción (en origen) y regasificación (destino). En la última década, un tercio del comercio internacional de gas se realizó por medio de GNL y la expansión de la oferta del recurso en Estados Unidos fue determinante para ello (Yépez-García y Anaya, 2017).

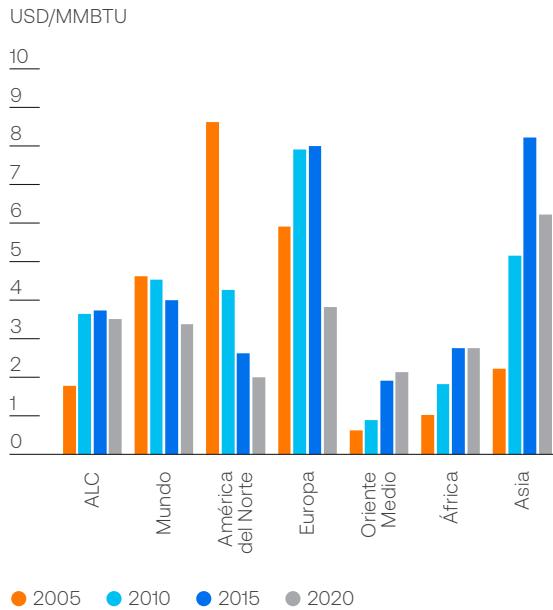
En respuesta al exceso de gas, los productores estadounidenses están recurriendo cada vez más a las exportaciones de GNL para encontrar nuevos mercados para su producción. Esto representa una oportunidad para la región, ya que los costos de transporte desde Estados Unidos a otros países del hemisferio occidental son inferiores a los de las entregas desde Asia.

En términos de costos, los países de la región para los cuales existen datos muestran que el precio mayorista del recurso (dólares por millón de BTU) es inferior al promedio mundial. Sin embargo, esta diferencia se redujo considerablemente en la última década. Esto se explica por la persistente caída de precios en América del Norte y la caída puntual en 2020 en Europa. Al desagregar por países, la región muestra una amplia heterogeneidad: mientras que los precios de Venezuela no alcanzan los diez centavos de dólar, en Brasil superan los cinco dólares.

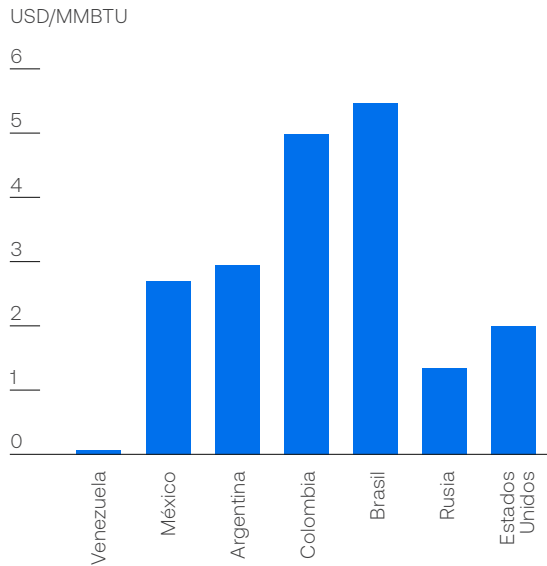
Gráfico 2.30
Precios mayoristas de gas natural en USD por millón de BTU

Fuente: Elaboración propia con base en International Gas Union (2021).

Panel A. Precios por regiones



Panel B. Precios en países seleccionados de ALC y del mundo



Nota: El panel B presenta los precios del último año con datos (2020).

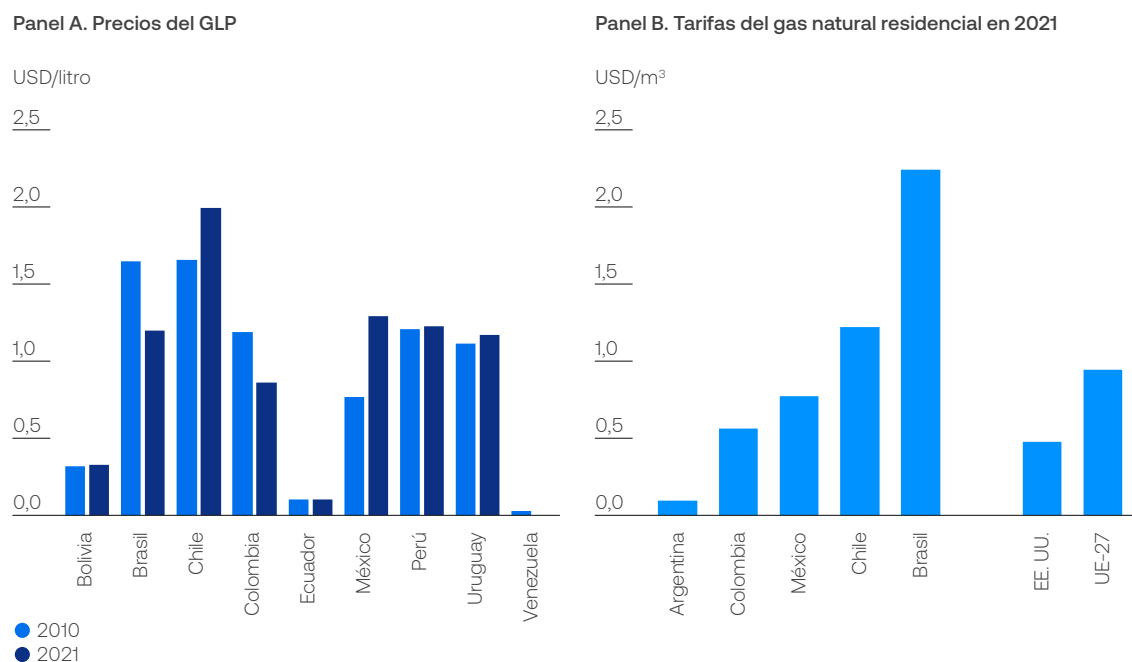
El gráfico 2.31 presenta valores de precios de GLP y tarifas de gas natural. En el caso del GLP existe una alta heterogeneidad en ALC: mientras que las tarifas en Venezuela están próximas a cero, en Chile y Brasil superaron ampliamente el dólar por litro. La misma falta de homogeneidad se puede observar al comparar los precios de gas natural residencial en cinco países de la región. Además, en términos de asequibilidad del recurso, la región presenta nuevamente resultados que llaman la atención: un hogar promedio en Estados Unidos debe destinar poco más del 2 % de sus ingresos para un consumo anual de 2.500 m³, el 79 % en Brasil, el 3 % en Argentina y el 22 % en Chile. Esta sencilla comparación ignora las diferencias climáticas y de hábitos de cada región, pero es útil para marcar la crítica situación que enfrenta este

recurso en términos de asequibilidad en la región. Sin embargo, las diferencias tarifaras explican, en parte, las diferencias de consumo en los países (un ejemplo claro son Argentina y Brasil).

La dimensión de calidad del gas natural depende de las regulaciones locales y no ha sido sistematizada como en el sector eléctrico. El caso más claro de regulación de la calidad es Argentina. El Ente Nacional Regulador del Gas (ENARGAS) publica indicadores de calidad del gas natural, clasificando entre servicio técnico y servicio comercial. El cuadro 2.13 muestra estos indicadores para el promedio de las distribuidoras de Argentina junto con los valores de referencia.

Gráfico 2.31 Precios del GLP y tarifas del gas natural residencial en países de la región

Fuente: Elaboración propia con base en CEPAL (s.f.b) y Global Petrol Prices (2022).



Nota: El último dato disponible para Venezuela corresponde a 2020 y es de USD 0,00 (redondeado a dos decimales). En el panel B se estimó el gasto por m³ para un consumo anual de 2.500 m³.

Cuadro 2.13 Indicadores de calidad del servicio de gas natural en Argentina

Fuente: Elaboración propia con base en datos de ENARGAS (s.f.).

	Indicador	Valor referencia	Promedio distribuidoras
Servicio técnico - Indicadores de operación y mantenimiento (2019)	Protección catódica	100 %	100 %
	Fugas por kilómetro	95 %	100 %
	Tiempo promedio de reparación de fugas grado 2	80 %	91 %
	Capacidad de reserva en plantas reguladoras*	100 %	100 %
	Interrupción del suministro	80 %	99 %
Servicio comercial (2021)	Gestión de facturación	Máximo 1,01	0,39
	Inconvenientes en el suministro de gas domiciliario	Máximo 1,23	0,60
	Gestión de prestaciones	Máximo 0,09	0,04
	Reclamos ante las licenciatarias	Máximo 2,33	1,03
	Satisfacción del usuario	Mínimo 0,95	0,97
	Demora en la atención telefónica	Mínimo 90 %	84 %
	Demora en la resolución de reclamos		13 %

Nota: El promedio corresponde al promedio simple de distribuidoras del país. * incluye plantas reguladoras para sistemas aislados y ligados.

Anexo 2.2

Escenarios complementarios de simulación de políticas energéticas

A continuación, se presentan los escenarios D (sustitución de gas natural) y E (eficiencia técnica del sistema eléctrico) referidos en el cuerpo principal del capítulo.

Simulación D: Sustitución del petróleo y el carbón por gas natural

Simulación D1: Sustitución en la matriz eléctrica

En este escenario de sustitución en la matriz eléctrica (escenario D1) se cuantifica el impacto sobre las emisiones de CO₂ de reemplazar el

carbón mineral y el petróleo, incluyendo sus derivados, por gas natural. El único cambio respecto de los escenarios BAU es que la participación en la matriz eléctrica del carbón y el petróleo y sus derivados cae (un 5 % anual desde 2021 hasta 2025 y un 10 % anual desde 2025 hasta 2030), siendo reemplazado por gas natural de ser necesario.

El aumento de la generación con gas natural que sustituye la generación eléctrica con carbón y petróleo resulta en un cambio sustantivo en la estructura de las fuentes de energía para generación.⁵⁰ Asimismo, tiene un impacto directo sobre las emisiones de CO₂, aunque de escasa magnitud debido a (i) la participación de la matriz eléctrica en la matriz energética y (ii) la magnitud de la sustitución. El cuadro 2.14 muestra la evolución y origen de las emisiones para los escenarios BAU y D1 en 2025 y 2030.

Cuadro 2.14
Emisiones en los escenarios BAU y D1 en 2025 y 2030

Fuente: Rodríguez Pardina et al. (2022).

Concepto	Unidad	2025		2030	
		BAU	D1	BAU	D1
PIB	MUSD	5.956.233		6.666.920	
Oferta energética total	PJ	41.163	41.105	46.122	45.988
Emisiones totales	MtCO ₂	1.954	1.925	2.197	2.126
Carbón	MtCO ₂	165	118	205	90
Petróleo y derivados	MtCO ₂	1.186	1.145	1.286	1.183
Gas natural	MtCO ₂	603	662	706	852
Emisiones por unidad de energía	MtCO ₂ /PJ	0,05	0,05	0,05	0,05
Emisiones por unidad de PIB	tCO ₂ /miles de USD	0,33	0,32	0,33	0,32

⁵⁰ Dada la información disponible en la OLADE, esta simulación subestima un beneficio de la sustitución con gas natural, que es la mejora en la eficiencia de transformación (mayor para generación con gas natural que con carbón o derivados del petróleo). En los ejercicios se utilizó un valor único de eficiencia de transformación como promedio de todas las energías térmicas.

Simulación D2: Sustitución en el consumo industrial

Otra posibilidad es sustituir el carbón y el petróleo en la demanda final, en particular en la de los usuarios industriales. Esta simulación supone que el sector industrial reduce su consumo de carbón mineral en un 50 % y el de petróleo y sus derivados en un 25 % para 2025 con relación al consumo de 2021. De igual forma, en 2030 esta reducción debe alcanzar al 100 % del carbón

mineral y al 50 % del petróleo y sus derivados. Estas fuentes son sustituidas por gas natural (escenario D2). Ese cambio significa un aumento en la participación del gas natural en la demanda de la industria, que, en el BAU, pasaría del 23,2 % en 2025 (22,5 % en 2030) al 33,5 % en el escenario D2 (39,2 % en 2030). El impacto sobre las emisiones de CO₂ se resume en el cuadro 2.15.

El escenario global del cuadro 2.11 incorpora las dos simulaciones D1 y D2 como escenario D.

Cuadro 2.15
Emisiones en los escenarios BAU y D2 en 2025 y 2030

Fuente: Rodríguez Pardina et al. (2022).

Concepto	Unidad	2025		2030	
		BAU	D2	BAU	D2
PIB	MUSD	5.956.233		6.666.920	
Oferta energética total	PJ	41.163	41.126	46.122	46.049
Emisiones totales	MtCO ₂	1.954	1.937	2.197	2.163
Carbón	MtCO ₂	165	142	205	159
Petróleo y derivados	MtCO ₂	1.186	1.155	1.286	1.223
Gas natural	MtCO ₂	603	640	706	781
Emisiones por unidad de energía	MtCO ₂ /PJ	0,05	0,05	0,05	0,05
Emisiones por unidad de PIB	tCO ₂ /miles de USD	0,33	0,33	0,33	0,32

Simulación E: Mejoras de la eficiencia

Simulación E1: Mejora de la eficiencia de transformación

La producción de energía secundaria, particularmente electricidad y derivados del petróleo, involucra un proceso de transformación (generación eléctrica y destilerías) que conlleva pérdidas de energía. Para este escenario se asume que las pérdidas por transformación térmica de los países en 2025 deben disminuir en un 50 % la brecha entre su nivel actual y las pérdidas de un generador de combustión interna abastecido con derivados del petróleo (67 %, según se ilustró en el gráfico 2.20), mientras que para 2030 deben reducirse un 50 % respecto

a las pérdidas de un generador de combustión interna abastecido con gas natural (61,7 %) (EIA, 2019). Aquellos países que presentan valores inferiores a este en 2019 no sufren modificaciones (Ecuador, El Salvador, Jamaica y República Dominicana).

Bajo los supuestos establecidos, la eficiencia media en transformación en 2025 pasa del 53,2 % en el escenario BAU al 54,9 % en el escenario E1 (de 51,2 % a 55 % en 2030), por lo que la oferta energética para abastecer una misma demanda es menor. La mejora en la eficiencia lleva también a cambios en la estructura relativa de la participación primaria, con caídas de las fuentes térmicas (carbón, petróleo y sus derivados y gas natural) compensada por aumentos relativos de las otras fuentes. El efecto neto es de una mejora en la eficiencia en transformación sobre las emisiones de CO₂, como se ilustra en el cuadro 2.16.

Cuadro 2.16
Emisiones en los escenarios BAU y E1 en 2025 y 2030

Fuente: Rodríguez Pardina et al. (2022).

Concepto	Unidad	2025		2030	
		BAU	E1	BAU	E1
PIB	MUSD	5.956.233		6.666.920	
Oferta energética total	PJ	41.163	40.752	46.122	44.956
Emisiones totales	MtCO ₂	1.954	1.934	2.197	2.138
Carbón	MtCO ₂	165	155	205	182
Petróleo y derivados	MtCO ₂	1.186	1.182	1.286	1.275
Gas natural	MtCO ₂	603	596	706	681
Emisiones por unidad de energía	MtCO ₂ /PJ	0,05	0,05	0,05	0,05
Emisiones por unidad de PIB	tCO ₂ /miles de USD	0,33	0,32	0,33	0,32

Simulación E2: Mejora de la eficiencia de distribución

La transmisión y distribución de electricidad traen aparejadas pérdidas de energía (principalmente en el último segmento de la red). La eficiencia de este proceso se mide como la diferencia entre la electricidad generada y la efectivamente utilizada por los centros de consumo. En este escenario se analiza el impacto que mejoras en la eficiencia de distribución tienen sobre el sector energético y particularmente sobre las emisiones de CO₂. Suponiendo que las pérdidas de distribución

deben disminuir en un 50 % la brecha entre su nivel actual y el mínimo eficiente (definido como el 10 %) en 2025 y en otro 50 % en 2030,⁵¹ la pérdida media en distribución bajaría del 15,3 % al 12,4 % en 2025 y al 10,9 % en 2030 (escenario E2). Lo anterior implica una menor generación de electricidad para abastecer la demanda y, por ende, menores emisiones al reducir la generación según el nivel de contaminación de los combustibles (cuadro 2.17).

El escenario global del cuadro 2.11 incorpora las dos simulaciones E1 y E2 como escenario E.

Cuadro 2.17
Emisiones en los escenarios BAU y E2 en 2025 y 2030

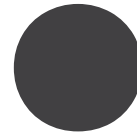
Fuente: Rodríguez Pardina et al. (2022).

Concepto	Unidad	2025		2030	
		BAU	E2	BAU	E2
PIB	MUSD	5.956.233		6.666.920	
Oferta energética total	PJ	41.163	40.621	46.122	45.162
Emisiones totales	MtCO ₂	1.954	1.929	2.197	2.152
Carbón	MtCO ₂	165	161	205	197
Petróleo y derivados	MtCO ₂	1.186	1.179	1.286	1.274
Gas natural	MtCO ₂	603	589	706	680
Emisiones por unidad de energía	MtCO ₂ /PJ	0,05	0,05	0,05	0,05
Emisiones por unidad de PIB	tCO ₂ /miles de USD	0,33	0,32	0,33	0,32

⁵¹ Chile, Colombia, Nicaragua y Trinidad y Tobago tienen pérdidas de distribución que no requieren ajustes según el criterio establecido.



3



Desafíos ambientales para el recurso hídrico

Tomando como referencia la importancia de los sectores de infraestructura para alcanzar el desarrollo sostenible conforme a la Agenda 2030 y su interrelación con el medio ambiente (cambio climático y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad), este capítulo expone la importancia de la conservación del recurso hídrico como elemento clave de la diversidad biológica. Para ello, evalúa cómo es la situación de la región en cuanto a disponibilidad, contaminación y uso sostenible del agua y analiza algunas soluciones ya propuestas para abordar estos desafíos, como la gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH) y la economía circular. También se detallan los posibles impactos del cambio climático y los cambios que las problemáticas ambientales imponen al sector.

El agua es un recurso elemental para garantizar la vida en la Tierra. El acceso de forma asequible a un recurso de calidad (libre de contaminación) condiciona aspectos básicos del bienestar humano, como la salud, el saneamiento, la nutrición y la vivienda. Además, el agua es un recurso utilizado con fines productivos en los diferentes eslabones de las cadenas de valor agregado de la economía: en el sector primario, es esencial para actividades como la agricultura, la silvicultura,

la pesca, la acuicultura y la minería; en el sector secundario, el agua es un insumo básico en los procesos de transformación de productos, la manufactura y la generación eléctrica; y en el sector terciario, es un elemento clave para el turismo y la provisión de diversos servicios públicos (Rojas et al., 2019). En el caso de la generación eléctrica, la región de ALC es altamente dependiente del recurso puesto que el 25 % de la energía eléctrica es de fuente hidroeléctrica (con extremos, como Paraguay, con el 100 %, y casos, como Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador y Uruguay, con valores cercanos al 50 %). Por ello, el agua también tiene un rol importante en el sector energético (desafío 1) y en el cambio climático como parte de las políticas de mitigación. Asimismo, la disponibilidad del agua es vital para mantener la diversidad de especies en los ecosistemas.

Al observar el avance en el cumplimiento de los ODS (capítulo 1), el sector del agua se encuentra rezagado en ALC en todas las metas y necesitará de mayores esfuerzos para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible en 2030. Los desafíos presentados en ese capítulo destacan el rol central del agua para alcanzar el desarrollo sostenible de los países en sus tres dimensiones (económica, social y ambiental). Por lo tanto, un gran objetivo del sector será

el cuidado y conservación del recurso hídrico de forma tal que se garantice su disponibilidad en cantidad y calidad, fomentando su uso sostenible⁵² y reduciendo la contaminación de sus fuentes naturales (desafío 6) para conservar los ecosistemas relacionados con el agua (desafíos 3, 9 y 10), así como el acceso al agua potable y al saneamiento (desafío 5).

En la actualidad, los países ya han evaluado aproximaciones para abordar este gran desafío de la conservación del recurso hídrico y los ecosistemas relacionados. En primer lugar, una correcta gestión del recurso es elemental. En la medida que los múltiples usos del agua (agrícola, energético, consumo humano, etc.) compiten por el recurso escaso o producen externalidades sectoriales, territoriales o temporales, surge la necesidad de considerar una gestión integrada que tome estos efectos en consideración. Sin embargo, la gestión del recurso es dificultada por factores geográficos (fuentes alejadas de las zonas urbanas), económicos (actividades como la minería y agricultura que son demandantes de agua) y demográficos (zonas metropolitanas extensas y elevada urbanización) (Cavallo et al., 2020). Dentro de este marco, el desafío 5 destaca la importancia del rol de las comunidades locales en la conservación del recurso. En segundo lugar, la estrategia de economía circular permitiría maximizar la eficiencia en el uso del recurso natural y minimizar los residuos del ciclo del agua. Si bien se ha pensado su implementación en industrias relacionadas con este sector (minera y extractiva, la gestión de residuos y el reciclaje, y la bioeconomía), su ejecución en el sector del agua tiene retos adicionales (normativos, institucionales, financieros y ambientales) cuando se busca fomentar la reutilización del recurso hídrico. Ambas aproximaciones se desarrollan con mayor detalle en este capítulo.

El cambio climático es también una gran amenaza a la conservación del recurso y su disponibilidad futura. El calentamiento global repercute de manera considerable en los sistemas de agua dulce y en su gestión. La mayoría de los efectos provocados por el cambio climático se observará a través de modificaciones en el ciclo hidrológico, como la disponibilidad general de los recursos hídricos, la calidad del agua y la frecuencia de los fenómenos meteorológicos extremos (por ejemplo, crecidas y sequías). En este contexto, en el marco del Acuerdo de París, el agua también aparece en los CDN como uno de los sectores a considerar en el contexto del cambio climático, principalmente en las políticas de adaptación (según un estudio de la ONU realizado en 2020, un 70 % de los CDN reportados por 80 países ya incluían instrumentos de gestión o gobernanza de agua, como precios del agua, protección de la infraestructura, desalinización u otros dentro de sus políticas de adaptación). Asimismo, el recurso puede contribuir a la mitigación del cambio climático principalmente a partir de su uso en la generación hidroeléctrica. Según Rojas et al. (2020), este tipo de acciones son propuestas en tres países de ALC (Bolivia, El Salvador y República Dominicana).

A continuación, se analizan en detalle estos desafíos ambientales y sus correspondientes estrategias de afrontamiento.

⁵² El uso sostenible del agua consiste en utilizar el recurso hídrico para diferentes actividades que tienen resultados productivos y de bienestar social, sin que se produzca una degradación de las dinámicas naturales que permiten su disponibilidad en cantidad y calidad (CLAC, 2017).

Conservación del recurso hídrico y los ecosistemas relacionados

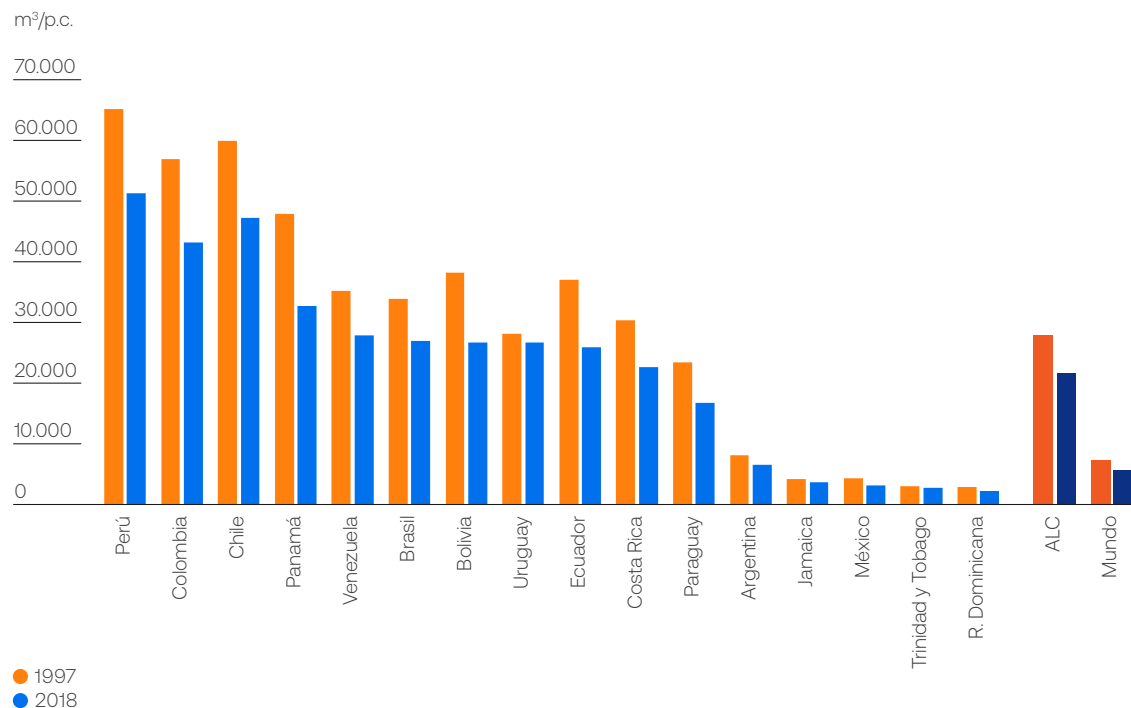
Punto de partida: la disponibilidad del recurso en América Latina y el Caribe

La región posee cerca de un tercio de los recursos mundiales de agua dulce y menos del 8,5 % de la población mundial. Sin embargo, la distribución de esos recursos es desigual entre países y dentro de cada uno. En el gráfico 3.1 se observa que

existen países que tuvieron poca disponibilidad de agua dulce per cápita (inferior a 10.000 m³) en 2018, como Argentina, México, Jamaica, República Dominicana y Trinidad y Tobago. En los dos primeros países, si bien son continentales, la falta de disponibilidad se debió a razones de sobreexplotación, contaminación y mal uso de las fuentes de agua.⁵³ Por otro lado, al comparar los valores de 2018 con los de 1997, se observa que la disponibilidad de agua ha disminuido en más del 20 % (en algunos países, como Bolivia, Ecuador y Panamá, por encima del 30 %).

Gráfico 3.1
Disponibilidad de agua dulce per cápita por país en m³ en 1997 y 2018

Fuente: Elaboración propia con base en datos de FAO (s.f.).



⁵³ Ver Comisión Nacional de Agua (2018) para el caso de México y OCDE (2018) para el caso de Argentina.

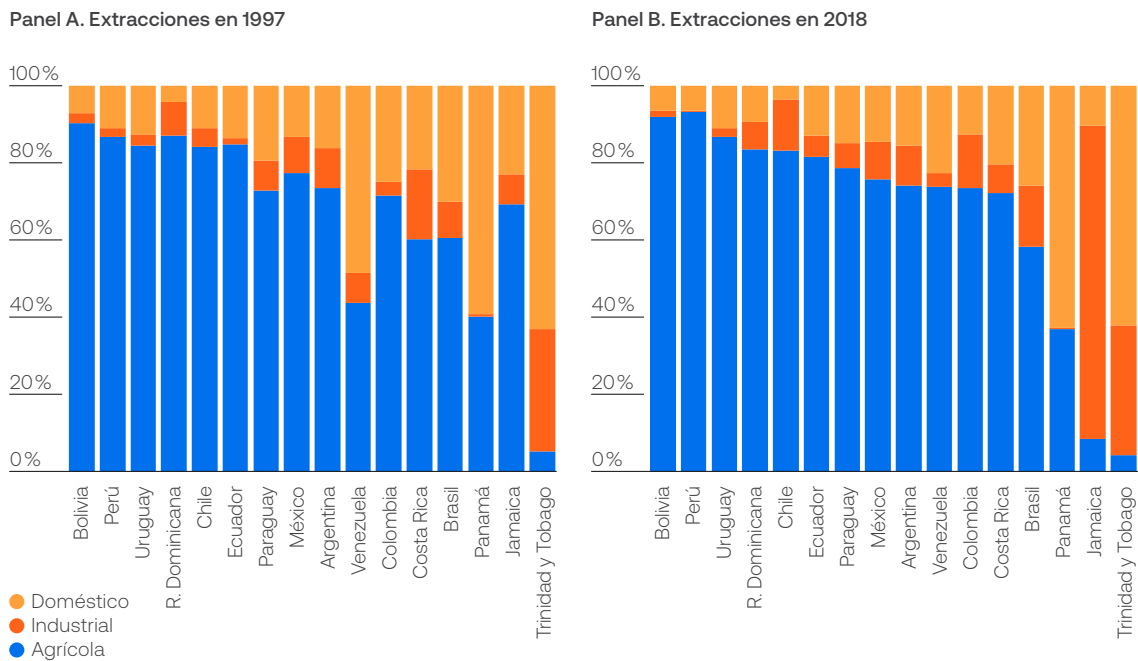
El uso del agua ha aumentado en todo el mundo aproximadamente un 1,1 % por año entre 1970 y 2010 (FAO, s.f.). Este aumento constante se ha debido principalmente a la creciente demanda en los países en desarrollo y en las economías emergentes, resultante de una combinación de crecimiento poblacional, desarrollo socioeconómico y patrones de consumo en evolución (WWAP, 2016). En la región, la agricultura (incluida la de irrigación, la ganadería y la acuicultura) es, con mucha diferencia, el mayor consumidor de agua, utilizando un 80 % de las extracciones anuales a nivel regional (vs. 67 % a nivel mundial), seguido por los hogares (14 % vs. 20 % a nivel mundial) y la industria (6 % vs. 13 % a nivel mundial).

El gráfico 3.2 ilustra las disparidades regionales entre casos con un uso prácticamente agropecuario (Bolivia) o en mayor medida industrial (Jamaica). Panamá es el país con mayor participación del uso doméstico (aunque dentro de este podrían estar incluidos establecimientos industriales o agrícolas conectados a la red local).

La extracción de agua para fines productivos o económicos ha ejercido una fuerte presión sobre la disponibilidad del recurso hídrico y ha generado así crecientes conflictos por su uso en sus distintos fines (Martín y Justo, 2015). Según los registros del Pacific Institute (2022), han tenido lugar cerca de 1.051 episodios de conflicto relacionados con el agua en las últimas dos décadas.⁵⁴ De ellos, casi el 10 % han ocurrido en ALC. Algunos de los más recientes incluyen las protestas en contra de la expansión de la actividad minera en Chubut (Argentina) por temor a una reducción en la disponibilidad del recurso, las protestas en Chile por mejoras en el acceso al recurso y la instalación de una planta hidroeléctrica, y disputas entre agricultores y empresas mineras por el uso del recurso en el Río Arque (Bolivia). Estas situaciones hacen evidente la necesidad de preservar este capital natural para garantizar el desarrollo sostenible de las economías y la conservación de los ecosistemas relacionados con este recurso.

Gráfico 3.2
Extracción de agua agrícola, industrial y doméstica (hogares) como porcentaje de la extracción total de agua

Fuente: Elaboración propia con base en datos de FAO (s.f.).



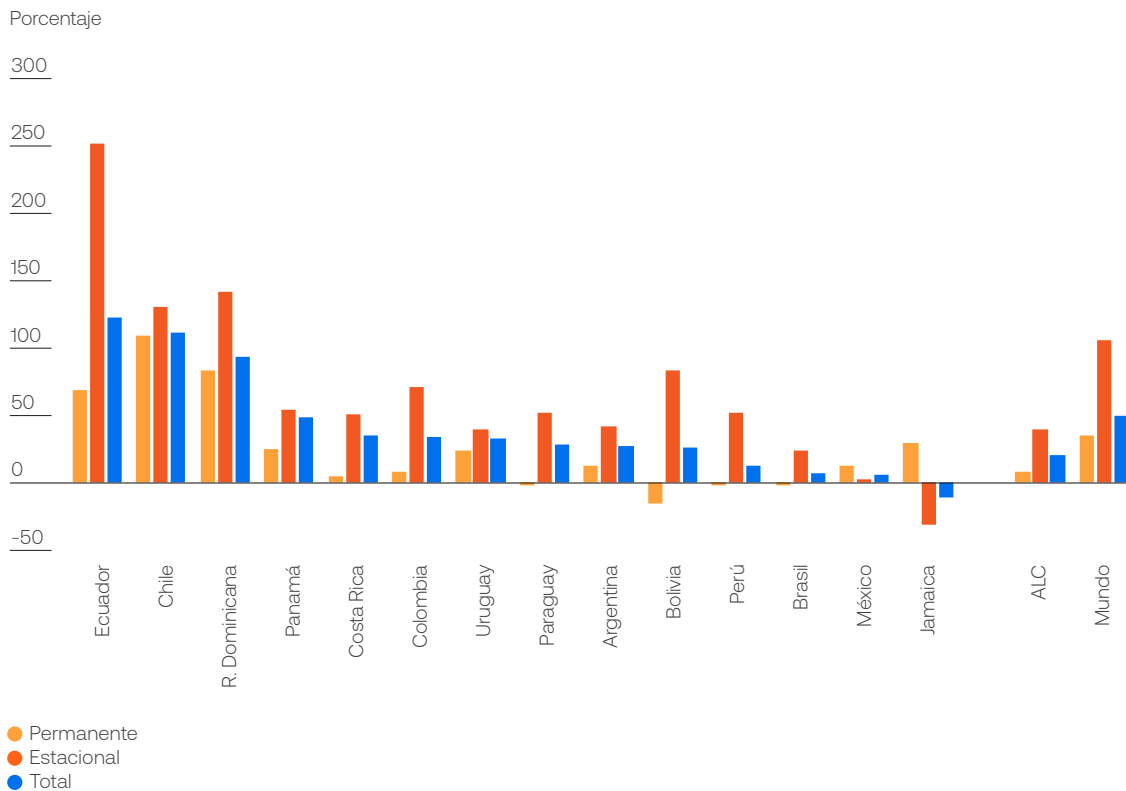
54 Datos accedidos en julio de 2022.

Por otro lado, existen experiencias dispares entre países en cuanto a la protección y conservación de ecosistemas relacionados con el agua, en particular, el área de agua de lagos y ríos. En Bolivia se observa una fuerte caída en áreas permanentes y un fuerte incremento en áreas estacionales entre el año 2000 y el promedio de 2020 y 2021; en Chile, Ecuador y República Dominicana se ha producido un incremento sostenido; mientras que en Jamaica

ha aumentado la superficie permanente, pero disminuido la estacional (gráfico 3.3). Por su parte, el gráfico 3.4 muestra una caída en el área total de manglares en todos los países reportados y el gráfico 3.5 muestra la superficie de humedales como porcentaje de la superficie terrestre total al año 2017, con mayor concentración en los países mediterráneos de América del Sur.

Gráfico 3.3
Variación en porcentaje del área permanente y estacional de agua de lagos y ríos entre 2000 y el promedio de 2020-2021

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ONU (s.f) para el indicador 6.6.1 de los ODS.



Nota: Se promedian los valores de los años 2020 y 2021 para controlar por estacionalidad entre los dos años.

Gráfico 3.4
Variación en porcentaje del área total de manglares entre 2000 y 2016

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ONU (s.f.) para el indicador 6.6.1 de los ODS.

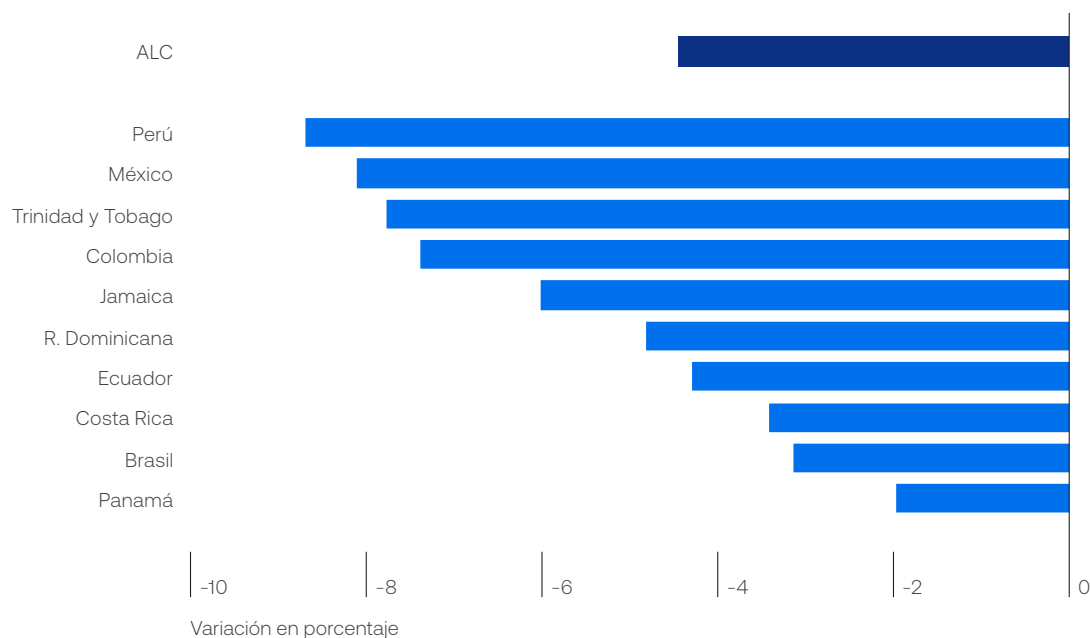
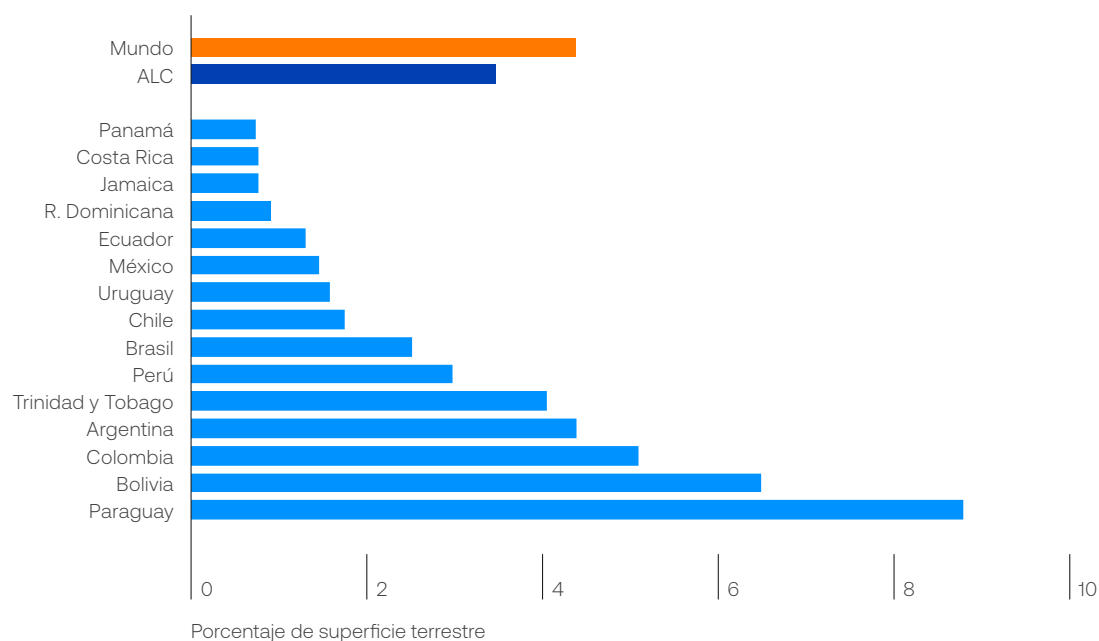


Gráfico 3.5
Superficie de humedales como porcentaje de la superficie terrestre total en 2017

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ONU (s.f.) para el indicador 6.6.1 de los ODS.



El agua es un capital natural elemental para el desarrollo de las economías y su conservación es necesaria para el bienestar de las sociedades presentes y futuras.

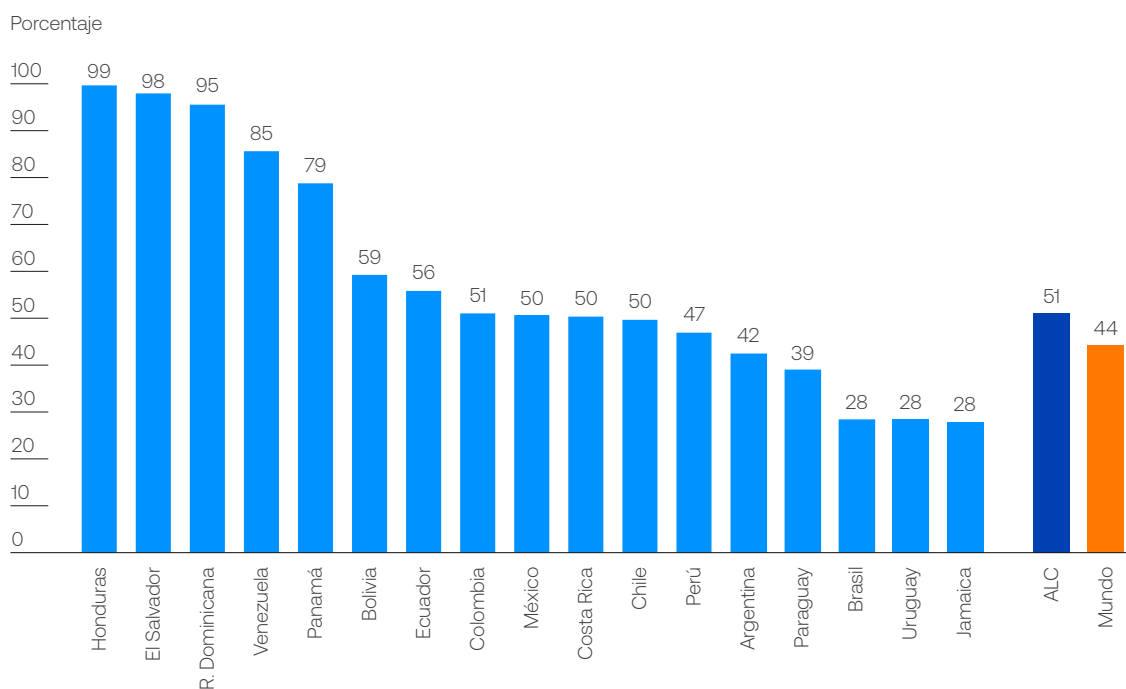


En línea con la conservación de los ecosistemas, un cuarto indicador mide la proporción promedio de áreas clave para la biodiversidad de agua dulce incluidas en zonas protegidas. Honduras, El Salvador, Panamá, República Dominicana y

Venezuela cuentan con 80 % o más de dichas zonas cubiertas por áreas protegidas. En Brasil, Jamaica y Uruguay esta cobertura desciende al 28 % (gráfico 3.6).

Gráfico 3.6
Proporción promedio de áreas clave para la biodiversidad de agua dulce incluidas en áreas protegidas en 2021

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ONU (s.f.) para el indicador 15.1.2 de los ODS.



Reducción de la contaminación

Las principales externalidades que impactan sobre los cuerpos de agua son la contaminación y la sobreexplotación. Estos problemas pueden llegar a destruir ecosistemas completos, eliminando sus beneficios (provisión de agua dulce y alimentos, regulación del clima y servicios culturales) y dificultando su sostenibilidad (Saravia et al., 2020).

En muchos países de la región la disponibilidad de agua utilizable se ve comprometida por la contaminación, que es causada principalmente por descargas sin tratamiento previo de las aguas servidas urbanas (Peña et al., 2019). Adicionalmente, las aguas residuales de origen minero e industrial también contaminan y requieren mayor especialización en su tratamiento para evitar un daño severo en los ecosistemas y la biodiversidad (Rojas et al., 2019). Por ejemplo, la actividad minera contamina a través de la polución por químicos, el drenaje ácido de las minas, el aumento de la salinización de los suelos y la producción de desechos (Martín y Justo, 2015). En la agricultura, una mala gestión en el uso productivo del agua puede contaminar las fuentes con metales, residuos químicos y antibióticos.

En vista de esta situación, un gran desafío ambiental relacionado con la conservación del capital natural es “mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertido y minimizando la liberación de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad la proporción de aguas residuales sin tratar y aumentando sustancialmente el reciclaje y la reutilización segura a nivel mundial” (ODS 6.3). Para analizar la situación de la región sobre este desafío, la ONU reporta dos indicadores: el primero se refiere a la proporción de aguas residuales domésticas tratadas de forma adecuada y el segundo, a la proporción de masas de agua de buena calidad.⁵⁵

Con respecto al primer indicador, la región se encuentra retrasada (41 % de aguas residuales tratadas adecuadamente) respecto del promedio mundial (60 %). A nivel de países, la situación es muy variada (gráfico 3.7). En un extremo, Chile

(91 %) y México (60 %) son los únicos países de la región con un porcentaje de tratamiento por encima de la media mundial (Bolivia se encuentra levemente por debajo); en el otro extremo, los países con menor porcentaje de tratamiento son El Salvador (12 %) y Colombia (21 %).

En cuanto a la proporción de masas de agua de buena calidad, nuevamente la región se encuentra rezagada en comparación con la media mundial (57 % vs. 72 %, respectivamente), pero varios países presentan un desempeño por encima de este promedio global (gráfico 3.8): Jamaica (92 %), Trinidad y Tobago (88 %), Chile (84 %) y Uruguay (76 %). En el otro extremo, Perú y Argentina tienen solo el 25 % y 18 %, respectivamente, de masas de agua de buena calidad.

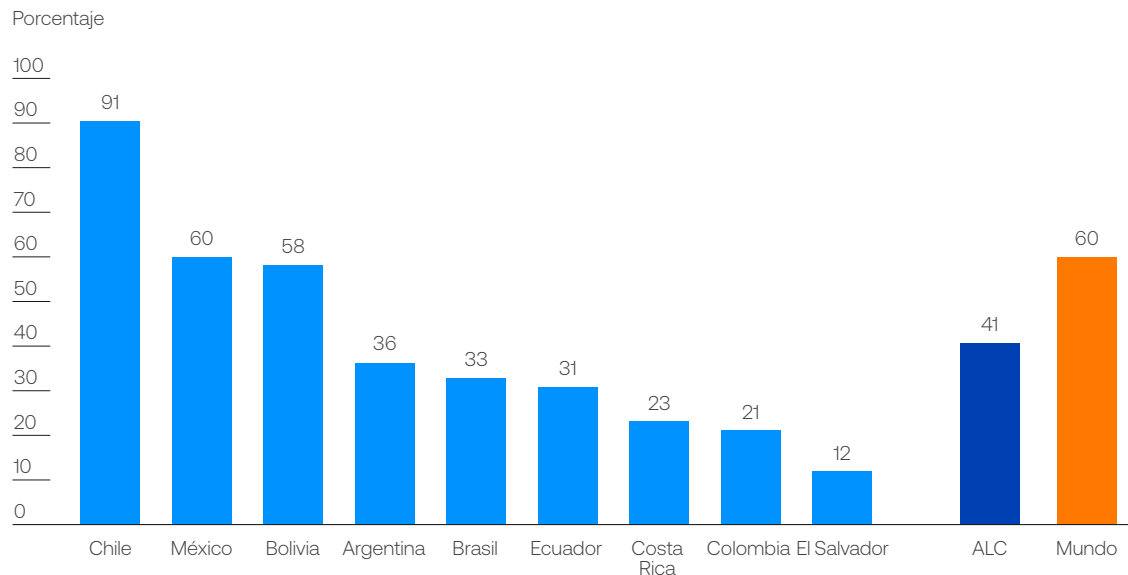
Según la ONU-Agua (2022), países como Argentina, Brasil, México, Paraguay y Perú enfrentan el desafío de reducir la contaminación de las aguas subterráneas por sustancias naturales (arsénico y fluoruro), contaminantes antropogénicos (nitratos, pesticidas, etc.), compuestos industriales y contaminantes emergentes (cosméticos, antibióticos, hormonas, etc.). En parte, esto implica resolver los conflictos que surgen sobre el uso y acceso al recurso subterráneo como resultado de su explotación descuidada y contaminación. Al respecto, entre las primeras dos décadas del siglo XXI y las últimas dos décadas del siglo XX se ha más que cuadruplicado el número de nuevos conflictos por agotamiento y contaminación del agua subterránea. También se destaca la importancia de la gestión del recurso bajo un enfoque integral (aspecto que se abordará más adelante).

En síntesis, la contaminación de las fuentes de agua no solo afecta a la disponibilidad del recurso, sino también a su calidad. Sobre esto, es posible observar que las situaciones son muy dispares entre los países de la región. Sin embargo, en líneas generales, poseen bajos niveles de tratamiento de aguas residuales domésticas.

⁵⁵ Por masas de agua de buena calidad se entiende el recurso que, en los cuerpos de agua (p. ej., ríos o lagos) y en condiciones normales de flujo, no representa un peligro para la salud humana ni para el ecosistema. Su medición en la práctica plantea desafíos (p. ej., por las condiciones cambiantes en un mismo cuerpo de agua) (Warner et al., 2020).

Gráfico 3.7
Proporción de aguas residuales tratadas de manera adecuada en 2020

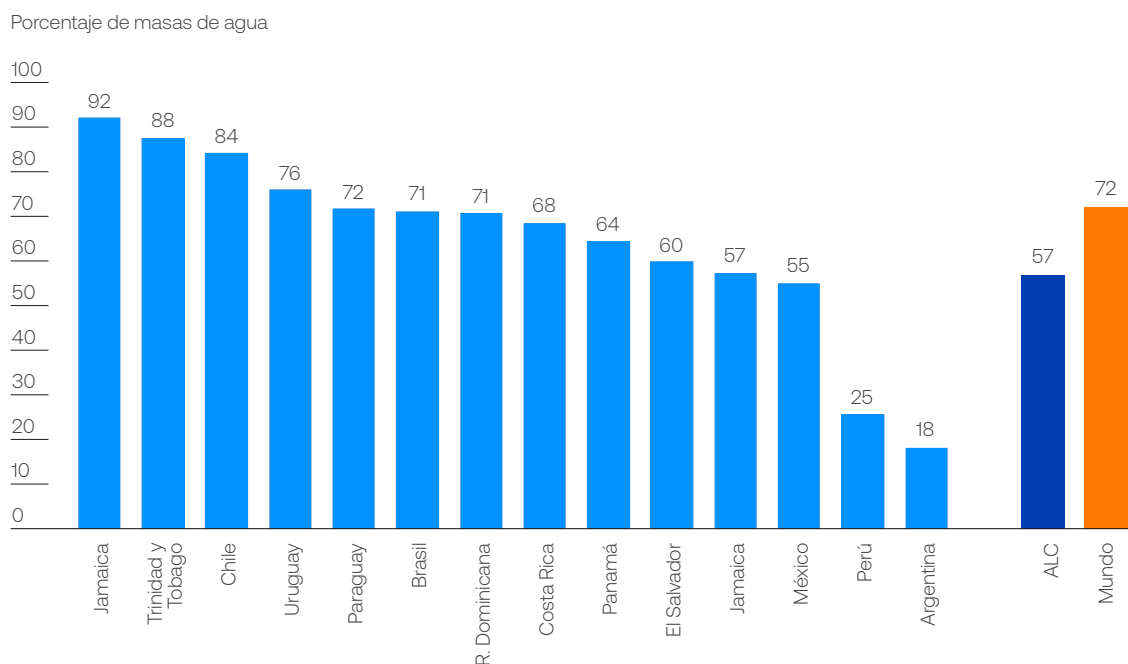
Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ONU (s.f.) para indicador 6.3.1 de los ODS.



Nota: Datos de 2020 o del año más cercano con información disponible. El dato reportado por Naciones Unidas para Bolivia parece elevado dadas las características del tratamiento en el país (el agua en La Paz no es tratada y en las ciudades de El Alto y Cochabamba el tratamiento es parcial).

Gráfico 3.8
Proporción de masas de agua de buena calidad en 2020

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ONU (s.f.) para el indicador 6.3.2 de los ODS.



Nota: Datos de 2020 o del año más cercano con información disponible.

Uso sostenible

Uno de los desafíos destacados de los ODS es la eficiencia en el uso y extracción de agua dulce (desafío 6). Utilizando una aproximación similar a la realizada en el capítulo dedicado a la energía, se puede descomponer la extracción de agua dulce a través de un enfoque que permite desagregar el impacto humano sobre el medio ambiente (I) en función de la población (P), el nivel de actividad o afluencia (A) y la tecnología empleada para la producción (T). Este marco fue desarrollado a principios de los años 1970 por los biólogos Commoner (1972a y 1972b) y Ehrlich y Holdren (1971; 1972).⁵⁶ Más recientemente, el PNUMA y el Panel internacional de Recursos (2019) han modificado este enfoque para analizar el impacto de cada uno de los factores (población, afluencia y tecnología) sobre la demanda de materiales naturales. Con este marco, la fórmula adaptada de IPAT para el caso de agua es la representada en la figura 3.1.

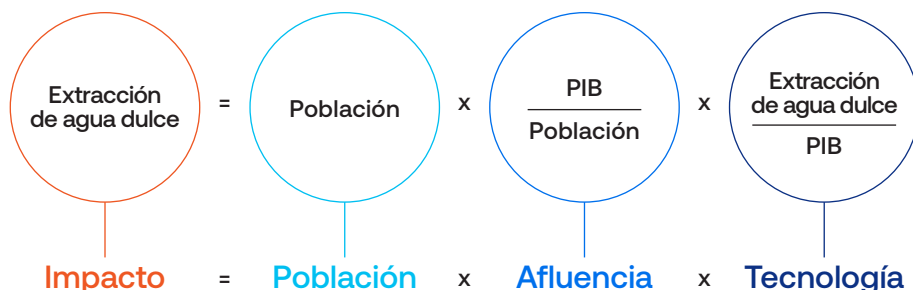
El panel A del gráfico 3.9 aplica esta fórmula a la variación porcentual en las extracciones de agua dulce en ALC, la Unión Europea, China y Estados Unidos entre 2002 y 2017, desagregada por los distintos factores que explican esa variación. El panel B del mismo gráfico hace lo mismo para los países de la región.

ALC ha aumentado más su extracción (impacto) que los países y regiones comparables (1,2 % en comparación a -1,3 % de la Unión Europea, -0,5 % de Estados Unidos y 0,5 % de China). La diferencia con China es notable dado que este país fue un motor de crecimiento mundial en el período de comparación. Por otro lado, en todos los casos, una mayor eficiencia en el uso del agua permitió compensar en mayor o menor medida (China, por un lado, y Unión Europea, Estados Unidos y ALC, por otro) el crecimiento poblacional y económico. Fuentes complementarias confirman la existencia de ganancias de eficiencia en distintos sectores: el de agricultura, servicios y, más importante, la industria (FAO y ONU-Agua, 2021).

A nivel de países de ALC, se destaca en un extremo Paraguay (con una extracción que aumentó un 7,4 % anual entre 2002 y 2017), Colombia y República Dominicana (ambos con tasas por encima del 3 %), mientras que en el otro extremo se encuentran Uruguay, Ecuador, Bolivia y Nicaragua (con tasas de variación de extracción inferiores al 0,5 % anual). Ningún país redujo la extracción nominal del recurso en el período analizado. Sin embargo, con excepción de Paraguay, todos muestran un esfuerzo por compensar el nivel de actividad económica y el crecimiento poblacional con mayor eficiencia en la extracción (en Bolivia, Ecuador, Nicaragua y Uruguay este esfuerzo significa una reducción en la extracción por PIB superior al 3,5 %).

Figura 3.1
Enfoque IPAT para extracción de agua dulce

Fuente: Elaboración propia.

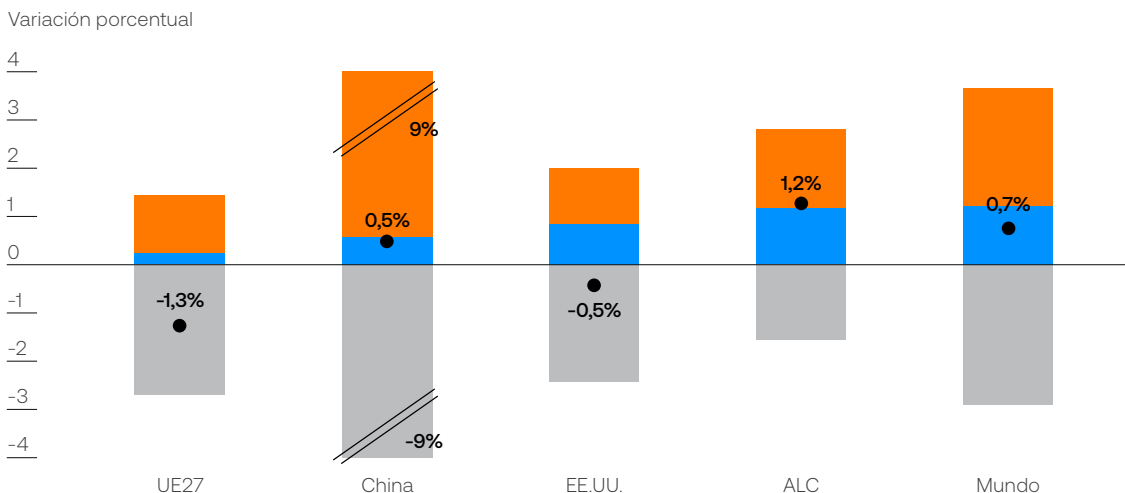


⁵⁶ Originalmente la fórmula consideraba como variable de impacto ambiental alguna medida de contaminación. Sin embargo, la simplicidad de la ecuación permitió su fácil adaptación para el desarrollo de enfoques posteriores como la identidad de Kaya.

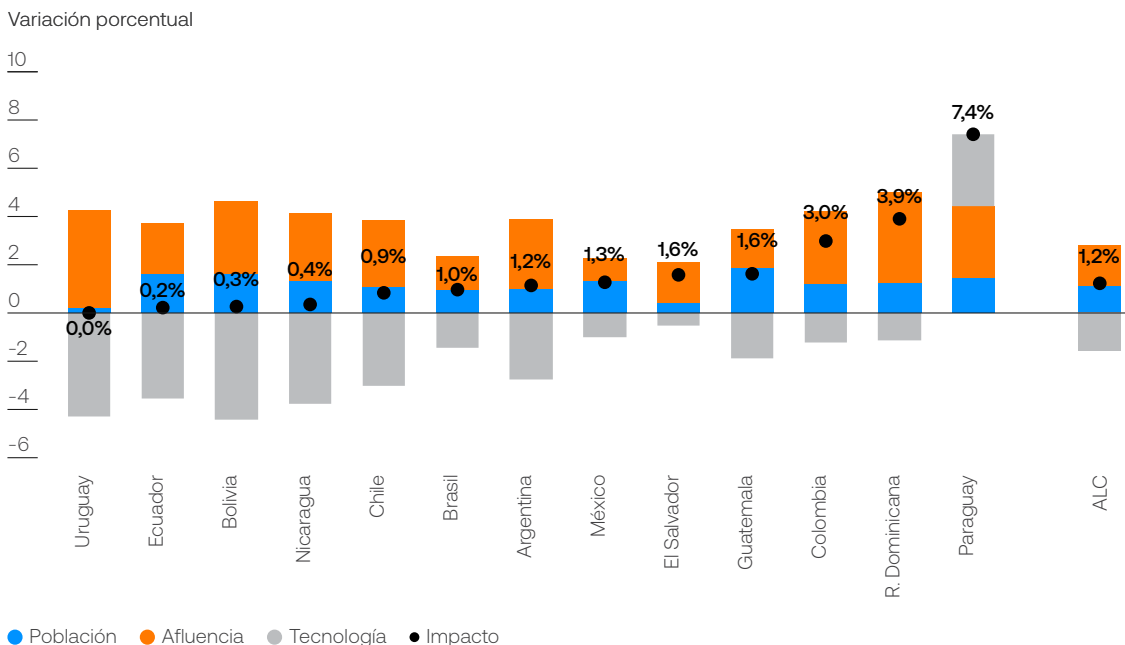
Gráfico 3.9
Variación porcentual anualizada (2002-2017) de los factores analizados en la fórmula IPAT para regiones y países seleccionados dentro y fuera de América Latina y el Caribe

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Banco Mundial (s.f.a).

Panel A. Variación para ALC y otras regiones y países seleccionados



Panel B. Variación para países de ALC



● Población ● Afluencia ● Tecnología ● Impacto

El uso eficiente del agua se suele aproximar a través del ratio entre el valor agregado y la unidad de agua utilizada por todos los sectores (que es la inversa del concepto de tecnología en el enfoque IPAT). ALC genera un menor valor de PIB por m³ de agua que el resto de las regiones (gráfico 3.10). En el año 2019, la eficiencia promedio a nivel mundial del uso del agua fue de USD 19/m³ y alcanzó los USD 13/m³ en ALC, valor que excede solamente el de África del Norte y el Sur de Asia.⁵⁷

El indicador de eficiencia para la región nuevamente presenta disparidades regionales. Por un lado, Panamá y Trinidad y Tobago tienen altos niveles de valor agregado, por encima de los USD 50/m³. En el primer caso, esto se debe principalmente al valor que aporta la actividad del canal. Le siguen Brasil, con USD 21/m³, mientras que Costa Rica registra una eficiencia de USD 17/m³. En el otro extremo, se encuentran Chile,

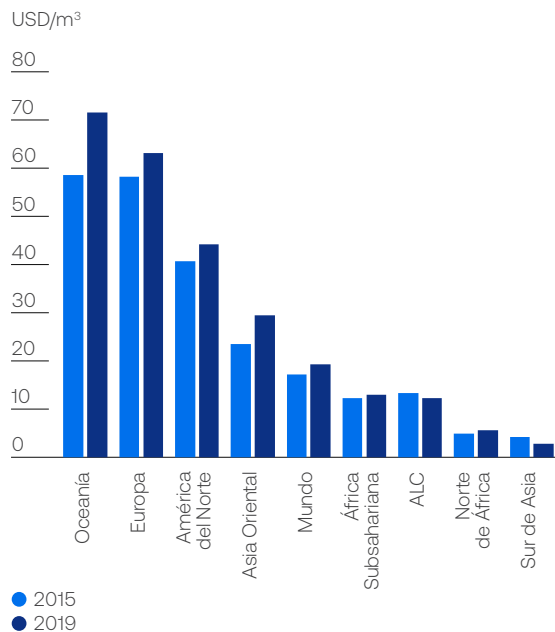
Ecuador, Jamaica, República Dominicana y Venezuela con valores por debajo de los USD 10/m³.

Los valores de eficiencia están altamente influenciados por las principales actividades económicas que se realizan en el país y cómo se distribuyen entre servicios, industria y agricultura, entre otros factores. Particularmente, las actividades primarias demandan una mayor cantidad de agua para su producción y son las más expandidas en ALC. Una actividad importante en la región es la agricultura de riego.⁵⁸ Para esta actividad, la eficiencia en el uso del agua promediaba en 2019 los USD 0,6/m³ a nivel mundial y USD 0,3/m³ en la región (gráfico 3.11). A nivel de países, solo Ecuador y Trinidad y Tobago sobrepasan la media mundial, mientras que países como Colombia, Paraguay y Venezuela generan un valor agregado sectorial por debajo de los USD 0,2/m³.

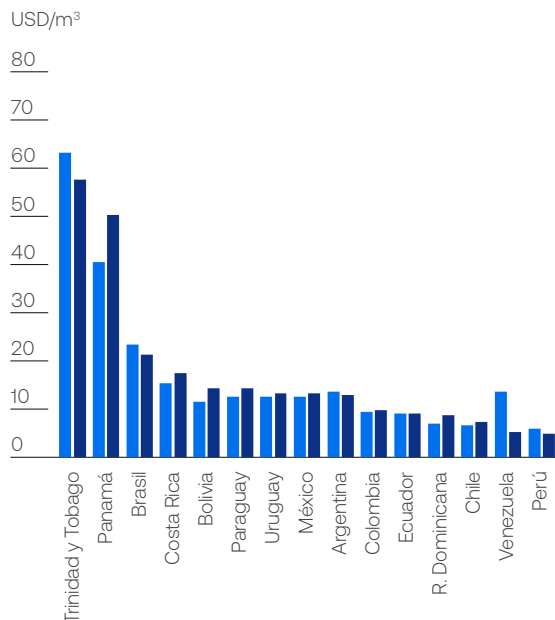
Gráfico 3.10
Eficiencia en el uso del agua por región y países de ALC (USD/m³) en 2015 y 2019

Fuente: Elaboración propia con base en datos de FAO (s.f.) para el indicador 6.4.1 de los ODS.

Panel A. Por regiones del mundo



Panel B. Por países de ALC



⁵⁷ Este indicador debe tomarse como *proxy* de la eficiencia en el uso de agua, que agrupa fuertes disparidades regionales (entre ellas, el nivel de desarrollo, la estructura productiva y la escasez del recurso hídrico en Europa respecto de ALC).

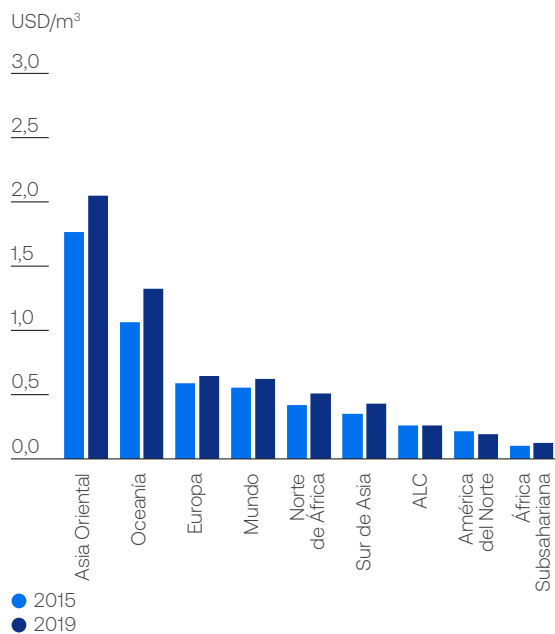
⁵⁸ En esta categoría también se incluyen a la silvicultura y la pesca. La metodología detallada para la construcción del indicador puede consultarse en FAO (2019). La información disponible no permite hacer inferencias sobre los determinantes de la eficiencia en el uso del agua, esto es, en el uso específico, en la asignación de factores, en otros componentes de la cadena de valor (distribución hacia el sector agrícola, prácticas de riego, aprovechamiento de cultivos), heterogeneidades entre actividades (efectos de composición), etc.

Gráfico 3.11

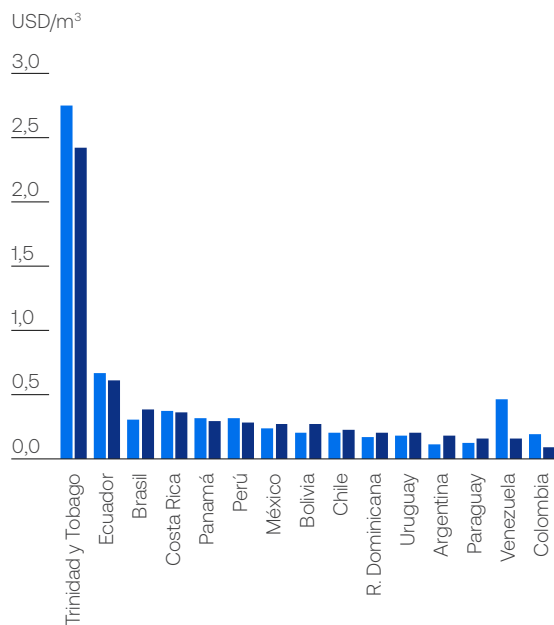
Eficiencia en el uso del agua en la agricultura de riego (USD/m³) en 2015 y 2019

Fuente: Elaboración propia con base en datos de FAO (s.f.).

Panel A. En diferentes regiones del mundo



Panel B. En países de ALC



El sector agropecuario enfrenta el desafío para los próximos 30 años de aumentar la producción en un 50 % (FAO, 2017). En particular, este desafío apunta a incrementar la eficiencia en el uso del agua y, para los países con baja disponibilidad del recurso, promover su uso de manera sustentable.

Actualmente existen tecnologías que buscan mejorar la eficiencia en la agricultura; por ejemplo, la hidroponía ha evolucionado para el uso de sistemas de recirculación cerrada, el cual reduce las necesidades de agua de los cultivos cerca de los niveles de evapotranspiración. Otro tipo de sistemas modernos son los invernaderos cerrados y semicerrados, los cuales han dado buenos resultados en Europa y Estados Unidos en términos de ahorro de agua y energía.⁵⁹ Combinando estos sistemas y tecnologías, el uso del recurso prácticamente se reduciría a la mitad o menos de la transpiración de las plantas y, por lo tanto, es una alternativa prometedora para países donde existe escasez de agua. Por ejemplo, en México, invernaderos de alta tecnología (que son

completamente cerrados y con automatización del riego) asignan el agua específicamente en función de las necesidades de las plantas gracias a sistemas de irrigación por goteo, microaspersión, bombeo y dosificación de precisión, que a veces se complementan con sensores y son controlados por ordenador. Esto hace que la evaporación sea mínima y se pierda poca agua. Dadas las grandes inversiones requeridas para la implementación de este tipo de tecnologías, la mayoría se focalizan en cultivos destinados a la exportación con ingresos que las justifican (Pratt y Ortega, 2019).

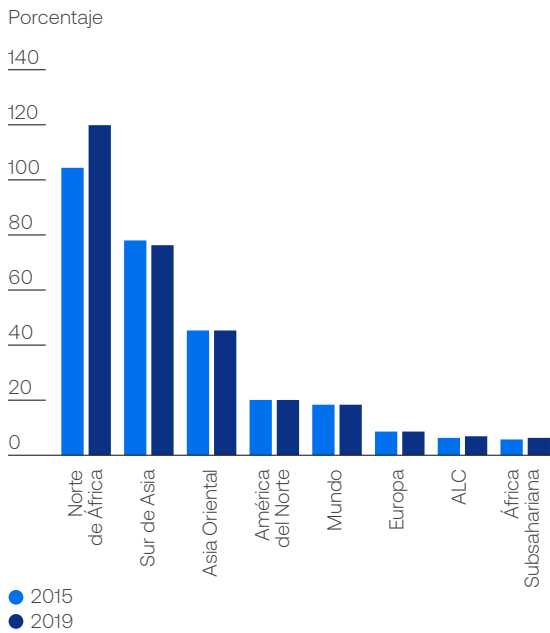
Otro indicador que evalúa el uso sostenible del recurso es el nivel de estrés hídrico, aproximado por el cociente entre la extracción de agua y los recursos hídricos renovables disponibles. El gráfico 3.12 muestra este indicador por regiones para los años 2015 y 2019. Europa, ALC y África Subsahariana son las regiones que presentan los niveles más bajos de estrés hídrico (entre el 6 % y el 8 %). En el otro extremo, el Norte de África presenta tasas de extracción que exceden el 100 %.

⁵⁹ En este tipo de sistemas se puede recuperar el agua transpirada por las plantas a través de la condensación y utilizarla como agua de riego.

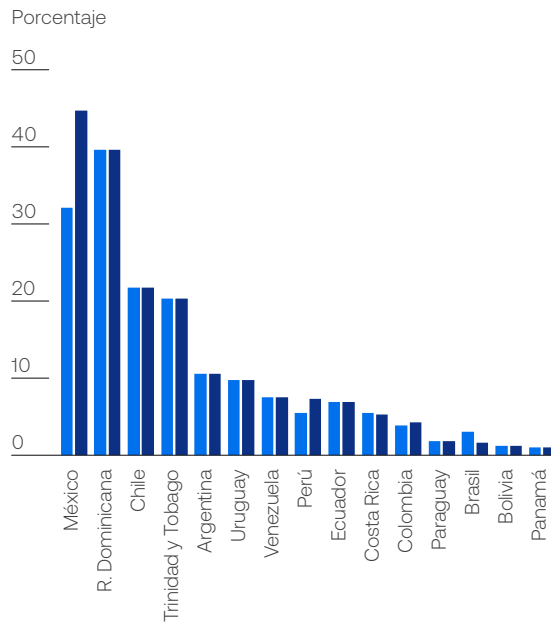
Gráfico 3.12
Nivel de estrés hídrico (porcentaje de recursos hídricos renovables que se extrae en el año) por región en 2015 y 2019

Fuente: Elaboración propia con base en datos de FAO (s.f.) para el indicador 6.4.2 de los ODS.

Panel A. En diferentes regiones del mundo



Panel B. En países de ALC



Nota: Los recursos hídricos renovables son la diferencia entre los recursos hídricos totales y los flujos de agua dulce necesarios para mantener los ecosistemas de agua dulce, los medios de vida humanos y el bienestar que dependen de ellos.

Sin embargo, más allá del bajo valor de extracción relativa para la región, algunos países como México y República Dominicana, si bien no se encuentran en situación de estrés, tienen altas tasas de extracción (por encima del 40 %), mientras que otros países, como Bolivia y Panamá, presentan una tasa en el orden del 1 %. México, en particular, muestra un crecimiento en la tasa de extracción relativa al stock entre 2015 y 2019.

Un gran problema que impide mejorar los índices de eficiencia en el sector son las pérdidas de agua en los sistemas de agua potable o en los procesos productivos. En la región, el agua potable no contabilizada en los sistemas urbanos de la mayoría de los países supera el 35 %. Altos niveles de este indicador se deben tanto a pérdidas físicas por el mal estado de las redes como a las malas prácticas comerciales, como las conexiones clandestinas y el vandalismo de micromedidores (Rojas, 2014). Esta situación también ocurre en el sector agropecuario, afectando la sostenibilidad en el

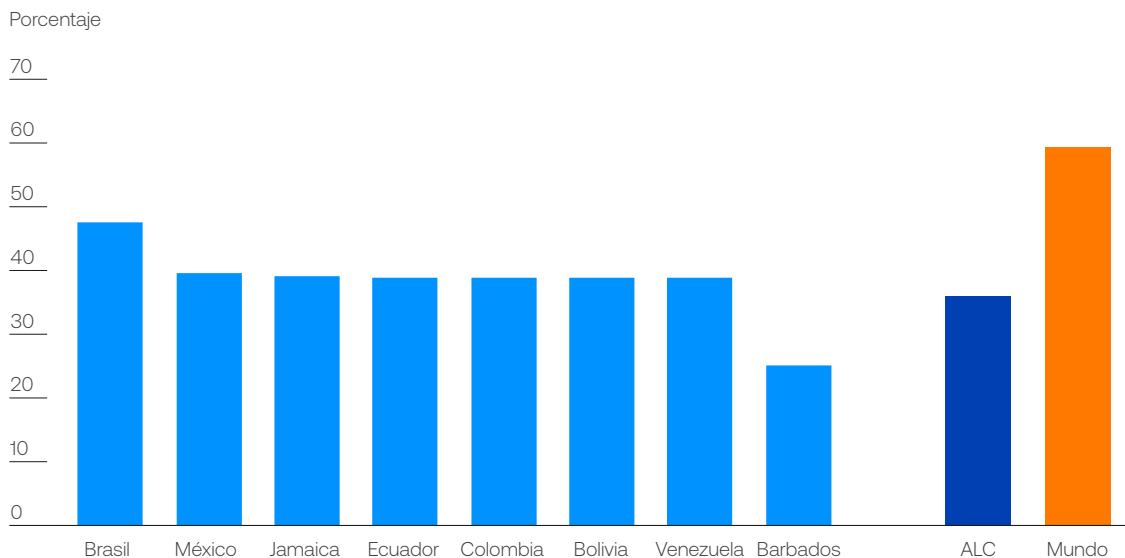
uso del recurso. El porcentaje de agua extraída respecto de los requerimientos para riego es, en promedio, un 36 % en ALC (mucho menos que el promedio mundial).

A modo de resumen, ALC presenta índices bajos de eficiencia en comparación con otras regiones, principalmente por la expansión del sector agrícola. Más allá de esta situación, existen espacios para mejorar la eficiencia, como es el desarrollo de nuevas tecnologías y la disminución de pérdidas. Por su parte, el estrés hídrico ha aumentado considerablemente en las últimas dos décadas, demostrando la necesidad de cambiar esta tendencia para alcanzar el desarrollo sostenible de las economías.

En la mayoría de los países de ALC, el agua no contabilizada en los sistemas urbanos supera el 35 % y en los procesos productivos se utiliza en promedio solo el 36 % del recurso que se extrae.



Gráfico 3.13
Relación (en porcentaje) entre requerimientos de agua para riego y extracción en 2018
Fuente: Elaboración propia con base en datos de FAO (s.f).



Dimensiones de las brechas de servicio y otros retos estratégicos sectoriales

Además de la situación ambiental, la región aún tiene que afrontar desafíos propios del sector, como, por ejemplo, abordar las desigualdades en el acceso y calidad del agua potable y el saneamiento.

En el caso de los servicios de agua y saneamiento, los ODS enfatizan la necesidad de garantizar su acceso universal a un precio asequible y con estándares de calidad. Estos objetivos son recogidos por CAF en su Estrategia del Agua 2019-2022 (Rojas et al., 2019) y en el reciente documento sobre seguridad hídrica (Lentini, 2022). Así, por ejemplo, se destaca la importancia del acceso a dichos servicios y el cumplimiento de estándares internacionales de calidad para que el agua sea apta y segura para el consumo humano, el logro de eficiencias y la conservación y protección de los cuerpos de agua de la contaminación, la disposición del recurso para la promoción del desarrollo productivo sostenible, la conservación de los ecosistemas y la reducción de los riesgos asociados a la falta o exceso de agua.

Las brechas de servicios en agua y saneamiento pueden medirse en sus múltiples dimensiones: acceso, costo-asequibilidad y calidad (Cont et al., 2021). El anexo 3.1 presenta un análisis de brechas

de servicio para el sector, llegando a la conclusión de que ALC aún debe realizar importantes esfuerzos para lograr cerrar estas deficiencias que afectan la calidad de vida de su población.

Específicamente, la región muestra un buen desempeño en cobertura de agua potable, ya que en el año 2020 el 97 % de la población accedía al menos a un servicio básico (con un rezago en la población rural). Esta proporción indica que la región se encuentra cerca de lograr la cobertura universal del servicio (100 %). En cuanto al costo para el usuario (tarifa promedio), los países de la región presentan una amplia heterogeneidad, puesto que la tarifa promedio para el servicio compuesto en 2021 va desde USD 0,53/m³ (México y Perú) hasta USD 2,11/m³ (Chile). Finalmente, es en la dimensión de calidad donde se observa la brecha más pronunciada: en 2020 solo el 75 % de la población de la región accedía a un servicio de calidad, medido como el acceso a agua manejada en forma segura (proveniente de una fuente mejorada, disponible cuando se requiere y libre de contaminación fecal y química). Este porcentaje contrasta con el de regiones desarrolladas, como Europa (98 %) y América del Norte (97 %).

Cuadro 3.1 Brechas de servicio en agua potable y saneamiento para ALC

Fuente: Elaboración propia con base en información del anexo 3.1.

Dimensión	Agua potable	Saneamiento
Acceso	Niveles cercanos al acceso universal al servicio básico de agua potable. A nivel rural aún existen déficits.	Acceso básico del 88 %, valor lejano al acceso universal.
Costo/asequibilidad	Heterogeneidad a nivel país. Tarifas que van desde USD 0,53/m ³ hasta USD 2,11/m ³ . Baja o media asequibilidad del servicio, duplicando el porcentaje del ingreso destinado a este servicio en un país desarrollado.	
Calidad	Solo el 75 % de la población accede a agua manejada en forma segura, muy por debajo de los países desarrollados. Este déficit se manifiesta más aún a nivel rural.	Una de cada tres personas accede a un servicio de calidad en la región.

Nota: Los datos en los que se basa este cuadro corresponden al año más reciente (entre 2019 y 2021, según el indicador).



En términos de acceso básico a saneamiento, la región aún está lejos de alcanzar el acceso universal (cobertura promedio del 88 %), aunque varios países presentan valores cercanos al 100 % (Argentina, Chile, Costa Rica, Uruguay y Venezuela). Esta brecha se profundiza más aún al analizar el acceso a un servicio de saneamiento de calidad. En 2020, apenas una de cada tres personas en la región tenía acceso a instalaciones sanitarias de calidad en su hogar (34 %), con casos extremos como el de Colombia (17 %). En el área rural, apenas tres países reportan esta dimensión.

Por otra parte, los desafíos en el sector del agua se vieron afectados por el choque causado por la pandemia de COVID-19. Al respecto, según documenta Rojas (2020), los operadores

del sector quedaron expuestos a dificultades y desafíos tanto operativos (por exigencias y requerimientos sobre la calidad del agua y de rehabilitación del servicio a usuarios desconectados) como financieros (en un contexto de creciente incumplimiento en el pago). En este contexto, las autoridades debieron apelar a diferentes medidas de política a fin de preservar la capacidad de los usuarios, incluyendo los más vulnerables, para satisfacer sus necesidades básicas con relación al agua, el saneamiento y la higiene; concientizar a los ciudadanos en el lavado de manos con agua y jabón y el uso eficiente del agua en el hogar; garantizar la continuidad y la seguridad de los servicios de agua y saneamiento; y proveer apoyo técnico y financiero a los prestadores del servicio (SIWI, 2020).

Recuadro 3.1 **Lecciones aprendidas del COVID-19 en el sector del agua**

Los servicios de agua potable y saneamiento han tenido un rol esencial en el contexto de la pandemia causada por el COVID-19, dada la importancia del recurso en las medidas de sanidad (por ejemplo, el lavado frecuente de manos con agua y jabón). Lo anterior contribuyó a resaltar la importancia de garantizar el acceso universal al agua potable en los países de la región.

La movilización del capital privado es clave para cerrar la brecha de financiamiento de infraestructura en el sector, puesto que la pandemia de COVID-19 ha limitado aún más la capacidad de inversión de los gobiernos. Así, otra lección relevante fue la necesidad de contar con marcos legales e institucionales flexibles que promuevan fuentes de financiación alternativa, especialmente en contextos de emergencia.

Por otra parte, la llegada del COVID-19 ha puesto a prueba la infraestructura digital de los países de la región. Es por ello que los gobiernos deben fortalecer la resiliencia digital, dado que es muy probable que surjan otras crisis ocasionadas por virus o desastres naturales y esto podría poner en riesgo no solo la infraestructura tecnológica, sino también la infraestructura crítica de los países (redes de telecomunicaciones, redes de energía, aeropuertos, etc.) y, por ende, tendría un grave impacto en la prestación de los servicios esenciales para la población. En ese sentido, la lección aprendida es que la digitalización del sector puede contribuir a garantizar el acceso continuo al recurso, al reducir la exposición de trabajadores y usuarios (vía soluciones remotas en la detección de fugas e incluso en el cobro del servicio), y a la detección temprana y el monitoreo de nuevas enfermedades (Matheri et al., 2022).

En síntesis, con base en las lecciones aprendidas por el COVID-19, el sector debe intensificar sus esfuerzos para garantizar el acceso universal a un servicio de calidad, especialmente en poblaciones dispersas y rurales, elaborar planes de emergencia ante eventos extremos y promover la digitalización en todas sus etapas.

Formas de abordar la gestión del agua con un enfoque de sostenibilidad

El ODS 6 trata sobre garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible (obviamente, incluyendo el saneamiento). Dos conceptos relevantes sobre la gestión del agua son la economía circular y el enfoque integrado del recurso, que se discuten a continuación.

Economía circular

Como parte del desafío ambiental del uso sostenible de los recursos, la reducción de la contaminación y la conservación de los ecosistemas, adquiere importancia el aumento y la mejora de prácticas de reciclaje y reutilización. Estas prácticas incorporan la economía circular a la política sectorial para el aprovechamiento integral de los caudales. Así, ayudan a cumplir los objetivos de contención de la demanda con el incremento de los caudales en el ciclo hidrológico (aguas regeneradas), la disminución de la presión (menos explotación de las aguas) y la reducción de los vertidos al medio (la figura 3.2 esquematiza el proceso de economía circular en el sector del agua).

De esta forma, la economía circular ha cobrado importancia con el correr de los años como un enfoque que favorece el desarrollo sostenible. Los países de ALC han aplicado o están planificando nuevas políticas, iniciativas públicas y hojas de ruta vinculadas a la economía circular. El ejemplo más visible lo configuran las plantas de tratamiento de aguas residuales. Una vez que estas son tratadas, pueden ser reutilizadas en actividades agrícolas e industriales, mientras que los subproductos del tratamiento pueden destinarse a la generación de energía y la mejora de suelos. De hecho, al año 2021 once gobiernos de ALC estaban trabajando para incluir la economía circular en las orientaciones de sus CDN (Argentina, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay y República Dominicana). Por otro lado, los países de la Alianza del Pacífico (Chile, Colombia, México y Perú) publicaron en diciembre de 2020 la "Hoja de ruta hacia una gestión sostenible de plásticos". La cuarta área de acción es la adopción de modelos de economía circular (Circular Economy Coalition, 2022). No obstante, estos modelos, técnicamente atractivos, enfrentan diversos retos normativos, institucionales, financieros y ambientales (CONAMA, 2019).

Figura 3.2
Enfoque circular en la gestión del agua

Fuente: WBCSD (2017).



Según se discute en CAF (2018), en el caso de la reutilización para el riego, las discusiones técnicas dificultan la creación de una normativa adecuada y mecanismos para garantizar su cumplimiento, sobre todo en países en desarrollo. Algunos problemas son la inexistencia de laboratorios acreditados y la actual incapacidad de la entidad a cargo de la vigilancia o control del riego. Otros tienen que ver con los requerimientos de inversión para apropiarse de los beneficios que aporta el agua tratada en distintos usos (como, por ejemplo, riego o generación eléctrica). Otro caso es el aprovechamiento de los biosólidos como acondicionadores de suelos para cultivos. En muchos países los lodos son considerados residuos peligrosos, y como tales, deben ser confinados en rellenos sanitarios especiales. La reutilización

de biosólidos supone revisar y complementar la normativa, pero, sobre todo, impone un cambio paradigmático en las instituciones, los agricultores y las personas. Un problema relevante es que la conservación de los nutrientes de los biosólidos aporta valor, pero existe un riesgo de que también se preserven bacterias (coliformes) o parásitos (helmintos) que son nocivos para la salud humana.

Particularmente, el reciclaje del agua ha evolucionado en los últimos años configurando una combinación de estrategias que distinguen la reutilización de agua potable o no potable y si el sistema es centralizado o descentralizado (CUWA, 2019). La figura 3.3 muestra estas distintas estrategias y su interacción.

Recuadro 3.2 Economía circular: el caso Cerro Verde en Arequipa (Perú)

Fuente: Proactivo (2019).

El río Chili recibía durante su recorrido descargas de hasta 35 fuentes, provenientes de actividades industriales (3 %), agrícolas (32 %) y domésticas (65 %). Esto último significa que casi dos tercios de las fuentes del río eran los desagües de Arequipa, vertidos sin tratamiento alguno, contaminando aguas abajo la principal fuente de este recurso. El daño para el productor agropecuario se evidenciaba en su imposibilidad de exportar, ya que los productos no alcanzaban estándares de calidad y salubridad mínimos. Así, existía plena conciencia de que la contaminación del río Chili era un problema grave que impactaba en la salud y en la calidad de vida de toda la población.

Con el proyecto de expansión de la Unidad de Producción Cerro Verde se presentó una solución al problema. Mediante un convenio marco y siete convenios específicos firmados con el Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Perú, se acordó que la Sociedad Minera Cerro Verde asumiría el costo total de la construcción del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales “La Enlozada”, así como su operación y mantenimiento. A cambio, sus operaciones podrían tomar 1m³/s en promedio anual de agua residual tratada, devolviendo el excedente al río Chili con agua apta para la agricultura.

El proyecto presenta dos tipos de resultados. Por un lado, están sus beneficios para la viabilidad de la expansión de la Unidad de Producción Cerro Verde y, por otro, sus múltiples impactos sociales. La incorporación del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales en el proceso productivo de Cerro Verde ha permitido el incremento de la producción de cobre (más de 270.000 toneladas anuales) y molibdeno (6.800 toneladas anuales), aumentando la cantidad de producto vendido.

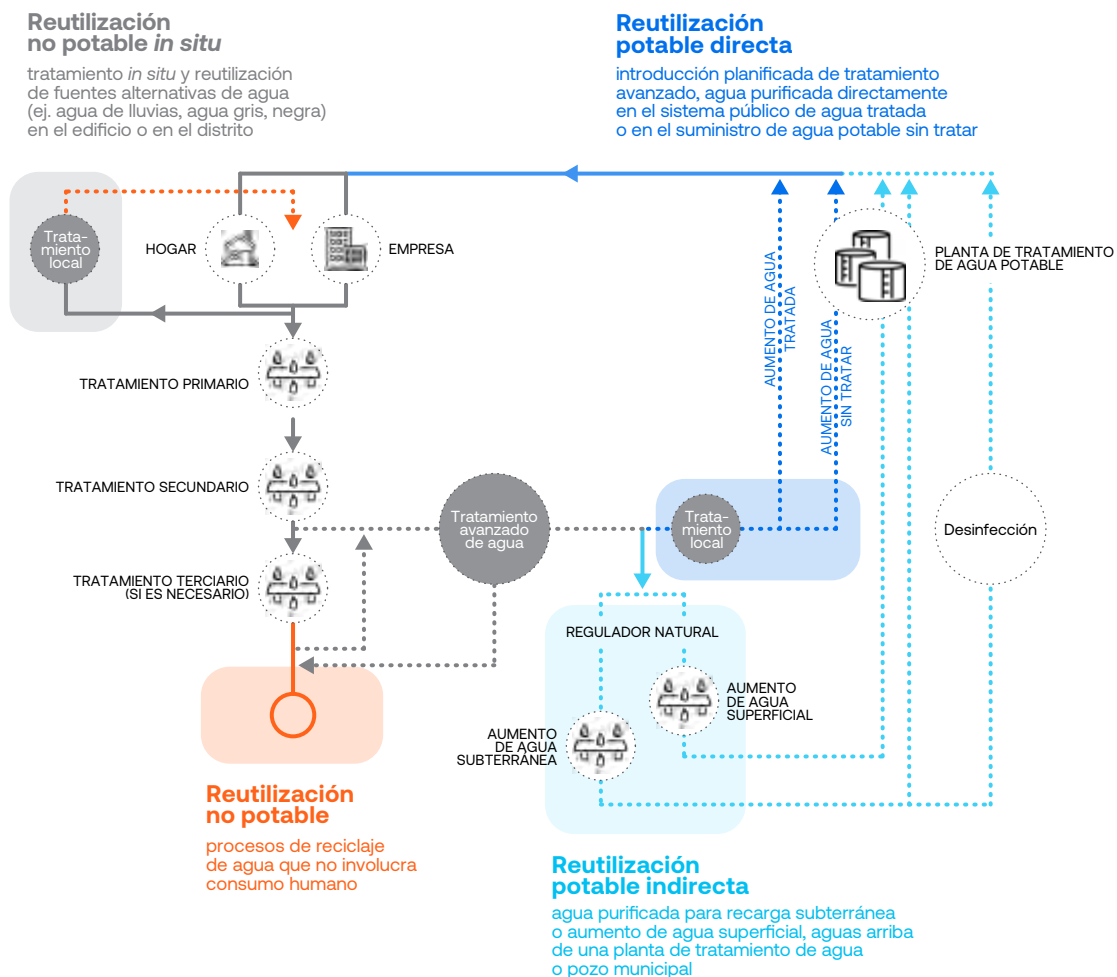
El impacto más importante en la actividad agrícola es la mejora de la calidad del suelo de los predios de cultivos, que eran regados con aguas contaminadas del río y ahora son irrigados con agua de mejor calidad, generando un aumento significativo en el valor de las tierras agrícolas.

Actualmente, en Estados Unidos existen casos de reutilización descentralizada. El edificio The Solaire, en la ciudad de Nueva York, cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales, tras el cual son reutilizadas en torres de enfriamiento y para el drenaje de inodoros, evitando costos (entre ellos de energía) ligados a su transporte hasta la planta municipal de tratamiento. A su vez, este edificio cuenta con

un jardín en su terraza que tiene incorporado un sistema de retención de agua de lluvias. Estas estrategias (sumadas a la utilización de artefactos eficientes en el uso del agua) permiten reducir hasta en un 43 % el uso de agua potable en el edificio (Epstein, 2008), el cual es un ejemplo del enfoque de sistemas distribuidos (en este caso para tratamiento de aguas residuales y captura).

Figura 3.3
Estrategias de reciclaje de agua

Fuente: CUWA (2019).



Gestión integrada de los recursos hídricos

En un contexto de escasez creciente, debido a factores demográficos y climáticos, la gestión (pública o privada) del recurso hídrico enfrenta nuevos desafíos respecto a la asignación del agua, destacándose la necesidad de un abordaje integral. Según la Asociación Mundial para el Agua, la GIRH es un proceso que promueve la gestión y desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados, buscando maximizar el bienestar social y económico, sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas viales (GWP, 2000, p.22).

Este marco conceptual de gestión incluye conceptos claves como la integración, la descentralización, la participación y la sostenibilidad. En particular, la integración debe darse en dos sentidos: horizontal, involucrando a todos los sectores que usan o afectan los recursos hídricos; y vertical, coordinando los esfuerzos entre instituciones locales, regionales, nacionales e internacionales (Xie, 2006). De hecho, una dimensión que resulta especialmente crítica en términos de la competencia por el recurso y que puede contribuir a su disponibilidad o calidad es el de cuencas transfronterizas, que involucran a dos o más países o jurisdicciones subnacionales. Al respecto, el concepto de sistema integrado de gobernanza a nivel de cuenca busca impulsar la coordinación entre los diferentes actores involucrados (OCDE, 2015).

La promoción de la coordinación entre los distintos sectores (e incluso entre distintos países) es elemental para el cumplimiento de los demás ODS relacionados con el agua. Además de su objetivo ambiental, esta meta presenta un componente económico, al constituir la herramienta clave para enfrentar los desafíos en torno a los múltiples usos de este recurso escaso, que, a su vez, generan externalidades. Así, todos los usos del agua deberían considerarse de forma integrada para su gestión, aprovechamiento y conservación, bajo una unidad lógica de cuenca hidrográfica (GWP Centroamérica, 2013).

En el marco de los ODS, dos indicadores apuntan a dimensiones de la GIRH. En primer lugar, se sigue el grado de implementación de la GIRH con base en la existencia de políticas, leyes, marcos institucionales y financiamiento adecuado para tal fin. Los países informan cada tres o cuatro años sobre los resultados de este indicador y estos surgen de una encuesta que cubre las cuatro dimensiones principales de la GIRH: (1) entorno propicio (leyes, políticas y planes); (2) instituciones y participación; (3) instrumentos de gestión; y (4) financiamiento. Cada pregunta se puntúa en una escala de 0 a 100, guiada por descripciones de umbrales específicas (ONU-Agua, 2021). El cuadro 3.2 ilustra los niveles considerados de implementación de la GIRH.

Actualmente, la mayoría de los países de la región han implementado las bases para una GIRH. Sin embargo, el nivel de avance regional está considerado medio-bajo en la última medición (año 2020), por detrás del resto de las regiones del mundo (panel A del gráfico 3.14), mejorando levemente respecto de 2017.

Cuadro 3.2
Niveles de implementación de la GIRH y su interpretación

Fuente: ONU-Agua (2021).

Nivel	Rango de puntuación	Interpretación general de las puntuaciones
Muy bajo	0-10	El desarrollo de elementos de la GIRH en general no ha comenzado o se ha estancado.
Bajo	11-30	La implementación de elementos de la GIRH en general ha comenzado, pero con una aceptación limitada en todo el país y una participación potencialmente baja de los grupos de partes interesadas.
Medio bajo	31-50	Los elementos de la GIRH están generalmente institucionalizados y la implementación está en marcha.
Medio alto	51-70	La capacidad para implementar elementos de la GIRH es generalmente adecuada y los elementos se implementan por lo general en programas a largo plazo.
Alto	71-90	Los objetivos del programa y el plan de GIRH generalmente se cumplen, y la cobertura geográfica y la participación de las partes interesadas son generalmente buenas.
Muy alto	91-100	La gran mayoría de los elementos de la GIRH se implementan por completo, los objetivos se logran de manera consistente y los planes y programas se evalúan y revisan periódicamente.

La región se encuentra retrasada en el porcentaje de aguas tratadas adecuadamente (41 %) respecto del promedio mundial (60 %), siendo esta la principal causa de contaminación.



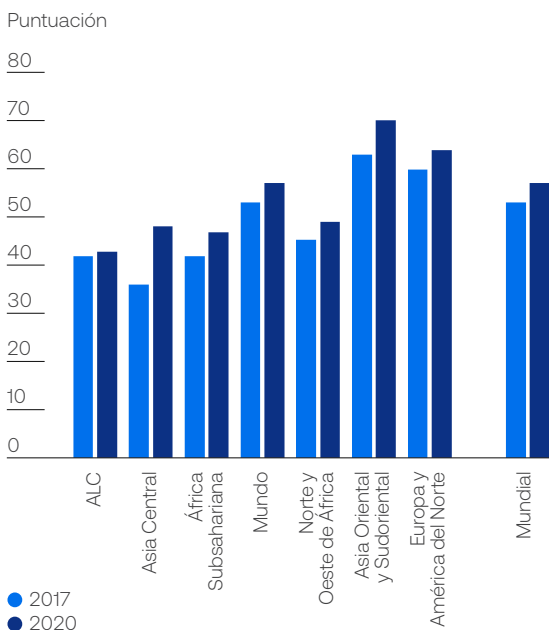
A nivel individual (panel B del gráfico 3.14), cuatro países están en la categoría medio alta (Brasil, Colombia, Bolivia y Costa Rica, por este orden), y solamente Brasil está considerado

como potencialmente capaz de cumplir esta meta en el año 2030 (ONU Medioambiente y Cepei, 2018).

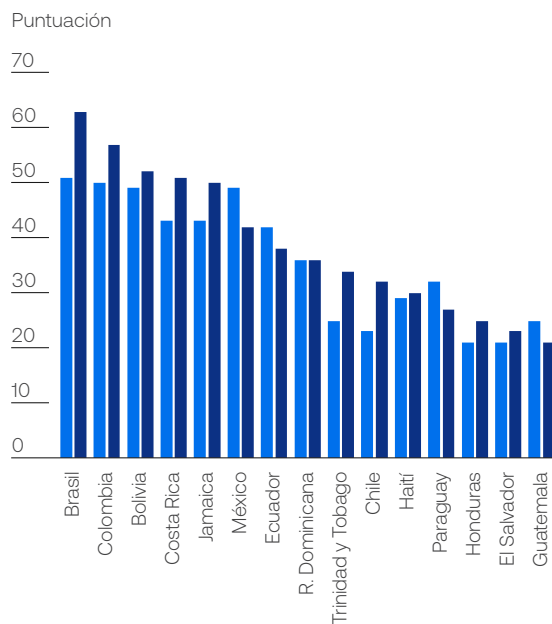
Gráfico 3.14
Grado de implementación de la GIRH en 2017 y 2020

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ONU (s.f.) para el indicador 6.5.1 de los ODS

Panel A. En diferentes regiones del mundo



Panel B. En países de la región





Recuadro 3.3 GIRH en Brasil

Fuente: PNUMA-DHI (2021).

El caso más exitoso en cuanto a grado de implementación de la GIRH en América Latina y el Caribe es Brasil, donde se instituyó la Política Nacional de Recursos Hídricos mediante la Ley Federal 9433 de 1997. Más tarde, en 2006, se puso en marcha un Plan Nacional de Recursos Hídricos con el objeto de seguir y revisar los objetivos y la implementación de la política, con vigencia hasta 2020. En 2021 entró en vigor un nuevo plan 2022-2040, que cubre la primera dimensión del indicador (entorno propicio).

En cuanto a la segunda dimensión, referida a las instituciones y la participación, el sector del agua tiene un regulador consolidado —la Agencia Nacional del Agua (ANA)— con excelente personal técnico para la gestión de los recursos hídricos, además de Ministerios y organismos sectoriales también consolidados. Cabe mencionar que la ANA trabaja en conjunto con ministerios, otras agencias reguladoras, agencias ambientales y de otros sectores para implementar la GIRH. Además, los comités interministeriales se crean oportunamente, según sea necesario, para discutir los problemas del agua. Finalmente, los comités de cuenca funcionan como mecanismos de colaboración donde se da la participación ciudadana.

La tercera dimensión se refiere a los instrumentos de gestión. Para esta dimensión, Brasil cuenta con una red nacional que tiene una buena cobertura espacial para monitorear el flujo de las masas de agua superficiales. La red incluye estaciones telemétricas, cuyos datos son sistematizados y puestos a disposición del público en general. A lo anterior se suma la implementación de un programa nacional específico (sala de situación) en todas las unidades de la federación. Las salas de situación están integradas con agencias que ya trabajan en la prevención y ocurrencia de situaciones de desastre.

Por último, en la cuarta dimensión, referida al financiamiento, la ANA tiene una importante disponibilidad de recursos financieros provenientes en parte de la compensación financiera del sector hidroeléctrico, que detenta una participación mayoritaria en la matriz energética del país. Algunas cuencas tienen sus propios recursos financieros (ingresos), ya que cobran a los usuarios del agua. Según la Política Nacional de Recursos Hídricos, este tipo de ingresos deben aplicarse para mejorar la GIRH en la cuenca donde se realiza el cobro. También se debe mencionar que, en los acuerdos transfronterizos de Brasil, este país es uno de los principales financiadores y de ahí llegan predominantemente los recursos en los acuerdos de la cuenca del Amazonas y de la Plata.

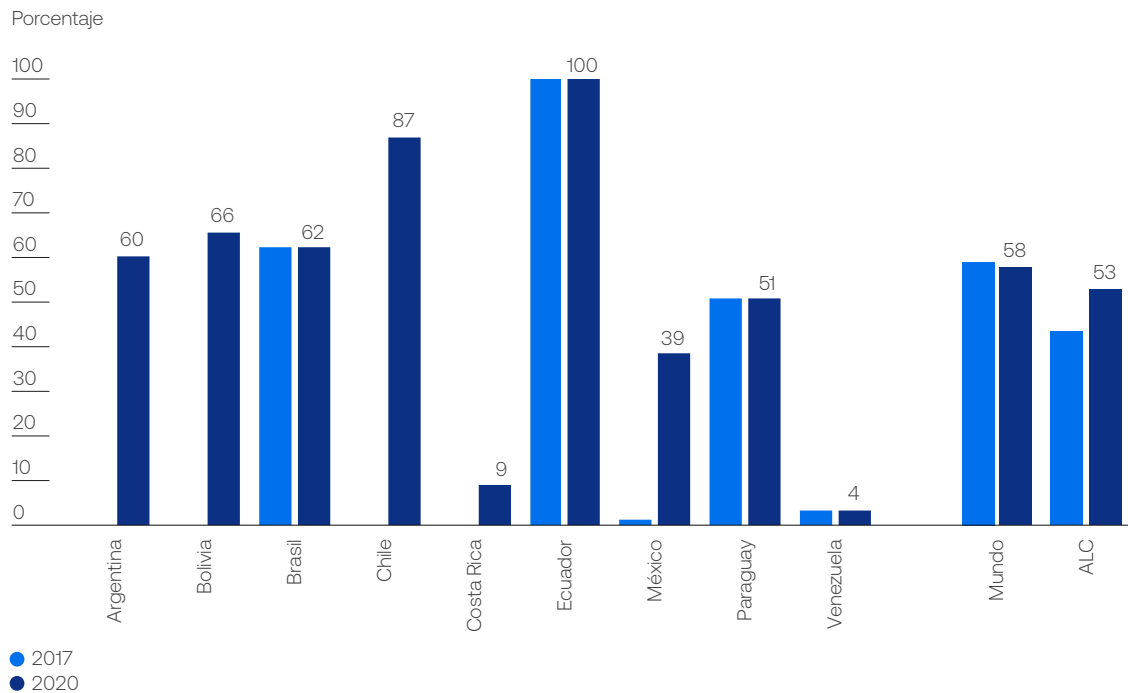
En América Central, del Sur y el Caribe hay 97 cuencas hidrográficas transfronterizas (69 basadas en ríos, 6 en lagos y reservorios y 22 en acuíferos; ILEC et al., 2016a y 2016b). Tres grandes cuencas (las del Amazonas, el Plata y el

Orinoco) representan el 92 % de las superficiales (Unesco y CODIA, 2022). El gráfico 3:15 muestra la proporción de cuencas hídricas sujetas a acuerdos de cooperación.

Gráfico 3.15

Porcentaje de cuencas hídricas transfronterizas sujetas a arreglos operacionales para la cooperación en materia de aguas

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ONU (s.f.) para el indicador 6.5.2 de los ODS.



Nota: El valor de ALC corresponde al promedio simple de los países que reportaron información en los años correspondientes.

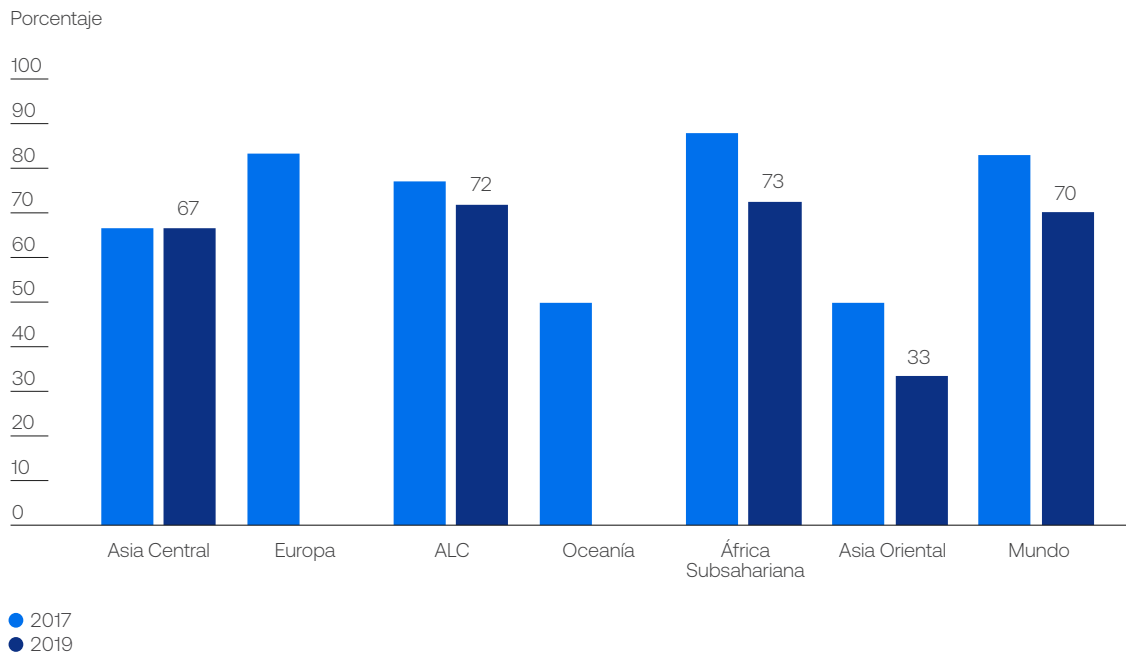
Por último, en el marco de la GIRH, las comunidades locales tienen un rol fundamental en la conservación y gestión del recurso hídrico, principalmente en aquellas acciones que deben ser realizadas a pequeña escala. Más allá de la promoción de la gestión a nivel nacional y multinacional, el seguimiento y la gestión a nivel local tienen un alto potencial (Bunclark et al., 2011).

ALC cuenta con una amplia experiencia en la gestión comunitaria del recurso (que está liderada por actores locales y brinda servicios en una pequeña escala). Las organizaciones comunitarias desempeñan un rol importante en el manejo del recurso hídrico de la región; estas proveen el servicio de agua y son lideradas por actores locales que han creado sus propias reglas y derechos bajo principios de autogestión, trabajo colectivo y democracia local. En términos más generales, la gestión comunitaria facilita la incorporación de una visión de “bien común” que considera los costos privados y sociales y promueve la transparencia en la gestión del recurso (Acosta Maldonado et al., 2019).

La meta del ODS 6.b reconoce este potencial y persigue “apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento”. Los progresos en esta meta se monitorean a través del seguimiento de políticas y procedimientos establecidos y que están operativos para la participación de las comunidades locales en la gestión del agua y el saneamiento (gráfico 3.16). En este aspecto, ALC muestra una elevada proporción de países que promueven la participación de las comunidades locales, con una magnitud similar a la de Europa.

Gráfico 3.16
Porcentaje de países con procedimientos vigentes para la participación comunitaria local en la gestión del agua y saneamiento por regiones del mundo

Fuente: Elaboración propia con base en la ONU (s.f.) para el indicador 6.b.1 de los ODS.



En la región aún queda mucho por hacer antes de alcanzar la GIRH, tan necesaria para el correcto uso del recurso. A partir de las encuestas realizadas por ONU-Agua (2021), surgen de forma consistente desafíos relacionados con la coordinación y alineación de las políticas, las debilidades en las instituciones

responsables de hacer cumplir los marcos legislativos, el retraso de los marcos regulatorios, la falta de financiación y de capacidades para ejecutar proyectos, y la ausencia de control e información. Todo esto apunta a necesidades de mejora en marcos de política y regulatorios, arreglos de gestión y financiación.

Agua y cambio climático

El cambio climático repercute de manera considerable en los sistemas de agua dulce y en su gestión, afectando su disponibilidad, calidad y cantidad, y poniendo en riesgo el bienestar humano y las economías mundiales. Por un lado, el cambio climático contribuye al aumento de la demanda del recurso por las mayores temperaturas y menor humedad y, de forma simultánea, por el crecimiento poblacional de la región. Por otra parte, la mayor variabilidad en las precipitaciones (por ejemplo,

las sequías), junto con eventos extremos de distintos tipos, puede reducir la oferta (tanto por la menor disponibilidad del recurso como por la destrucción de la infraestructura del sector). La variabilidad en las precipitaciones se vuelve especialmente crítica para países altamente dependientes de la generación hidroeléctrica. Al respecto, la región de ALC tiene el 20 % de la capacidad hidroeléctrica instalada a nivel mundial y en algunos países, como Colombia, Ecuador, Paraguay o Uruguay, es la fuente más importante

de generación eléctrica. Así, las consecuencias del cambio climático sobre el recurso se extienden más allá del sector de agua. Además de afectar al sector de la energía, existen efectos negativos para la salud humana, vía un aumento en la incidencia de enfermedades transmitidas por vectores, los alimentos o el agua, muertes por eventos extremos o por desnutrición debido a la escasez de alimentos. También impacta desfavorablemente en la agricultura, que deberá prepararse, según la ubicación geográfica, para escenarios con una creciente escasez o exceso del recurso, y los asentamientos humanos, en donde se deberá mejorar la planificación del espacio para hacer frente a una mayor variabilidad en las precipitaciones y crear la infraestructura asociada.

A su vez, el cambio climático afecta de manera distinta a las zonas húmedas, zonas secas o áreas hidrológicas. Los cambios en la variabilidad climática y los eventos extremos ya han afectado a la región, especialmente en la zona del Caribe (ONU-Agua, 2020). Por su parte, Peña (2016) ya indicaba que las modelaciones computacionales mostraban un aumento de las temperaturas del aire y una reducción de las precipitaciones en las zonas áridas y semiáridas de ALC. Además, apuntaba a que el cambio climático afectaría con mayor intensidad las condiciones hidrológicas extremas (en especial, las relacionadas con los fenómenos de La Niña y El Niño), que tienen un mayor efecto en la hidrología de las zonas áridas y semiáridas de la región.

Schewe et al. (2013) estudia las tendencias de disponibilidad del agua por el cambio climático y proyecta un aumento en la evaporación en la superficie terrestre como consecuencia del aumento de la temperatura del aire, con una consecuente disminución en la disponibilidad del recurso. En este sentido, ONU-Agua (2020) estima que 685 millones de personas podrían enfrentar una disminución adicional de al menos el 10 % en la disponibilidad de agua para 2050. En la región, se proyectan picos de disminución para la zona central de Chile, oeste de Argentina y norte de Venezuela.

El cambio climático también afecta negativamente la calidad del agua. El aumento

de la temperatura disminuye la cantidad de oxígeno disuelto en el agua y esto puede reducir la capacidad de autodepuración de los depósitos de agua dulce. Por su parte, las inundaciones y sequías (mediante la concentración de contaminantes) pueden aumentar el riesgo de polución del agua y la contaminación patogénica (ONU-Agua, 2020).

Como se mencionó en el capítulo 1, las principales estrategias frente al cambio climático incluyen la mitigación y la adaptación. La importancia relativa de estos dos tipos de acciones varía según los sectores, países y épocas. En general, las medidas de mitigación se aplican más al sector energético, mientras que en el sector de agua se priorizan las acciones de adaptación expuestas en las CDN por los países (gráfico 3.17).

Entre las principales acciones de adaptación para el sector se incluyen la infraestructura a prueba del clima, la digitalización, los sistemas de alerta temprana, las soluciones basadas en la naturaleza (SbN) y los seguros contra eventos extremos.

La infraestructura a prueba de los impactos del cambio climático se refiere a la consideración de los riesgos y oportunidades que los diferentes escenarios climáticos imponen al sector. Una acción en esta línea es el desarrollo de presas. Esta infraestructura contribuye a almacenar agua para los períodos de escasez, pero también permite absorber los excesos hídricos durante inundaciones. Por ejemplo, mientras en México se construye una presa para reducir los impactos de las sequías (Presa Libertad, en Nuevo León), en Argentina se está desarrollando otra para minimizar el impacto de las inundaciones (Presa del Arroyo Pergamino). En esta línea se incluyen las tecnologías que permiten la cosecha del agua, es decir, la captación de las lluvias para su posterior uso. Como ya ha sido mencionado previamente, existen edificios que en sus terrazas cuentan con este tipo de tecnología, que retiene la precipitación pluvial y luego la distribuye por el inmueble.

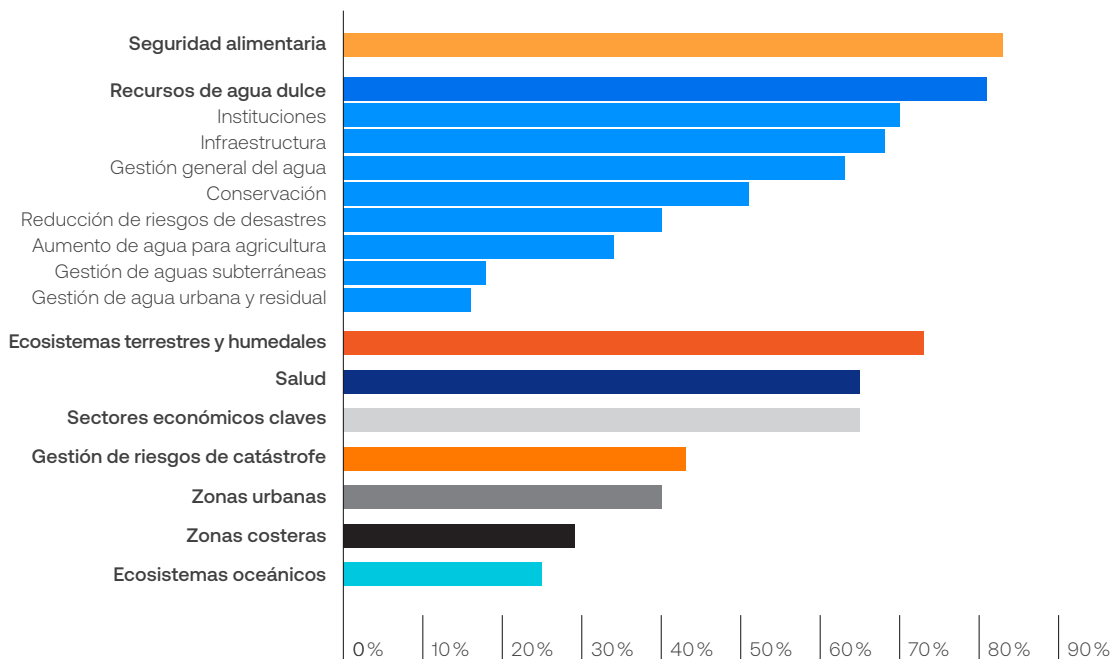
Las acciones de adaptación para el sector incluyen la infraestructura a prueba del clima, la digitalización, los sistemas de alerta temprana, las SbN y los seguros contra eventos extremos.



Gráfico 3.17

Porcentaje del componente de adaptación del CDN que refieren a la prioridad en adaptación en áreas o sectores específicos

Fuente: Elaboración propia con base en la figura 10 de Secretaría de la CMNUCC (2021) y la figura 4 de GWP (2018, figura 4).



Un segundo conjunto de acciones de adaptación tiene que ver con innovaciones digitales, que juegan un rol importante en procesos como los controles sobre la infraestructura (distritos hidrométricos para la medición de pérdidas, sistema de información geográfica para georreferenciar la red de tubería, etc.), la gestión de la cartera de clientes (infraestructura de medición avanzada, control de adquisición de datos, etc.) y los controles de calidad del servicio (monitoreo de la calidad a distancia, etc.) (Cont et al., 2021). Un reciente informe del BID resalta algunas de las experiencias innovadoras de digitalización en el sector que han sido exitosas (Stankovic et al., 2020). Esto incluye el uso de robots (proyecto WatchTower Robotics) y drones (proyecto Anglian Water) para la detección de fugas en las redes de tuberías y la realización de mapas tridimensionales (3D). Estas herramientas permiten reducir sustancialmente las pérdidas del recurso.

El desarrollo de sistemas de predicción y alerta temprana también se considera como medida de adaptación. Estos sistemas permiten a los hogares, empresas y gobiernos tomar medidas oportunas frente a la ocurrencia de eventos extremos para reducir sus consecuencias negativas y lograr una mejora en la anticipación de los plazos (tiempo que transcurre entre la alerta y la materialización del evento). Algunos desarrollos en la región incluyen el Centro de Alerta Temprana en Chile, que controla la evolución de las manifestaciones de amenazas, las condiciones de vulnerabilidad y la ocurrencia de eventos destructivos; el mecanismo gestionado por el Centro Nacional de Gerenciamiento de Riesgos y Desastres en el Estado de Paraná (Brasil) para informar a la población en riesgo (por inundaciones, temporales o deslizamientos), que se implementa a través de comunicaciones a teléfonos celulares; o el Sistema de Alerta Temprana de La Plata (Argentina), para informar sobre situaciones de alto riesgo de inundación.

Por su parte, las SbN utilizan o imitan los procesos naturales y pueden contribuir a la mejora de la gestión del agua, al tiempo que proporcionan servicios ecosistémicos y una amplia gama de cobeneficios secundarios. Un ejemplo de SbN son los humedales sanos, que pueden almacenar carbono y reducir simultáneamente el riesgo de inundación, mejorar la calidad del agua, recargar las aguas subterráneas, apoyar a los peces y la vida silvestre y proporcionar beneficios recreativos y turísticos. En muchos casos, también puede conducir a ahorros de costos en comparación

con las soluciones de infraestructura construidas. La forestación y la reforestación son otro ejemplo de SbN con efectos hidrológicos y atenuantes beneficiosos, pero con necesidades de agua propios de la vegetación (Schwärzel et al., 2018). Un tercer ejemplo consiste en la conservación y equilibrio de los cuerpos de agua subterráneos (ONU-Agua, 2022), que poseen la capacidad de almacenar los excesos de agua (estacionales o episódicos) y sufren menos la evaporación que reservorios superficiales. Para la región, de los más de 150 proyectos revisados por Ozment et al. (2021), en distintas etapas de avance, más de la mitad incluyen agua y saneamiento como sector primario e involucran acciones de reforestación, agroforestación y buenas prácticas agrícolas, entre otras —por ejemplo, los proyectos miPáramo en Bogotá (Colombia); Drenaje Urbano Sostenible en Mérida (México); o SbN para la generación de energía hidroeléctrica en Yauyas (Perú), que a su vez se extiende al sector energético.

Por último, el desarrollo de los mercados de seguros frente a inundaciones y sequías es otra estrategia de adaptación relevante. La mayor parte de los daños causados por desastres naturales se producen en bienes que no se encuentran asegurados. Por ello, la mejora en el acceso a los seguros climáticos permite, por un lado, reforzar la resiliencia frente a desastres, al otorgar pagos oportunos por los daños sufridos, y, por otro, dada la relación directa entre el riesgo y la prima, incentiva la inversión en mejoras de la infraestructura del sector.

Si bien es esencial que la gestión del agua se adapte al cambio climático, también puede desempeñar un papel muy importante en su mitigación. Las medidas de eficiencia energética e hídrica contribuyen al ahorro de energía (los procesos productivos del agua potable consumen energía), lo que puede conducir a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Las intervenciones específicas de gestión del agua, como la agricultura de conservación, la protección de los humedales y otras SbN, tienen potencial para secuestrar el carbono en la biomasa y los suelos. Finalmente, el tratamiento avanzado de las aguas residuales puede ayudar a reducir las emisiones de GEI mientras suministra biogás como fuente de energía renovable (ONU-Agua, 2020).



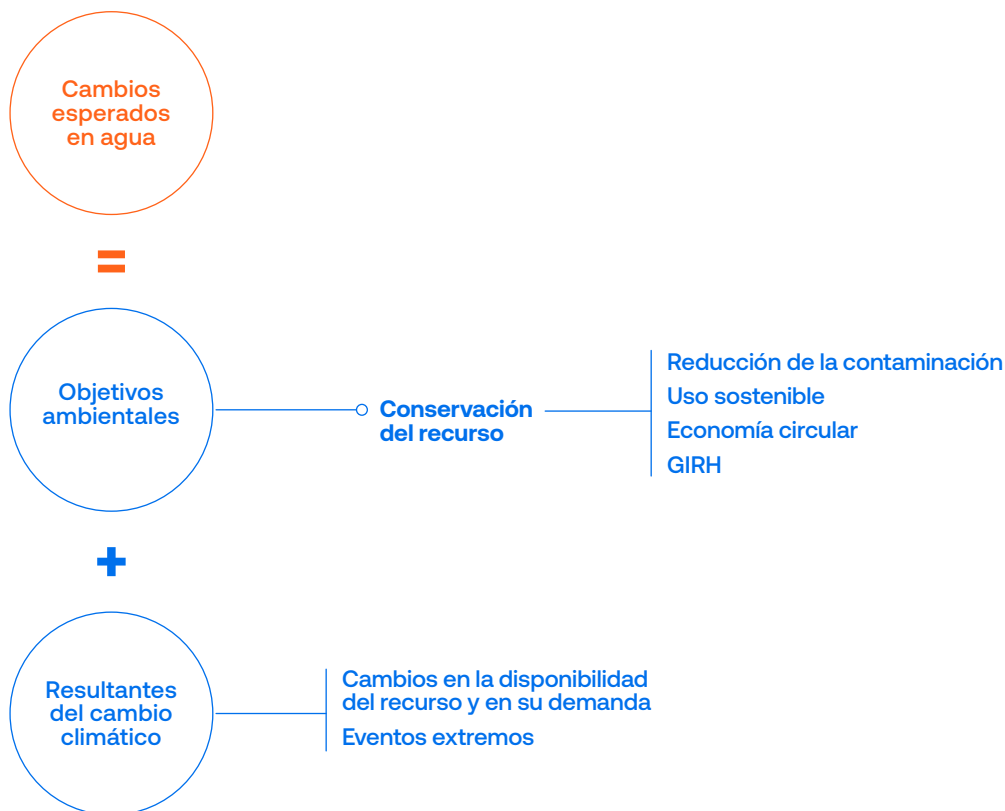
Cambios esperados en respuesta a los desafíos ambientales

En vista de lo expuesto a lo largo del capítulo, es posible identificar los cambios que el sector deberá afrontar en el futuro y sus correspondientes desafíos. Dichos cambios, representados en la figura 3.4 y explicados

a continuación, provienen de los objetivos ambientales relacionados con la conservación del recurso hídrico y de los retos impuestos por el cambio climático.

Figura 3.4
Esquema de los cambios esperados en el sector de agua

Fuente: Elaboración propia.



- **Reducción de la contaminación.** El gran desafío observado en la región es mejorar los niveles de tratamiento de aguas residuales domésticas y reducir la contaminación derivada de actividades productivas.
- **Uso sostenible.** Reconocer la importancia y escasez del recurso es el primer paso para incentivar su uso sostenible. En los distintos sectores que utilizan el agua, es importante el desarrollo de tecnologías que permitan aumentar la eficiencia en su uso (principalmente en el sector agrícola) y disminuir las pérdidas existentes en los procesos de producción y distribución del recurso (uso productivo y para consumo).
- **Economía circular.** Este modelo está teniendo más alcance en la región, pero aún enfrenta desafíos normativos, ya que en muchos países los lodos son considerados residuos peligrosos y deben ser confinados en rellenos sanitarios especiales; por lo tanto, la reutilización de biosólidos supone revisar y complementar la normativa. También se presentan desafíos institucionales, por la inexistencia de laboratorios acreditados y la incapacidad de la entidad a cargo de la vigilancia o el control del riego; de inversión, incluyendo quién la realiza y quién la financia; y ambientales, que exigen la definición de estándares de calidad.
- **GIRH.** Este marco conceptual de gobernanza sugiere la cooperación y coordinación intersectorial e internacional, considerando la gestión por cuencas o ecosistemas más que por unidades administrativas (municipios, sectores, países). Los grandes desafíos en varios países de la región están en desarrollar marcos regulatorios e institucionales que fomenten este trabajo conjunto y lograr el consenso de las distintas partes involucradas.
- **Cambios en la disponibilidad del recurso y en su demanda.** El cambio climático afectará negativamente la disponibilidad, calidad y cantidad del recurso. Por su parte, las altas temperaturas y las posibles sequías significarán cambios en la demanda. En este contexto, el desafío es poder pronosticar los requerimientos y así planificar la asignación óptima del recurso, las necesidades de inversión y la incorporación de fuentes alternativas frente a situaciones extremas de escasez.
- **Eventos extremos.** Su frecuencia se ve incrementada con el cambio climático. Dada la indispensabilidad del recurso, es importante desarrollar un servicio resiliente de agua con una respuesta rápida de la infraestructura.

En los últimos dos desafíos, las SbN pueden contribuir a la mejora de la gestión del agua, proporcionar servicios ecosistémicos y proveer una amplia gama de cobeneficios.

Anexo 3.1

Brechas de los servicios de agua potable y saneamiento

En este anexo se examinan las brechas de servicios existentes en el sector de agua potable y saneamiento y su evolución reciente en países de ALC. El análisis se concentra en torno a tres grandes dimensiones: acceso, costo-asequibilidad y calidad.

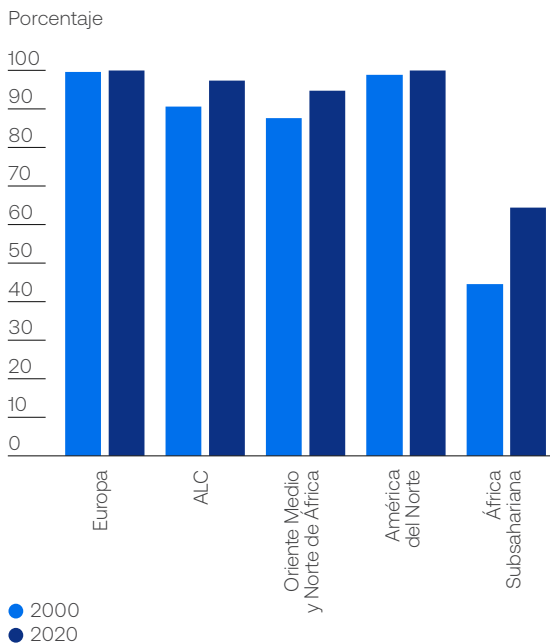
En primer lugar, en términos de acceso la región muestra un buen desempeño. En el año 2020, el 97 % de la población accedía al menos a un

servicio básico de agua potable. Esta proporción indica que la región se encuentra cerca de lograr la cobertura universal del servicio (100 %). Al desagregar entre países de la región, se observan algunas trayectorias destacables, como la de Paraguay, que pasó del 75 % al 99 % de acceso en el período analizado. Por su parte, Venezuela es el único país de la región que presenta un retroceso en el acceso al servicio (-3,5 puntos porcentuales).

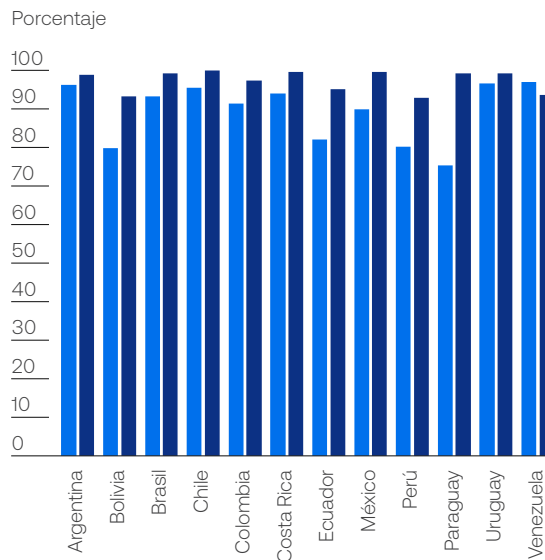
Gráfico 3.18
Porcentaje de población con acceso a agua potable

Fuente: Elaboración propia con base en Banco Mundial (s.f.a).

Panel A. Acceso en diferentes regiones del mundo



Panel B. Acceso en países de ALC



Nota: En el panel A, el primer dato de América del Norte se refiere al año 2005, mientras que en el panel B el último dato para Argentina se refiere al año 2016.

Al desagregar por zonas es evidente que los países de la región han logrado o se encuentran muy cerca del acceso universal en zonas urbanas (panel A del gráfico 3.19). Sin embargo, al igual que en electricidad, los mayores déficits se presentan en las zonas rurales (panel B del gráfico), especialmente en países como Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, aunque durante los últimos 20 años se ha producido un incremento de cobertura de agua potable rural en la región (siendo Paraguay el ejemplo de mayor progreso).

En segundo lugar, ALC aún está lejos de lograr servir al 100 % de su población con agua manejada de forma segura (proveniente de una fuente mejorada, disponible cuando se requiere y libre de contaminación fecal y química). En efecto, en 2020, el 75 % de la población de la región

accedía a un servicio de calidad. Este porcentaje contrasta con el de regiones desarrolladas, como Europa (98 %) y América del Norte (97 %). Al desagregar por países, se observa que México y Perú son aquellos que mayor déficit presentan en lograr un servicio de calidad (gráfico 3.20).

Además, el acceso a agua de calidad es sustancialmente menor en zonas rurales que en zonas urbanas. En 2020, solamente las zonas rurales de Costa Rica alcanzaban el piso del que partía la mayor parte de las zonas urbanas veinte años antes (80 % de su población con acceso a un recurso de calidad). Así, es evidente que las zonas rurales de la región enfrentan el doble rezago: menor acceso y, aún más, peor calidad del recurso (gráfico 3.21).

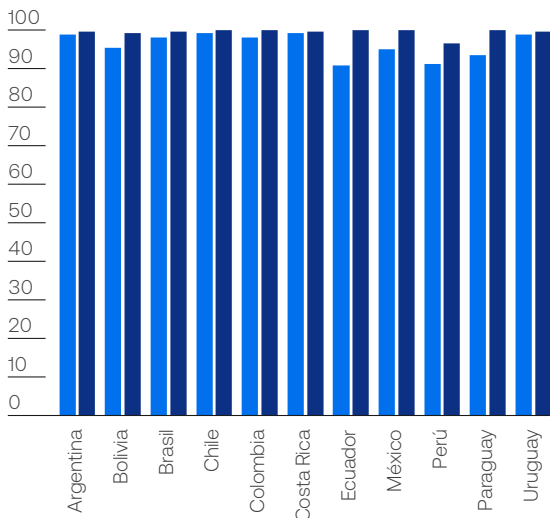
Gráfico 3.19

Porcentaje de población con acceso a agua potable en zonas urbanas y rurales en países de ALC

Fuente: Elaboración propia con base en Banco Mundial (s.f.a).

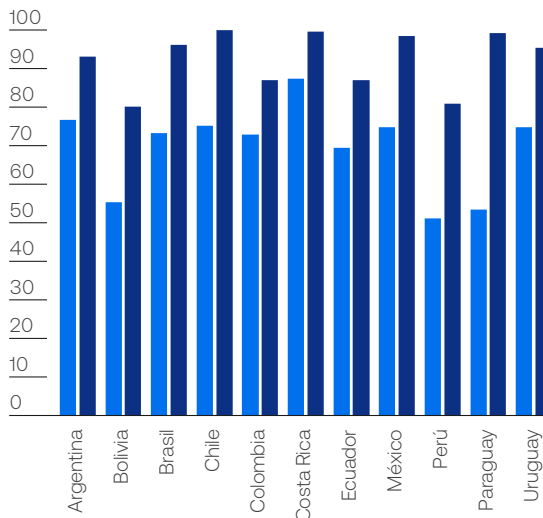
Panel A. Urbana

Porcentaje población



Panel B. Rural

Porcentaje población



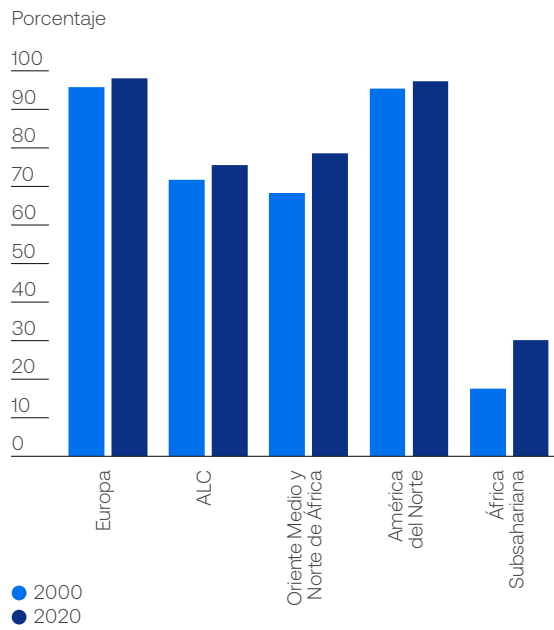
● 2000
● 2020

Nota: El último dato de Argentina en el panel B se refiere al año 2016.

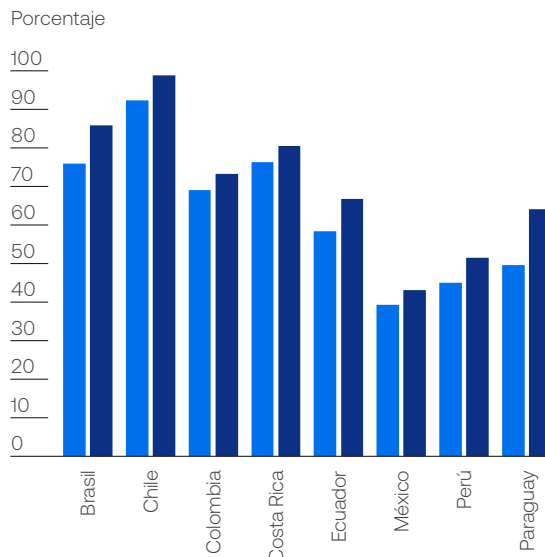
Gráfico 3.20
Porcentaje de población que accede a agua manejada de forma segura

Fuente: Elaboración propia con base en Banco Mundial (s.f.a).

Panel A. Acceso en diferentes regiones del mundo



Panel B. Acceso en países de ALC

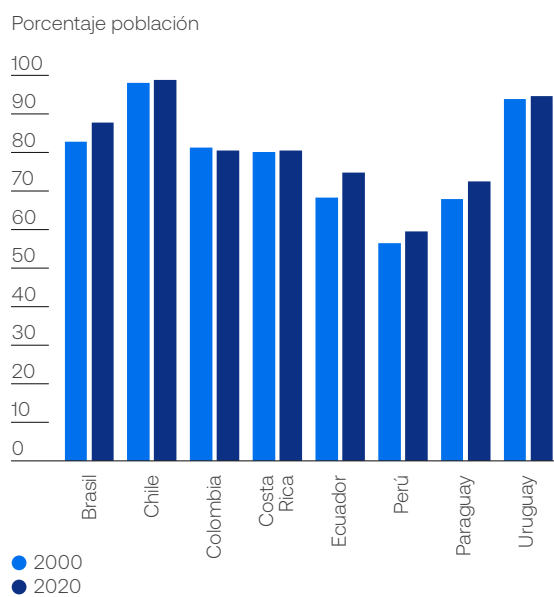


Nota: El primer valor de América del Norte se refiere al año 2005.

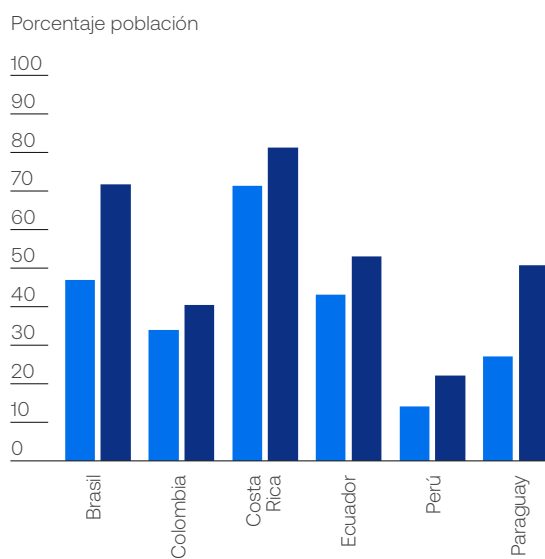
Gráfico 3.21
Porcentaje de población que accede a agua manejada de forma segura en zonas urbanas y rurales

Fuente: Elaboración propia con base en Banco Mundial (s.f.a).

Panel A. Urbana



Panel B. Rural



La región aún está lejos de alcanzar el acceso universal en saneamiento.



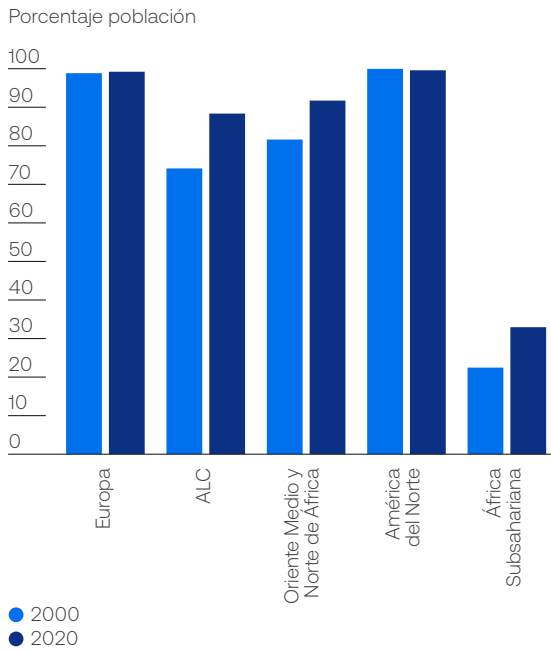
En cambio, la región aún está lejos de alcanzar el acceso universal en saneamiento (gráfico 3.22). En el año 2020 aún faltaba que un 12 % de la población tuviera acceso. Los países con

cobertura casi universal son Argentina, Chile, Costa Rica, Uruguay y Venezuela. Bolivia es el país con mayor rezago en esta dimensión.

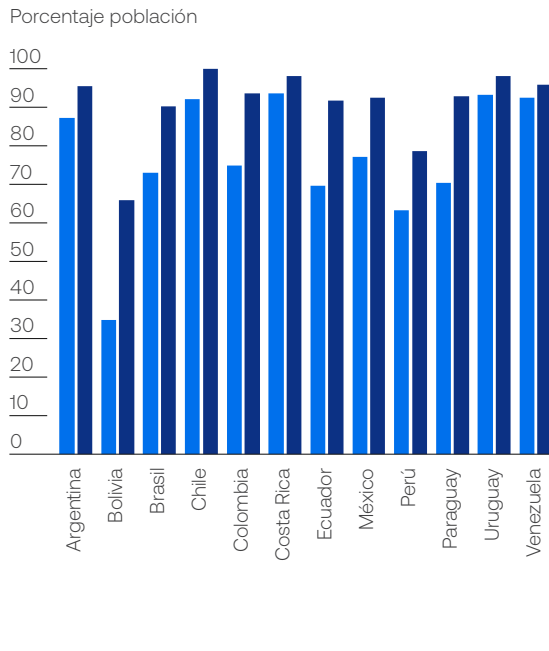
Gráfico 3.22
Porcentaje de población con acceso a saneamiento

Fuente: Elaboración propia con base en Banco Mundial (s.f.a).

Panel A. Comparación entre ALC y otras regiones



Panel B. Comparación entre países de ALC



Nota: El último valor de Argentina en el panel B corresponde al año 2016, mientras que el primer valor de Venezuela es del año 2005.

Al desagregar entre zonas urbanas y rurales, nuevamente es claro que las zonas rurales presentan mayores necesidades. Mientras que numerosos países se encuentran próximos a alcanzar el acceso universal en zonas urbanas (Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, Ecuador, México, Paraguay y Uruguay), sólo unos pocos se encuentran en la misma situación en sus zonas rurales (Chile, Costa Rica y Uruguay). El país peor posicionado en 2020, Bolivia, presentaba niveles de acceso menores a los de cualquier zona urbana 20 años antes (gráfico 3.23).

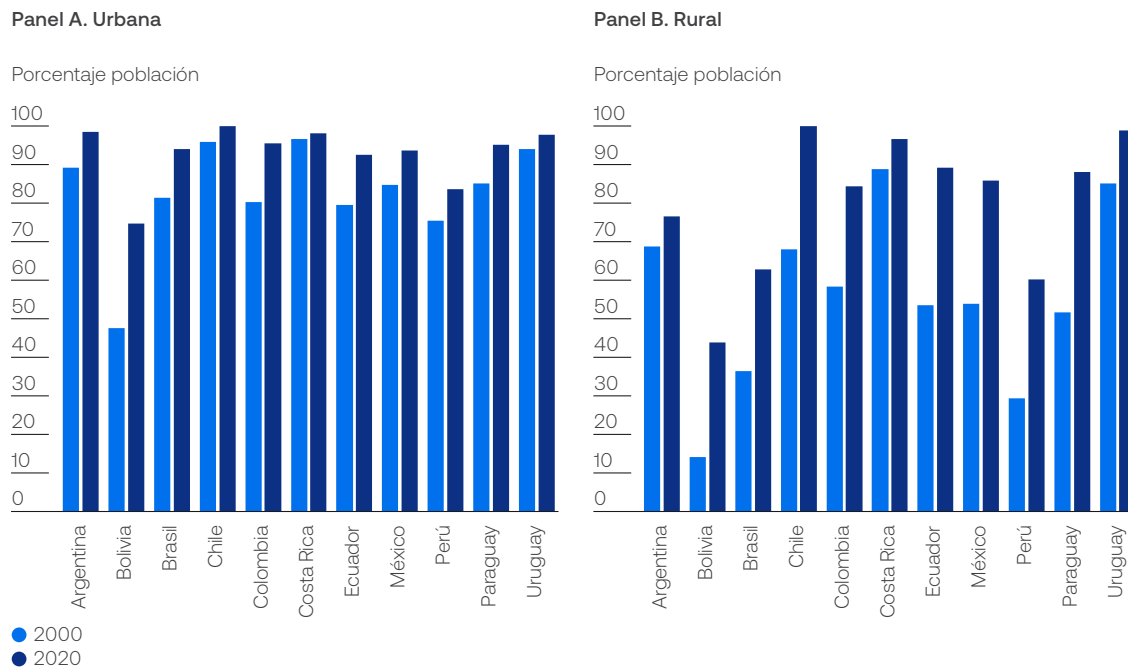
En cuanto a acceso a saneamiento de calidad (aproximado por instalaciones sanitarias exclusivas con disposición segura de excretas), las brechas son aún mayores. En efecto, en 2020, apenas una de cada tres personas en la región tenía acceso

a instalaciones sanitarias de calidad en su hogar (34 %). Al desagregar por países, ninguno está cerca de una cobertura universal de calidad. Chile, el país mejor posicionado, apenas alcanza el 80 % de su población. En el otro extremo, Colombia presenta un 18 % de su población con acceso a un saneamiento de calidad.

Al desagregar por zonas urbanas y rurales, surge una evidente limitación: apenas tres países reportan la información desagregada para zonas rurales (gráfico 3.25). En este grupo, destaca nuevamente el caso de Paraguay: en el período analizado logró incrementar el acceso a saneamiento con disposición segura en sus zonas rurales en 34 puntos porcentuales, lo que representa una duplicación desde la cobertura existente en el año 2000.

Gráfico 3.23
Porcentaje de población con acceso a saneamiento en zonas urbanas y rurales en países de ALC

Fuente: Elaboración propia con base en Banco Mundial (s.f.a).

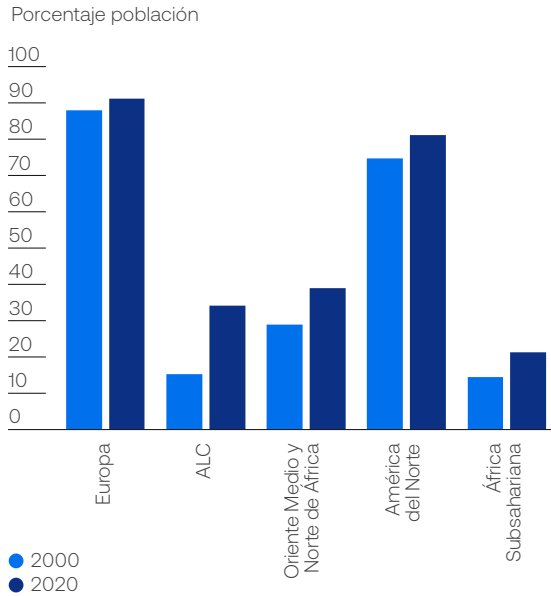


Nota: En el panel B, el último valor de Argentina corresponde al año 2016.

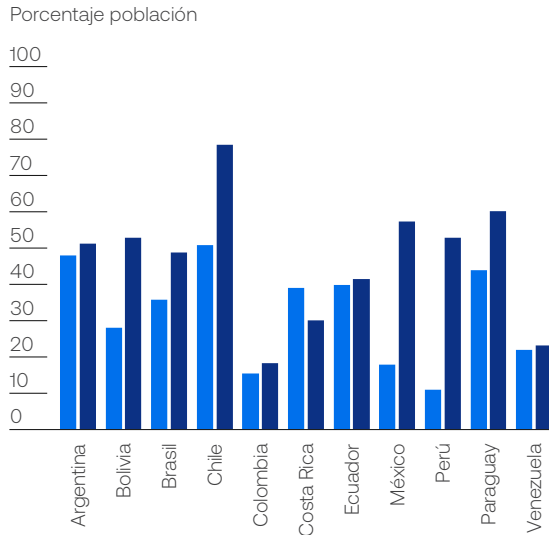
Gráfico 3.24
Porcentaje de población que accede a instalaciones sanitarias no compartidas y con disposición segura de excretas

Fuente: Elaboración propia con base en Banco Mundial (s.f.a).

Panel A. Comparación entre ALC y otras regiones



Panel B. Comparación entre países de ALC

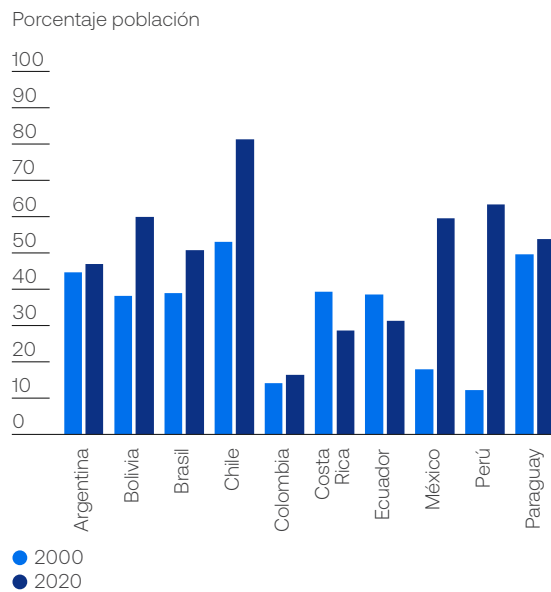


Nota: El primer valor para Oriente Medio y Norte de África se refiere a 2009, mientras que el primer valor de Venezuela se refiere a 2005. El último valor de Argentina se refiere al año 2016.

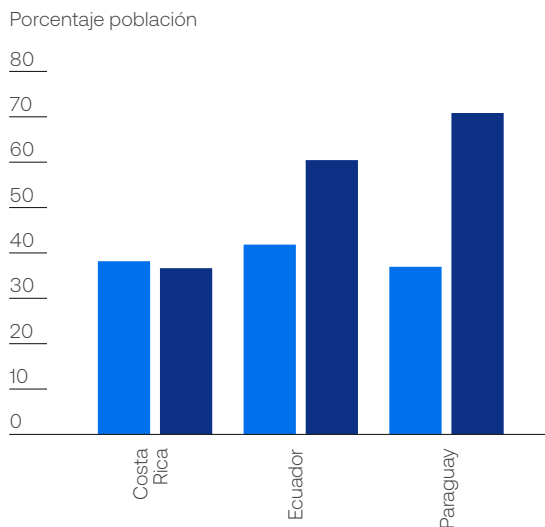
Gráfico 3.25
Porcentaje de población que accede a instalaciones sanitarias no compartidas y con disposición segura de excreta por zonas

Fuente: Elaboración propia con base en Banco Mundial (s.f.a).

Panel A. Urbana



Panel B. Rural



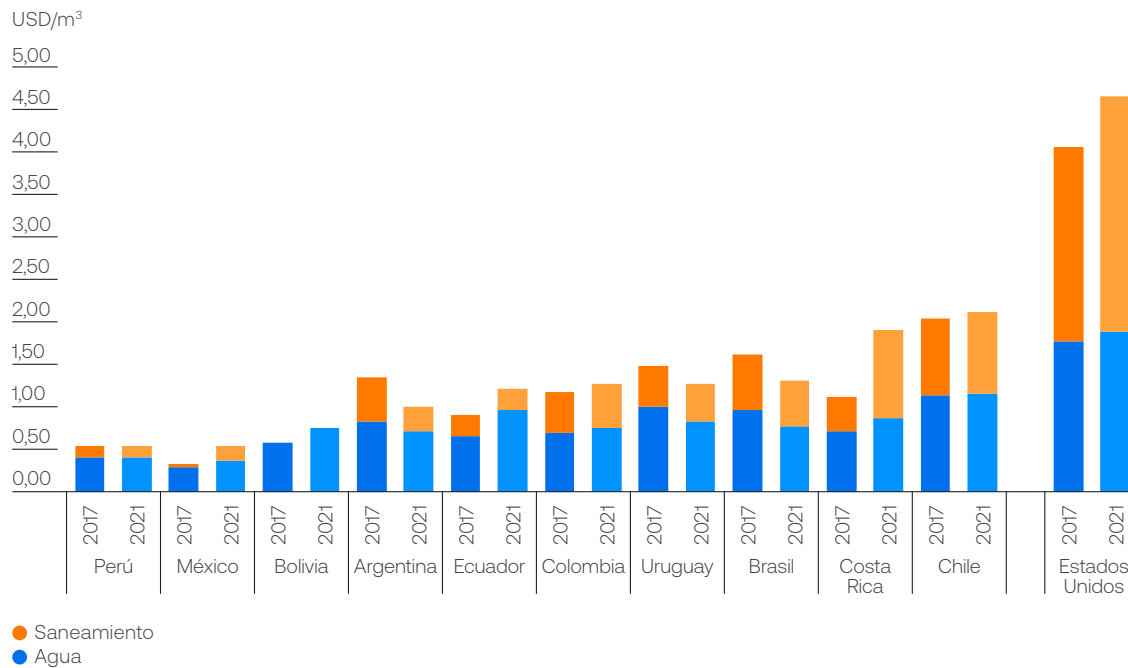
Por otra parte, existe heterogeneidad en la tarifa media del servicio que pagan los usuarios (gráfico 3.26). Mientras que en México y Perú la tarifa promedio del servicio compuesto fue de USD 0,53/m³ en el año 2021, en Chile ascendió a USD 2,11/m³. El gráfico 3.26 también ilustra un incremento promedio entre 2017 y 2021 (a excepción de Argentina, Brasil y Uruguay). En todos los casos, sin embargo, las tarifas de la región son sustancialmente menores a las de un país desarrollado como Estados Unidos.

Estos valores también permiten identificar problemas en la asequibilidad del servicio en

la región: mientras que un estadounidense debió destinar, en promedio, en 2021, el 1,4 % de sus ingresos para pagar el servicio de agua y saneamiento durante todo el año (para un consumo de 15 m³ mensuales), un latinoamericano gastó un 2,8 % de sus ingresos por el mismo concepto (más del 4 % en Bolivia y Ecuador; menos del 1,5 % en Uruguay y México). Aunque con diferencias menores a las del servicio eléctrico, nuevamente aquí se observa una diferencia relativa en la asequibilidad del servicio para los hogares latinoamericanos con relación a sus pares de un país desarrollado (Estados Unidos).

Gráfico 3.26
Tarifa de agua y saneamiento en países de la región y Estados Unidos para un consumo de 15 m³ en 2017 y 2021

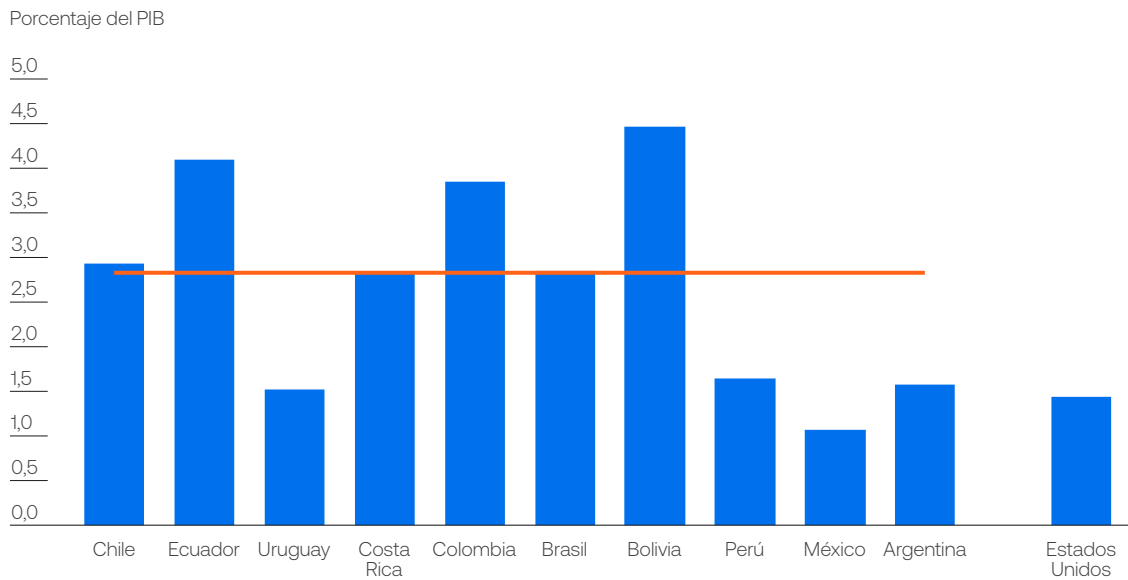
Fuente: Elaboración propia con base en IB-NET (s.f.).



Nota: Las tarifas para cada país indican (en USD/m³) el promedio ponderado por población servida de cada prestador.

Gráfico 3.27**Asequibilidad del servicio de agua y saneamiento en países de la región y Estados Unidos para un consumo de 15 m³ medida como porcentaje del PIB en 2021**

Fuente: Elaboración propia con base en IB-NET (s.f.) y datos del Banco Mundial (s.f.a).



4

Sistemas de salud resilientes

El contexto de la pandemia del COVID-19

El capítulo introductorio propuso analizar la preparación de los sistemas de salud para responder en el corto plazo a choques de gran magnitud (como pandemias o catástrofes climáticas), minimizando los damnificados y los tiempos de respuesta. Este análisis complementa el realizado por el RED 2020 sobre los cambios de largo plazo que se esperan por el envejecimiento de la población (Álvarez et al., 2020).

La principal motivación para abordar este diagnóstico es la pandemia causada por el síndrome respiratorio agudo severo (SARS CoV-2), responsable de la COVID-19, que produjo una disrupción en el sector de la salud y en las economías y sociedades en general. En diciembre de 2019, se detectó un conglomerado de casos de neumonía vírica en la ciudad de Wuhan, en China. La Organización Mundial

de la Salud (OMS) declaró que se debía a un nuevo coronavirus y que, dada su naturaleza y comportamiento epidémico, constituía una emergencia de salud pública de importancia internacional (ESPII) y, por lo tanto, se alertó a todos los países del mundo para que se preparasen y detectaran tempranamente los casos (OMS, 2021b). A pesar de que hace más de una década la OMS y otras instituciones científicas formularon mecanismos de alerta y respuesta ante emergencias sanitarias sobre la base de la experiencia de la pandemia de influenza de 2009 (ver la recuadro 4.1 y la revisión histórica de Guibovich, Zamora y Castillo, 2022), la historia moderna nunca había registrado el despliegue de una pandemia de tal magnitud en tan poco tiempo, afectando todas las esferas de la sociedad. El informe de la Junta de Vigilancia Mundial de la Preparación (GPMB, por sus siglas en inglés) ya informaba de que el mundo



estaba en grave peligro de una pandemia por la “convergencia sin precedentes de tendencias de carácter ecológico, político, económico y social, entre las que cabe mencionar el crecimiento demográfico, la progresiva urbanización, la integración mundial de la economía, la aceleración y generalización de los desplazamientos, los conflictos, las migraciones y el cambio climático” (GPMB, 2019).

Desde su inicio, la pandemia estuvo marcada por los altos niveles de incertidumbre y la ausencia de evidencias que permitieran conocer de manera precisa la forma de transmisión del virus, sus mecanismos de acción en el organismo, así como las medidas eficaces para lograr controlar su diseminación y contagio. Al principio, sin armas farmacológicas específicas y eficaces, el mundo desplegó una serie de medidas no farmacológicas que tenían dos objetivos principales: reducir el número y velocidad de los contagios y disminuir la letalidad.

Durante los primeros meses de 2020, todos los gobiernos tomaron medidas de salud pública bastante tradicionales y reconocidas, de eficacia comprobada, pero algunas de ellas de relativa efectividad: cuarentenas, distanciamiento social, reducción de aforos, ventilación, seguimiento y aislamiento de contactos, lavado de manos y cierre de fronteras, entre otras. El personal de salud era responsable primario del diagnóstico oportuno y confiable y de la promoción de las medidas no farmacológicas antes citadas; sin embargo, los tomadores de decisiones y la sociedad también desempeñaron, en mayor o menor medida, un rol relevante. Todas estas medidas tenían, y aun tienen, un objetivo trascendental: reducir la letalidad por COVID-19.

Posteriormente, con la aparición de la vacuna a inicios de 2021, los países llevaron adelante estrategias de aprovisionamiento de vacunas y de inmunización de la población, inicialmente la de mayor riesgo y luego prácticamente a la población en general, como un complemento, esta vez más específico, a las medidas previamente implementadas.

A partir del incremento de la cobertura de vacunación, particularmente de los esquemas completos, la pandemia fue evolucionando de manera ondulante, con períodos de rebrotes de contagios e incluso de letalidad, con reducciones a veces aceleradas. Fue evidente que, con el transcurso del tiempo y la presencia de las diversas variantes del virus, las consecuencias de la enfermedad fueron menos drásticas en relación con la pérdida de vidas, ya fuera por la inmunidad lograda mediante la extensa transmisión natural de la enfermedad o por la inmunidad adquirida por la vacunación.

La pandemia del COVID-19 ha tenido un fuerte impacto y ALC no ha sido la excepción. Hacia el 31 de diciembre de 2021, entre los 10 países con mayor número de muertes por coronavirus había tres latinoamericanos: Brasil, México y Perú.⁶⁰ Sin embargo, más allá de su impacto negativo, la crisis sanitaria ha permitido conocer los cambios necesarios para poder desarrollar un sistema de salud mejor preparado para eventos de esta magnitud, que lo pongan en situación de estrés, ya sean epidemiológicos o climáticos. En otras palabras, esta pandemia ha dejado lecciones que deben ser consideradas a la hora de diseñar y desarrollar un sistema de salud resiliente.

⁶⁰ En el marco del objetivo de “no dejar a nadie atrás” de la Agenda 2030, la pandemia ha expuesto los déficits del sector en la dimensión social. Por ejemplo, en México, los municipios con mayor marginación o población indígena tuvieron formas más severas o más muertes por la enfermedad hacia mediados de 2020 que el resto (Ortiz-Hernández y Pérez-Sastré, 2020), mientras que en Perú, la mortalidad en los distritos más pobres de Lima y Callao duplicó la mortalidad en los menos pobres (Mújica y Pachas, 2021).

En las secciones a continuación se analiza la condición del sector en términos institucionales y en la provisión del servicio antes y después de la pandemia del COVID-19, especialmente evaluando cuán flexible fue el sistema para responder ante esta emergencia; las necesidades

sanitarias futuras que demandarán los efectos del cambio climático sobre la salud de la población; y qué lecciones pueden obtenerse a partir de la pandemia reciente para diseñar un sistema de salud resiliente.

Recuadro 4.1 **Pandemias del siglo XXI**

Fuente: Guibovich, Zamora y Castillo (2022).

En el siglo XXI se produjeron tres pandemias, causadas por zoonosis (transmisión de forma natural de los animales vertebrados a los humanos), pero sin alcanzar la región de ALC: la pandemia del Síndrome Respiratorio Agudo Severo (SARS), originada en China en 2002 y transmitida a los humanos a través de civetas; la fiebre hemorrágica del ébola, originada en África entre 2014 y 2016, probablemente transmitida por murciélagos; y el síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERS, por sus siglas en inglés,) transmitido por camellos a humanos en 2014. Tanto la fiebre del ébola como el MERS fueron clasificados como ESPII y activaron los planes de respuesta ante emergencias en ALC.

En cambio, la pandemia causada por la cepa de influenza A H1N1 en 2009 se extendió a más de 180 países, entre ellos todos los de ALC (en el año de duración de la pandemia se estima que infectó a entre el 11 % y el 18 % de la población mundial y causó entre 150.000 y 575.000 muertes).

Por su parte, tres enfermedades por arbovirus (virus transmitidos por artrópodos) tienen relevancia actual en ALC: el dengue, el chikungunya y la infección por el virus del Zika, todas ellas transmitidas por mosquitos del género *Aedes*. Al parecer, el dengue fue introducido a América en el siglo XVIII y produjo varias epidemias en todo el continente, hasta que se logró la erradicación del mosquito y el control de la enfermedad en 1965, pero resurgió años después pasando a ser hiperendémico hacia 2017 (más de 2 millones de casos y mil muertes en 2020). El chikungunya inició una pandemia en 2005 en Comoras y la India y llegó a ALC en 2013, propagándose a todos los países de la región (más de 100.000 casos en 2020). La infección por el virus de Zika, originario de Uganda, inició un brote en la Isla de Pascua en 2014 y se difundió en toda América en 2016 (produciendo más de 700.000 casos en dicho año).

En diciembre de 2019 se reportó un conglomerado de casos de neumonía viral grave relacionada con un mercado de productos pesqueros en Wuhan, China. El agente fue un nuevo coronavirus, de transmisión posiblemente zoonótica, al que luego se denominó SARS-CoV-2 y a la enfermedad producida se la catalogó como COVID-19. Desde entonces se registró un aumento de casos y muertes en todo el mundo, en sucesivas olas que aún no han acabado. A julio de 2022 se habían registrado más de 561 millones de casos y 6,4 millones de muertes en el mundo, de los cuales, 73 millones de casos y cerca de 1,7 millón de muertes ocurrieron en ALC.



Sistemas de salud: caracterización y respuesta frente a un evento de características extremas

En esta sección se caracterizan los sistemas de salud en las siguientes dimensiones: gobernanza y gestión; organización y funcionamiento; financiamiento de la salud; y gestión de pandemias. Dentro de esas dimensiones se abordan, entre otros, los aspectos de vigilancia epidemiológica, los laboratorios de salud pública, la salud digital, la infraestructura sanitaria, los recursos humanos y los insumos para la salud, incluidos los equipos médicos o los medicamentos. En cada dimensión se presenta un estado de situación previo al COVID-19, cómo fue afectada y las respuestas frente al nuevo escenario.

Marco institucional, financiamiento y salud pública

Gobernanza y gestión para implementar las políticas de salud

En la región coexisten países con formas de gobierno unitario (aunque con diversos grados de descentralización) y federal, con distintos recursos (políticos, institucionales, financieros, tecnológicos, humanos y socioculturales). En estos países, los procesos de acción colectiva que organizan la interacción entre actores, la dinámica de los procesos y las reglas del juego (informales y formales) que regulan los intereses de los actores involucrados en el sistema de salud y que influyen en la toma de decisiones y su implementación en el sector de la salud (su gobernanza) están mediados por la interdependencia entre los actores del gobierno nacional y los subnacionales y por la capacidad de coordinación intergubernamental. A ello se agrega

la interrelación con los diversos actores sociales en todos estos niveles (Guibovich, Zamora y Castillo, 2022). El grado de descentralización, junto con los niveles de fragmentación de los sistemas de salud, explican una parte importante de la debilidad en la función rectora en los países de ALC (OPS, 2020c).

En este contexto, la respuesta de los países de la región a los múltiples desafíos que ha presentado el COVID-19, de los que se destaca la preservación de la salud, sin que esto signifique destruir la economía o garantizar la efectividad de las medidas y preservar al máximo las libertades y los derechos humanos, puede ordenarse en cuatro niveles: supranacional, nacional, de planificación y de gestión.

En primer lugar, se presentaron dilemas a nivel de los gobiernos. Estos se resumen en la toma de decisiones basadas en consideraciones generales y con limitaciones en cuanto al apoyo esperado de las estructuras técnicas supranacionales, que hubiesen permitido resolver mejor los altos niveles de incertidumbre y las evidencias científicas en proceso de cimentación, en un entorno de alta desconfianza. La necesidad de interacción entre países ha sido una de las grandes lecciones de esta pandemia.

En segundo lugar, a nivel de países, se implementaron dos grandes grupos de medidas, sumando un tercero en 2021, con diferente nivel de desempeño. El primero estuvo constituido por las medidas tradicionales de salud pública y promoción de la salud; estas estaban orientadas a prevenir que el virus continuara su diseminación (uso de mascarillas, lavado frecuente de las manos, separación espacial entre personas, que podía ser voluntaria u obligatoria, y aislamiento obligatorio de personas infectadas).⁶¹ El segundo consistió

⁶¹ Cuando las medidas de aislamiento fueron obligatorias, se implementaron por medio de cuarentenas estrictas o focalizadas (por territorio, por edad, por horarios o por actividad). En el caso de las medidas de cuarentena, los países movilizaron otros actores del Estado fuera del sistema de salud; por ejemplo, las fuerzas policiales y militares para el adecuado control de las medidas; los sectores económicos para orientar y evaluar los impactos en el sector productivo y del empleo; y otros sectores sociales, con la finalidad de garantizar la protección de los más vulnerables, especialmente en lo que se refiere a la implementación de los bonos de emergencia o las transferencias económicas y la distribución de alimentos o, en el caso de los Ministerios de Educación, para reducir al máximo el impacto en la educación de las niñas, niños y adolescentes.

La experiencia del COVID-19 permite obtener algunas lecciones sobre los cambios necesarios para poder desarrollar un sistema de salud mejor preparado para eventos de esta magnitud.



en el fortalecimiento de sus capacidades para tratar a los pacientes que desarrollasen la enfermedad de forma moderada y grave; esto es, camas de hospitalización, incluyendo servicios críticos, adecuadamente abastecidos con los equipos, medicamentos y medidas de protección necesarios y dotados del personal en número suficiente y con las capacidades requeridas para cumplir la función, componentes que se detallan más adelante. A esas medidas se añadieron, posteriormente, las campañas de vacunación. Todas estas medidas se tomaron en condiciones de escasez de recursos financieros y en un contexto de vulnerabilidad económica, política y social (Merke et al., 2021),⁶² enfrentando un dilema entre asignar mayores recursos al nivel primario o reforzar los sistemas de atención hospitalarios y de alta complejidad.

En tercer lugar, de forma sistemática, los países combinaron sus estructuras tradicionales, diseñadas tanto para las operaciones regulares como para situaciones de emergencias y desastres, con instancias especiales o *ad hoc*. Estas instancias tomaron la forma de equipos especiales interministeriales para fortalecer la coordinación multisectorial, de análisis y

consejo, de coordinación de operaciones de respuesta en los varios niveles de gobierno o para la gestión especial de insumos estratégicos (recursos humanos, equipos de protección personal, vacunas, etc.).

Por último, los países desarrollaron planes nacionales y subnacionales sectoriales (salud, educación, protección social, etc.) con la finalidad de reducir el impacto de la pandemia y brindar servicios básicos mediante mecanismos de protección social. Estos planes fueron acompañados de leyes especiales, decretos, resoluciones sectoriales y otros documentos de gestión orientados a dar viabilidad financiera y operacional a los planes (Enríquez y Sáenz, 2021).

Tomará tiempo obtener lecciones definitivas de la pandemia en cuanto a la acción gubernamental para contener el virus, brindar asistencia sanitaria de calidad, incluyendo una cobertura de vacunación amplia, rápida y segura, reducir la letalidad y garantizar un retorno a las actividades económicas (incluyendo la reanudación de los viajes).

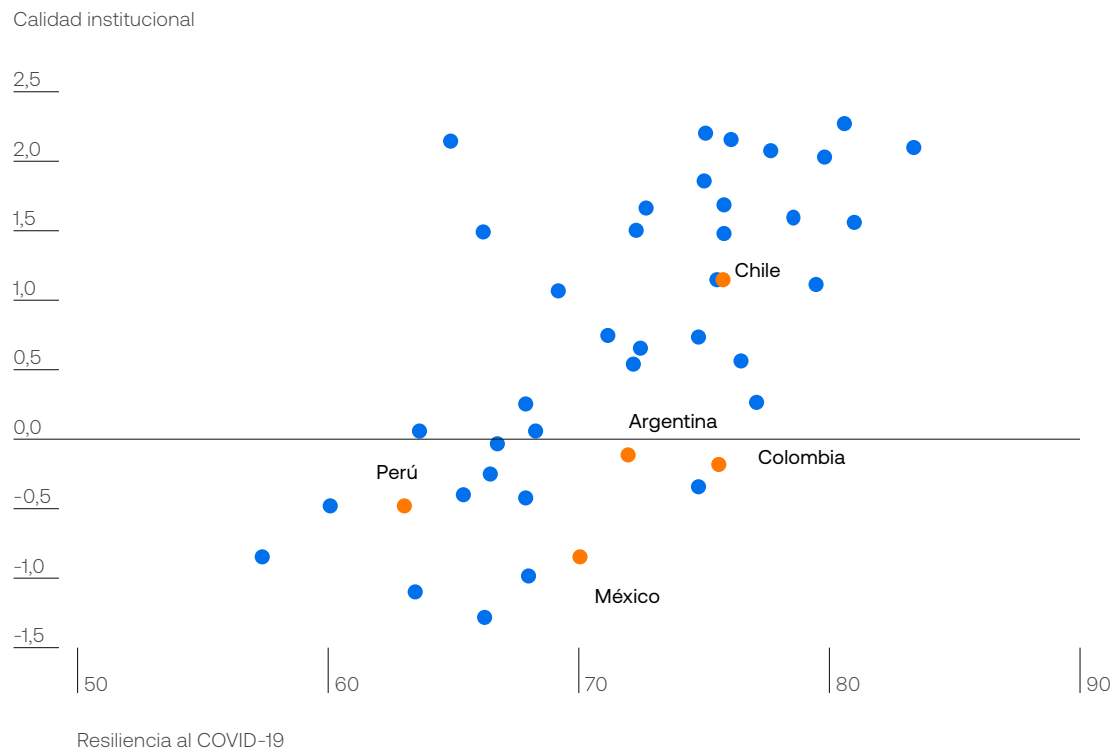
⁶² Por un lado, a inicios de 2020, la región ya venía sufriendo la caída sostenida de los precios de las materias primas desde 2014 (Merke et al., 2021) y enfrentaba fuertes restricciones para realizar transferencias financieras a usuarios vulnerables, al tiempo que se implementaban cuarentenas y se presentaban dificultades para sostener los empleos precarios o sustituirlos por empleo a distancia, dado que la conectividad de calidad cubría solo el 20 % de los trabajos existentes, comparado con el 40 % en las economías más avanzadas (ver Pienknagura et al., 2020). Por otro lado, solo en 2019, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Haití y Venezuela enfrentaban masivas protestas populares, en la mayoría de los casos relacionadas con la relación precio-calidad de los servicios públicos y las desigualdades económicas.

El análisis realizado por el Lowy Institute (2021) sobre la gestión de la pandemia en 102 países, comparando indicadores epidemiológicos y de respuesta (casos confirmados, fallecidos y capacidad de detección) con características de los países (regiones, sistemas políticos, tamaño de la población y desarrollo económico) muestra diferencias en desempeños, sin identificar patrones definitivos. No obstante, la clasificación de marzo de 2021 ubica a Uruguay en el puesto 12, seguido por Trinidad Tobago y Jamaica entre los puestos 20 y 30; mientras que, en el otro extremo, posiciona a

Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, México, Panamá y Perú por debajo del puesto 90. Por su parte, el *ranking* de resiliencia ante la pandemia del COVID de Bloomberg clasifica a 53 países en función de una medida que ubica a Chile y Colombia dentro de los primeros 20 puestos, a Argentina y México entre los puestos 20 y 30, y a Brasil y Perú por debajo del puesto 40 (Bloomberg, 2022). El gráfico 4.1 refleja la existencia de una clara asociación entre la calidad institucional (eje vertical) y la resiliencia frente a la pandemia del COVID-19 (eje horizontal).

Gráfico 4.1
Resiliencia al COVID-19 y calidad institucional

Fuente: Elaboración propia con base en Bloomberg (2022) y Banco Mundial (s.f.a).



Nota: La calidad institucional se refiere al control de la corrupción y el indicador oscila entre 2,5 (fuerte control) y -2,5 (débil control).

Organización: sistemas de salud fragmentados

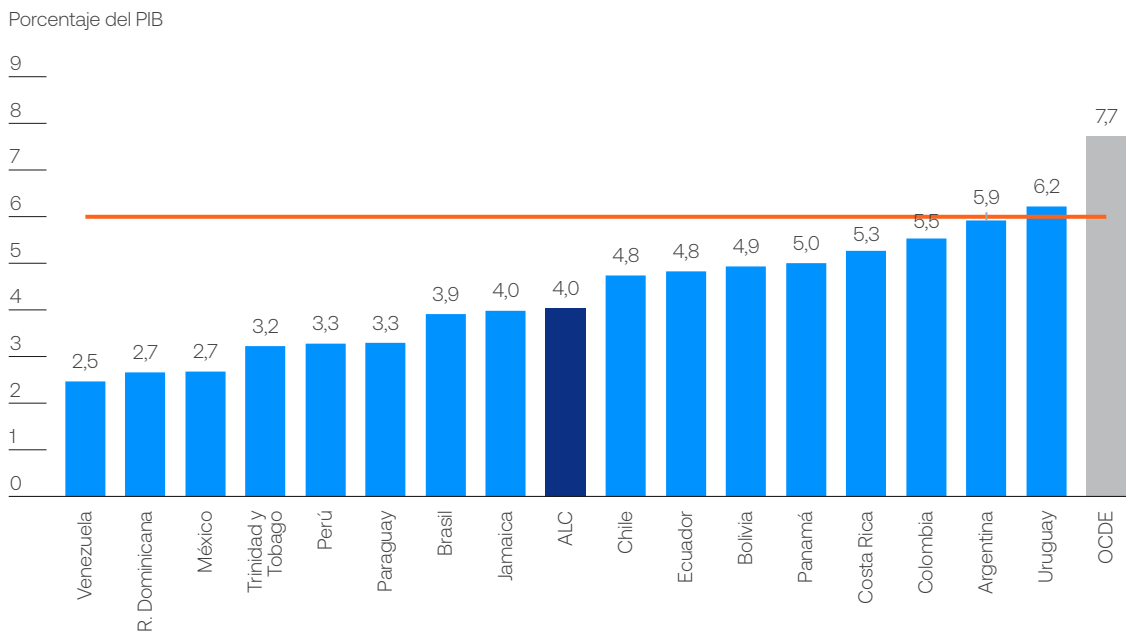
Los sistemas latinoamericanos se crearon y desarrollaron apuntando a estratos específicos de la población. Como sostiene el RED 2020, la mayoría de los países de América Latina han construido sistemas de salud en los que conviven subsistemas que dan cobertura a diferentes segmentos de la población (Álvarez et al., 2020). Se presentan distintos niveles de fragmentación y segmentación⁶³ entre el sistema público (para la atención general, como en Bolivia, Brasil, Ecuador, Jamaica, México, Panamá, Paraguay, Perú y Venezuela, y a personas pobres y vulnerables cuando existen sistemas mixtos), financiado mediante los impuestos, el de la seguridad social, financiado con los aportes de los empleadores, los trabajadores y el Estado (para la atención de trabajadores formales y sus familias, como en Argentina, Colombia y Costa Rica, incluyendo esquemas de medicina prepago, dependiendo del país) y el privado (gastos propios que realiza la población en servicios de salud).

A esto se suman una gran cantidad de otros servicios públicos para las fuerzas armadas, las fuerzas policiales y otros grupos corporativos. Esta situación es el resultado de un proceso histórico y la convergencia de múltiples factores, incluyendo ideológicos, políticos, de transiciones económicas, de salud e, incluso, tecnológicos (Atun et al., 2015; Cotlear et al., 2015; Marquez y Joly, 1986), que produjeron una segregación y estratificación poblacional en el ejercicio del derecho a la salud (Giovannella et al., 2012).

Aunque se reconoce que durante las últimas décadas algunos países han avanzado en la integración de sus subsistemas, la fragmentación y la segmentación aún persisten (Guibovich, Zamora y Castillo, 2022), lo que condiciona las diferencias en cobertura, calidad y cantidad de servicios de salud que reciben diferentes estratos de la población. A estas dos dimensiones se suma el bajo porcentaje de fondos públicos destinados a la salud. Solo un país de la región, Uruguay, supera el umbral de precariedad del 6 % del PIB sugerido por la OMS (2010).

Gráfico 4.2 Gasto público en salud como porcentaje del PIB en 2019

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Banco Mundial (s.f.a).



⁶³ La segmentación es la coexistencia de subsistemas con distintas modalidades de financiamiento, afiliación y provisión de servicios de salud, cada uno de ellos "especializado" en diferentes segmentos de la población de acuerdo con su inserción laboral, nivel de ingreso, capacidad de pago y posición social. Por su parte, la fragmentación del sistema es la coexistencia de varias unidades o establecimientos no integrados dentro de la red sanitaria asistencial. La fragmentación lleva a incrementos en los costos de transacción y a una asignación ineficiente de los recursos en el sistema global de salud.

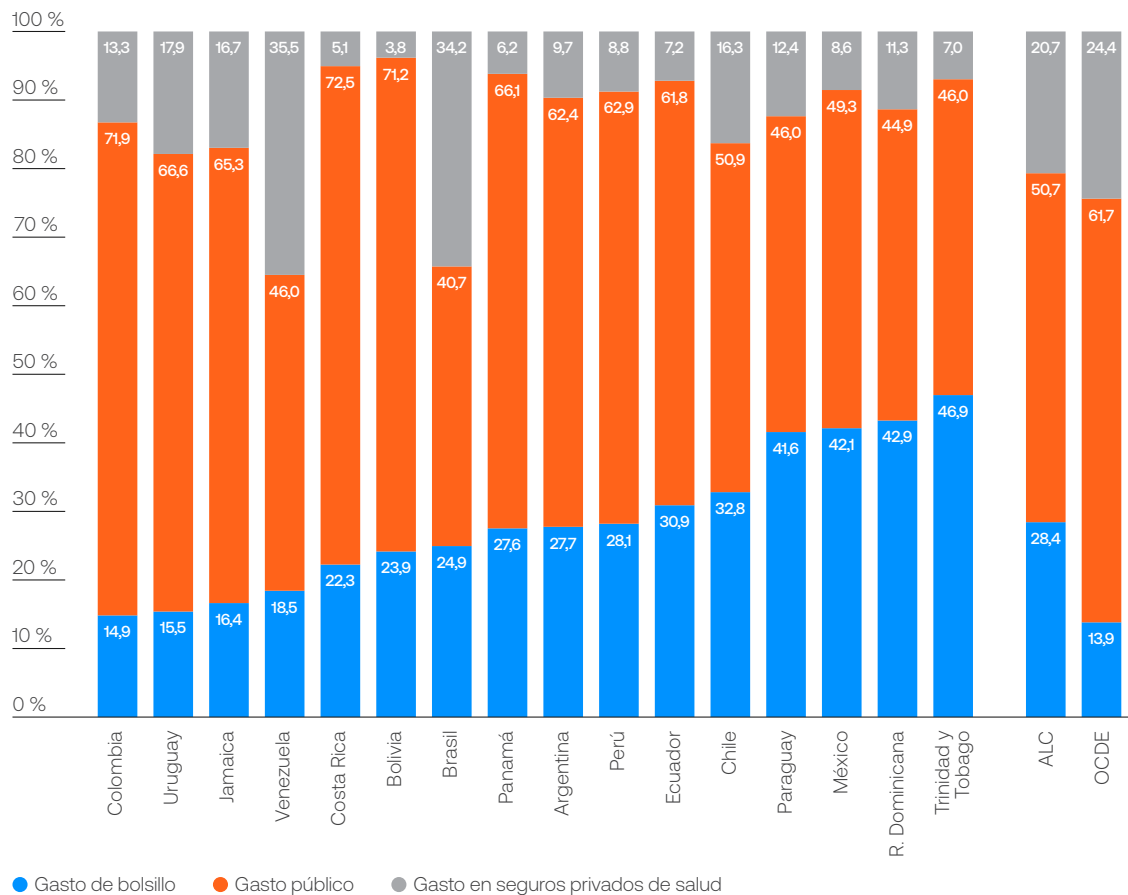
Además, en general los sistemas en la región ofrecen poca o nula protección financiera, por lo que la población debe recurrir a desembolsos privados, que representan, en promedio, 28 % del gasto total en salud (con excepción de Colombia, Uruguay, Jamaica y Venezuela, según datos del año 2019), muy por encima del umbral del 20 % recomendado por la OMS (2010). Superar estas dimensiones es una tarea central para alcanzar la meta 3.8 de los ODS.

En respuesta al COVID-19, los dos objetivos centrales planteados por los gobiernos nacionales y subnacionales fueron reducir la cantidad y velocidad de los contagios, así como aminorar la letalidad. Uno de los elementos clave para identificar, monitorear y evaluar las acciones no farmacológicas destinadas a reducir el contagio fue la mejora en la capacidad y oportunidad del

diagnóstico, el seguimiento y aislamiento de las personas en contacto con enfermos. Durante 2020, con apoyo de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), se lograron mejoras en el uso de los datos (para el control de los contagios y la propagación) y se implementaron diversas plataformas para el monitoreo de la movilidad de las personas en espacios públicos (por ejemplo, en Argentina, Brasil o Colombia), así como sistemas de seguimiento o trazabilidad de casos (Perú y Uruguay). El otro elemento fue mejorar la capacidad instalada existente, la cual era y sigue siendo deficiente en todos los países. Con la finalidad de lograr ambos objetivos, los planes apuntaron a la contratación de personal eventual adicional, la construcción de nueva infraestructura (en la mayoría de los casos de carácter temporal o adaptado) y la adquisición de equipos, medicamentos e insumos médicos imprescindibles.

Gráfico 4.3
Perfil del financiamiento de la salud en países de ALC en 2019

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Banco Mundial (s.f.a).



Los sistemas de salud se vieron obligados a realizar modificaciones sustantivas a la organización tradicional de los servicios, como, por ejemplo, la reconversión de algunos hospitales para pacientes crónicos en lugares de hospitalización para pacientes COVID-19 que lo requirieran (por ejemplo, hospitales psiquiátricos u hospitales de rehabilitación). En otros casos, hospitales completos fueron reconvertidos para atender solo casos COVID-19. La pandemia obligó a que los servicios adaptaran su organización a los cambios que se producían en las necesidades de la población.

El impacto colateral de estas decisiones ocurrió en personas con necesidad de servicios básicos o complejos “no COVID”. Muchos pacientes sufrieron el aplazamiento o suspensión de sus controles o tratamientos o recibieron atención en condiciones muy restrictivas (Barriga et al., 2021; Gómez Rincón, 2021; Union for International Cancer Control, 2020; Vela-Ruiz et al., 2020), empleando herramientas básicas de telemedicina, generalmente sin capacitación previa. Aunque todavía no existen estudios que hayan medido todas las dimensiones de este impacto, la pandemia ha obligado a prolongar los tiempos de espera para cirugías electivas. También se incrementaron las dificultades para recibir tratamiento de urgencia, se deterioró la calidad de la atención del cáncer, así como las cirugías para enfermedades cardiovasculares (Iacobucci, 2021). En el caso de la salud mental, los servicios para afecciones neurológicas y la atención por abuso de sustancias también fueron impactados (y ya eran deficitarios antes de la pandemia), al tiempo que se sumó una demanda generada por la propia pandemia (Guibovich, Zamora y Castillo, 2022). Igualmente se vieron afectados servicios bien establecidos o en sostenido proceso de mejora, como los de salud reproductiva, suplementación con micronutrientes e inmunización, entre otros. En los meses críticos de la pandemia, la atención al embarazo y al recién nacido se interrumpió en casi la mitad de los países de la región (OPS, 2021a).

En el caso del seguimiento de pacientes crónicos, los países impulsaron estrategias de mitigación, a través del desarrollo y la utilización de la salud digital. En poco tiempo se aprobaron los instrumentos legales que permitían su desarrollo, así como la habilitación de nuevas herramientas digitales y administrativas que facilitaban el registro, las transferencias financieras y el almacenamiento y transmisión de datos sensibles (ver el recuadro 4.2). Los avances en este tópico también fueron diversos y, naturalmente, dependientes de sustratos desarrollados con anterioridad.

Financiamiento de la salud

Los sistemas de salud tienen diferentes fuentes de financiamiento, entre las más importantes se encuentran el financiamiento público y el privado. El primero, a su vez, se divide en financiamiento por impuestos generales o específicos y en financiamiento por contribuciones obligatorias a un seguro público (seguro social). El financiamiento privado, por otro lado, se subdivide en aquel orientado a la compra de seguros privados de salud y el proveniente del cobro directo o gasto de bolsillo.

Las fuentes de financiamiento y la organización del gasto en el sector de la salud son factores que tienen impacto en la sostenibilidad financiera de los sistemas y en el acceso a los servicios (Perea Flores, 2018). En particular, si bien determinado modelo de financiamiento puede ser efectivo en la generación de ingresos, también puede constituir un factor de acceso diferenciado para los distintos grupos de población (ver la sección “Brechas en los servicios en el sector de salud”). Dada las características de fragmentación y segmentación de los sistemas de salud de ALC, todos los países muestran perfiles de financiamiento diferentes, cuyos principales componentes se ilustran en el gráfico 4.3.

La pandemia encontró a los países de la región con altas necesidades de financiamiento y con poca inversión en el sector de la salud, por lo que, en respuesta a la emergencia sanitaria, se tuvieron que priorizar presupuestos u lograr nuevas fuentes de recursos (fondos de contingencia o de endeudamiento).

Por ejemplo, la llegada de la pandemia a Perú forzó a destinar recursos a incrementar su capacidad hospitalaria en infraestructura y equipamiento, registrándose un mayor gasto en salud como porcentaje del PIB para enfrentar el COVID-19 (IPE, 2021). En México, la Comisión Coordinadora de Institutos Nacionales de Salud y Hospitales de Alta Especialidad pronosticó un incremento del 500 % en su presupuesto, al pasar de USD 58,5 millones en el año 2020 a USD 371,9 millones en 2021 (CANIFARMA, 2020). De hecho, el Fondo de Salud para el Bienestar de México brindó apoyo financiero flexible y oportuno durante la pandemia. Este fondo de protección contra gastos catastróficos significó un importante soporte para comprar en el corto plazo y de manera centralizada los equipos de protección personal, reponer los suministros de medicamentos y, en general, responder a la necesidad urgente de mantener los hospitales en funcionamiento durante la crisis (Institute

for Global Health Sciences, 2021). Por último, en el caso de Uruguay, los montos destinados en 2020 a mejoras de edificios, mantenimiento, reparaciones, remodelaciones y equipamiento de diversos centros de salud casi se cuadruplicaron respecto a los valores ejecutados en 2017 (USD 18,8 millones, según reporte de Uruguay Presidencia, 2018), lo que permitió la finalización de múltiples obras de infraestructura hospitalaria y equipamiento de la Administración de los Servicios de Salud del Estado.

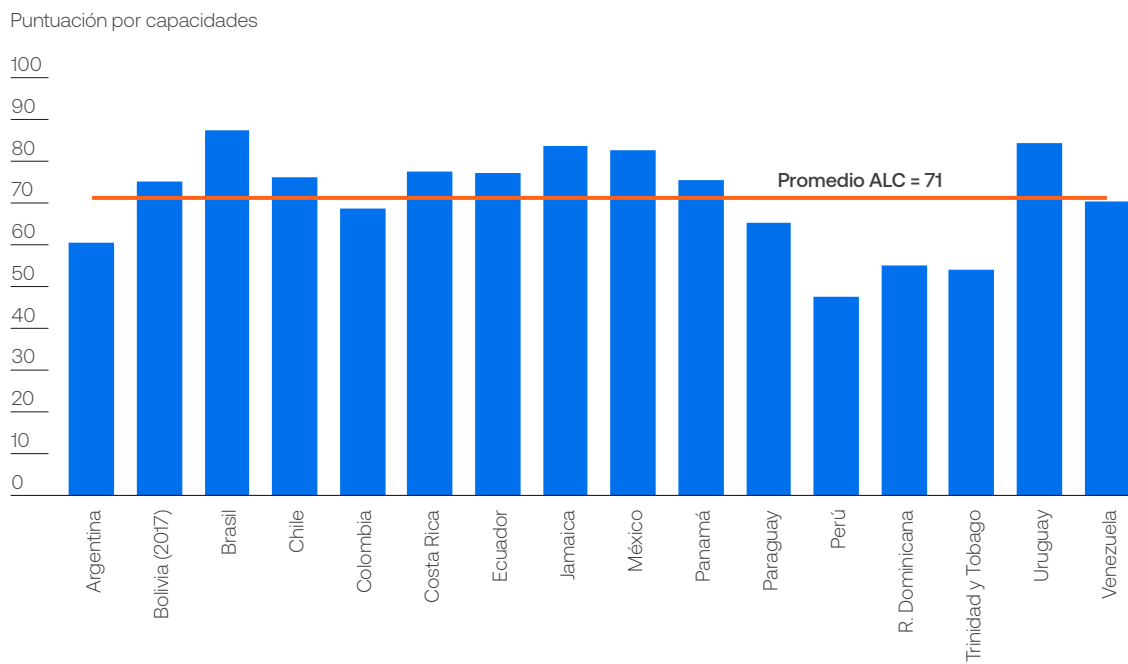
Salud pública y gestión de pandemias

Responder apropiadamente a un problema que afecta la salud pública, en particular un evento que pudiera constituirse en una epidemia, implica contar con mecanismos que permitan detectarlo oportunamente, identificar sus causas y factores de riesgo y plantear intervenciones efectivas para controlarlo.

La adopción en 2007 del Reglamento Sanitario Internacional (RSI) por los Estados miembros de la OMS implicó el compromiso de mejorar sus capacidades para implementar la vigilancia y respuesta ante posibles eventos que pudieran constituir emergencias de salud pública de importancia internacional. En consecuencia, la OMS estableció un marco conceptual para el monitoreo de la implementación del RSI en general y de las capacidades básicas de los países para la vigilancia y respuesta. Los países informan anualmente a esa organización del estado de situación de la implementación del RSI. Para el reporte correspondiente al año 2019 (OMS, 2021c), pocos países de la región (Ecuador, Jamaica, Panamá y Uruguay) presentaron niveles de entre el 60 % y el 100 % para todos sus indicadores, mientras que Argentina, Perú, República Dominicana y Trinidad y Tobago informaron de porcentajes de entre el 0 % y el 40 % para un número significativo de indicadores. El gráfico 4.4 ilustra el promedio simple de los indicadores para los países de la región.

Gráfico 4.4
Capacidades básicas de vigilancia y respuesta ante emergencias de salud pública en países de ALC en 2019

Fuente: Elaboración propia con base en datos de OMS (2021c) y Guibovich, Zamora y Castillo (2022).



Nota: El indicador se construye a partir de 13 capacidades (cada una de ellas identificada con entre 1 y 3 indicadores), con 5 niveles de desempeño (en múltiplos del 20 %). El indicador se presenta el porcentaje en escala de 100.

Una vez caracterizados los casos de neumonía severa en Wuhan como una ESPII, los países fueron alertados a través de su respectivo Centro Nacional de Enlace para el Reglamento Sanitario Internacional. Dicha alerta desencadenó la revisión y adaptación de sus métodos e instrumentos de vigilancia epidemiológica para detectar, investigar, diagnosticar, notificar y controlar los casos de la enfermedad producida por este nuevo virus.

La vigilancia del COVID-19, implementada por los países en el marco de sus sistemas de información en salud, tuvo como objetivo general monitorear la diseminación de la enfermedad para identificar patrones y aplicar medidas de prevención y control. El cuadro 4.1 resume algunos de los métodos de vigilancia empleados en los países de la región durante los años 2020 y 2021.

Un común denominador de estos países fue la formulación o actualización permanente de sus normas y procedimientos para la vigilancia del COVID-19 y el control de puntos de entrada a los países (puertos y aeropuertos), establecimientos de salud, comercios, centros educativos y de trabajo, centros penitenciarios y otros. A nivel global (en Europa y Asia Central), los países reconocieron que sus sistemas de vigilancia necesitaron ser actualizados y reorganizados para estar a la par de la dinámica de la pandemia (Negro-Calduch et al., 2021). Sin embargo, los sistemas de alerta y respuesta de los países no impidieron que la pandemia adquiriera alcance mundial. De hecho, con algunas excepciones puntuales, no se ha observado una relación significativa entre las capacidades de vigilancia y los casos de COVID-19 registrados por país (tanto en contagios como en fallecimientos).⁶⁴

Cuadro 4.1

Tipos de vigilancia usados mundialmente durante la pandemia de COVID-19

Fuente: Traducido y adaptado de Khamis Ibrahim (2020).

Tipo de vigilancia	Descripción
Basada en indicadores	Recopilación periódica y análisis e interpretación de datos estructurados (indicadores elaborados a partir de información periódica provista por establecimientos de salud).
Sindrómica clínica	Vigilancia con base en las manifestaciones clínicas y clasificación en sospechoso, probable o confirmado.
Activa	Búsqueda activa de casos y rastreo de contactos.
Basada en laboratorio	Investigación de casos sospechosos o probables con pruebas moleculares, serológicas, cultivo y caracterización genómica.
Centinela	A través de prestadores de salud con gran demanda y capacidad instalada para notificar datos exhaustivos y robustos.
De mortalidad	Reporte de muertes en hospitales y otros establecimientos de atención.
De atención de salud	Disponibilidad de camas hospitalarias y de UCI, ventiladores, equipos de protección personal, recursos humanos y vacunas.
Digital	Utilizando aplicativos o dispositivos móviles de rastreo o trazabilidad total o parcialmente automatizada de casos y contactos (Braithwaite et al., 2020).
Basada en eventos	Recopilación organizada y evaluación e interpretación de información no estructurada sobre eventos que pueden representar un riesgo agudo para la salud humana.

⁶⁴ Esta apreciación surge de comparar los indicadores del gráfico 4.4 y los casos y muertes registradas por mil habitantes (a fines del año 2021). Solo se destaca Perú, con el indicador de capacidades y respuesta más bajo en la región en 2019, sufriendo el mayor número de fallecimientos per cápita.



La región enfrenta varios desafíos en la prestación de servicios de salud que se pueden analizar en tres dimensiones: acceso, costo y calidad.



Brechas en los servicios del sector de la salud

Al igual que en otros sectores de infraestructura es posible realizar una aproximación de las brechas de los servicios del sector de la salud, definidas como los déficits en la prestación de los servicios que pueden manifestarse mediante la insatisfacción de los usuarios en tres dimensiones: acceso, costo-asequibilidad y calidad (Cont et al., 2021). Analizar la situación previa y posterior a la pandemia de estas brechas permitirá conocer los impactos que tuvo el COVID-19 sobre estas e identificar efectos que pueden tener eventos futuros similares.

Acceso

La oferta de los servicios de salud se sostiene o apoya en la existencia de profesionales del sector calificados (recursos humanos), infraestructura sanitaria y equipamiento (incluyendo insumos médicos y medicinas). Por ello, el acceso al servicio de salud debe contemplar la disponibilidad de estos tres elementos.

Recursos humanos

Una de las principales condiciones para avanzar hacia el logro del ODS 3 es garantizar un número suficiente de trabajadores de salud, adecuadamente capacitados y equitativamente distribuidos de forma que no se produzcan desigualdades en el acceso a los servicios de salud (Poz y Roberto, 2013; OMS, 2008b; OMS, 2013; Girardi et al., 2013). Al respecto,

la OMS (2016) alerta de que será necesaria la incorporación de 14,5 millones más de trabajadores de la salud para alcanzar el umbral más exigente de la institución —compatible con el cumplimiento de los ODS— en términos de disponibilidad de profesionales (44,5 por cada 10.000 habitantes). La mayor parte de las nuevas incorporaciones de profesionales deben darse en África (6,1 millones) y el sudeste de Asia (4,7 millones) y, en menor medida, en América Latina y el Caribe (0,6 millones).

Para medir el acceso a un volumen adecuado de personal sanitario, se puede utilizar el indicador de densidad de profesionales de la salud (DPS), cuya fórmula incluye el número combinado de profesionales médicos, enfermeras y parteras o matronas por cada 10.000 habitantes. En un primer momento, en el Informe sobre la Salud en el Mundo del 2006, la OMS afirmaba que aquellos países con índices de DPS inferiores a 22,8 eran probablemente incapaces de proporcionar una cobertura del 80 % de los servicios de salud más básicos (OMS, 2006). Luego, se estableció un umbral mínimo de 25 profesionales por 10.000 habitantes, que, posteriormente, fue incrementado a 44,5 como condición para alcanzar los ODS en 2030 (OMS, 2016).

Según los datos presentados en el cuadro 4.2, solo Jamaica presenta un indicador por debajo de 25. Por su parte, Bolivia, Costa Rica, Paraguay, Perú, República Dominicana y Venezuela tienen un indicador de entre 25 y 45. El resto de los países de la región ya excede el umbral mínimo establecido para 2030 (DPS de 45). Además, la proporción de al menos un personal de enfermería calificado por un médico calificado se está cumpliendo en gran medida en la región.

Por otro lado, a escala regional, los países han incrementado la formación de recursos humanos en forma sostenida. La DPS de ALC se ha duplicado

en las últimas dos décadas. Este crecimiento ha sido mayor en el caso de enfermeras y parteras que en el de médicos (cuadro 4.3).⁶⁵

Cuadro 4.2
Indicador de DPS en ALC en 2020

Fuente: OMS (2020).

País	Médicos (por 10.000 hab.)	Enfermeras y parteras (por 10.000 hab.)	Médicos, enfermeras y parteras (por 10.000 hab.)
Argentina	39,9	25,9	65,8
Bolivia	10,3	15,6	25,9
Brasil	23,1	74,0	97,1
Chile	51,8	133,2	185,1
Colombia	38,4	13,9	52,4
Costa Rica	28,9	8,9	37,9
Ecuador	22,2	25,6	47,8
Jamaica	4,5	9,4	13,9
México	48,5	23,6	72,2
Panamá	16,3	32,1	48,4
Paraguay	13,5	16,6	30,1
Perú	8,2	29,8	37,9
República Dominicana	14,5	14,6	29,1
Trinidad y Tobago	44,7	40,7	85,5
Uruguay	49,4	72,2	121,6
Venezuela	17,3	20,7	37,9

Cuadro 4.3
Evolución de la DPS en ALC para el período 2000-2018

Fuente: Guibovich, Zamora y Castillo (2022).

Año	Médicos (por 10.000 hab.)	Enfermeras y parteras (por 10.000 hab.)	Médicos, enfermeras y parteras (por 10.000 hab.)
2000	16,2	21,1	37,3
2010	19,1	40,8	59,9
2018	22,8	50,6	73,4

⁶⁵ Lamentablemente, los datos aproximan, pero no necesariamente representan toda la realidad nacional debido a la gran fragmentación de los sistemas de salud. No todos los subsistemas de salud registran sus datos en plataformas unificadas, situación que se complejiza por las múltiples condiciones contractuales de los trabajadores de salud, lo cual genera duplicaciones en la contabilidad. Todos estos factores sugieren que deberían realizarse estudios especiales para dimensionar esta área, los cuales, por su costo, no se llevan a cabo en todos los países o no se hacen de forma regular.

Si bien estos indicadores han sido favorables para enfrentar una situación crítica en el sector de la salud antes de que la pandemia golpeará la región, se debe destacar que este promedio puede ocultar grandes diferencias entre países y, a su vez, estas diferencias se repiten dentro de cada uno. Al respecto, los compromisos establecen metas sobre la distribución equitativa del recurso humano en las diferentes zonas geográficas. Así, la OMS (2016) también establece que para 2030 “el 80 % de los países deben haber reducido a la mitad las disparidades en la distribución de recursos humanos entre las zonas urbanas y rurales”.

Sin embargo, un análisis comparado de Colombia, Costa Rica, Jamaica, Panamá, Perú y Uruguay, publicado en 2015, confirmaba esta preocupación por la distribución geográfica de los recursos humanos. Sistemáticamente, en todos los países estudiados, las grandes urbes concentraban la mayor proporción de los recursos en desmedro de las áreas rurales (Carpio y Santiago Bench, 2015).

Otros casos analizados individualmente aportan una evidencia similar. En Argentina, que tiene una DPS de 65,8, la diferencia en la distribución entre las zonas urbanas y rurales es significativa. Por ejemplo, en el año 2019, el número de médicos alcanzaba los 166,3 por cada 10.000 habitantes en la Ciudad de Buenos Aires, mientras que las provincias de Misiones y Chaco contaban con 18,1 y 19,4 médicos por cada 10.000 habitantes, respectivamente (Ministerio de Salud de Argentina, 2018). México refleja disparidades regionales similares. La Ciudad de México tiene 3 veces más médicos que el Estado de México y 10 veces más especialistas que el Estado de Chiapas, uno de los más pobres del país (González-Block et al., 2020). Para el caso de Brasil, los municipios de menos de 5.000 habitantes contaban con un médico por cada 3.000 personas en 2018, mientras que este indicador fue de un médico por 230 personas para municipios de más de 500.000 habitantes (The Commonwealth Fund, 2020).

En cualquier caso, la pandemia puso en evidencia la existencia de un déficit de recursos humanos especializados en áreas requeridas para el manejo de esta enfermedad: epidemiólogos, intensivistas y neumólogos, entre otros. Esta situación, en vista de la distribución territorial desigual de los recursos humanos, se profundizó más aún en las zonas rurales. Este fue el caso de Argentina, donde solo un 8 % del total de los 181.189 profesionales médicos en actividad

en el país se desempeñan en una especialidad relevante para el tratamiento del COVID-19 (Silberman et al., 2020).

Con la finalidad de contrarrestar esta situación y aumentar el número de trabajadores de la salud, los países instalaron políticas orientadas a proteger socialmente y entregar incentivos al personal del sector que atiende pacientes COVID-19, tales como la entrega de un seguro de vida (Chile, Perú) o de una bonificación económica temporal (Argentina, Chile, Colombia, Paraguay, Perú) (SELA, 2021). Otras acciones implementadas incluyeron el ofrecimiento de la posibilidad de graduarse de manera anticipada o incorporar estudiantes de los últimos años de las carreras de la salud (Brasil, Chile, Colombia, Uruguay); la habilitación excepcional para el ejercicio de profesionales de la salud titulados en el extranjero (Argentina, Chile, Perú); la reconversión de los recursos humanos para enfrentar la brecha de especialistas en unidades de pacientes críticos (Bolivia, Chile, Perú); la flexibilización del licenciamiento, regímenes contractuales y pago de incentivos por horas extraordinarias de trabajo (Perú); y, finalmente, el incremento del uso de la herramientas de salud digital para mantener la oferta de servicios, especialmente para la atención médica de pacientes (Brasil, Chile, Ecuador, Paraguay, Perú y Uruguay), así como la capacitación y monitoreo del personal (OPS, 2020a).

En resumen, aunque la mayoría de los países estudiados ya habían cumplido con el valor mínimo de DPS establecido por la OMS, la distribución dentro de los países es un reflejo más de una brecha geográfica de los recursos sanitarios en general. Además, la oferta de profesionales de la salud no necesariamente asegura que se puedan atender las necesidades de la población en cuanto a las especialidades requeridas.

Recuadro 4.2 Salud digital

En 2011 la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2011) propuso una Estrategia y Plan de Acción sobre *eSalud*, como sinónimo de ciber salud, y la definió como

“el apoyo que la utilización costoeficaz y segura de las tecnologías de la información y la comunicación ofrece a la salud y a los ámbitos relacionados con ella, con inclusión de los servicios de atención de salud, la vigilancia y la documentación sanitarias, así como la educación, los conocimientos y las investigaciones en materia de salud”.

En 2018, el Informe Final de la Estrategia y Plan de Acción sobre *eSalud* señaló los principales logros alcanzados y algunos desafíos pendientes, que fueron consistentes con los resultados de la Tercera Encuesta Global de *eSalud* de la OMS (OPS, 2016). Para los países de la región, se podrían resumir en lo siguiente:

- La mayoría de los países estaban en fase de formulación de una política o estrategia nacional de *eSalud* con objetivos, metas y prioridades claras.
- Pocos países contaban con financiación para desarrollar y apoyar programas de registros electrónicos de salud y con legislación apropiada que apoyara su uso.
- Solo un tercio de los países se referían directamente a telesalud en sus políticas o estrategias nacionales de salud, aunque muchos utilizaban la telemedicina y servicios de teleradiología.
- Todos los países disponían de programas de salud móvil, aunque pocos programas eran patrocinados por el gobierno y muchos menos disponían de una entidad responsable de la supervisión de la calidad, seguridad y fiabilidad de estos.
- La gran mayoría de los países utilizaban aprendizaje digital en la formación de estudiantes de las ciencias de la salud y educación continua de profesionales.
- No todos los países contaban con legislación que protegiera la privacidad de los datos relacionados con la salud o que permitiera a las personas el acceso electrónico a sus propios datos.
- Si bien no todos los países contaban con una estrategia sobre el uso de las redes sociales en salud, en casi todos dichas redes eran utilizadas por la población para aprender acerca de la salud.

En 2020, la 73ª Asamblea Mundial de la Salud aprobó la Estrategia Mundial sobre Salud Digital 2020-2025, donde define esta como “el campo del conocimiento y la práctica asociados con el desarrollo y uso de tecnologías digitales para mejorar la salud”, incluyendo a los consumidores digitales, con un rango más amplio de dispositivos inteligentes conectados. También se refiere a otros usos de tecnologías digitales para la salud, como el internet de las cosas, la computación avanzada, el análisis de *big data* y la inteligencia artificial, incluyendo el aprendizaje automático y la robótica (OMS, 2021f).

La pandemia de COVID-19 aceleró la necesidad de implementar soluciones digitales para fortalecer la capacidad de vigilancia epidemiológica, aumentar la capacidad de atención (porque el personal de salud era insuficiente, estaba enfermo o confinado) e informar a los decisores de políticas, los investigadores y la población. Es así como se formularon políticas y normas, se desarrollaron aplicaciones y herramientas digitales para la trazabilidad, rastreo o seguimiento de casos y la identificación de contactos, para brindar atenciones por medio de telemedicina, informar a la población sobre prevención y poner a disposición de todos datos abiertos sobre la pandemia, tratando de cerrar las brechas antes señaladas.

Por ejemplo, en Bolivia, se realizaron autodiagnósticos y se brindaron recomendaciones sobre el manejo y prevención del COVID-19 mediante una aplicación móvil llamada Unidos Contra el Covid. Asimismo, en Argentina la aplicación CUIDAR facilitó el autodiagnóstico y el seguimiento de casos; además la Ley 27.553 habilitó la prescripción y dispensación de medicamentos por medio de recetas electrónicas o digitales (Congreso Argentino, 2020). En Ecuador, se asignó un centro de llamadas y una aplicación móvil “SaludEC” para brindar información, autodiagnóstico, telemedicina, agendamiento de citas, registro de pacientes y gestión de emergencias (CAF, 2020b; Moller, 2020).

Autoridades responsables de la gestión de la telemedicina de Argentina, Brasil, Colombia, Costa Rica y Uruguay han identificado grandes beneficios y oportunidades, pero también desafíos^a como consecuencia de la aplicación de este tipo de atención durante la pandemia de COVID-19, que ponen en riesgo su sostenibilidad postpandemia. Estos desafíos son:

- Un marco legislativo insuficiente o inadecuado para habilitar las teleconsultas de los médicos a los pacientes y asegurar la calidad, seguridad y confianza en el servicio.
- Una infraestructura digital insuficiente o incompleta por efecto del bajo financiamiento y deficiencias de conectividad y dispositivos.
- La escasa cultura y capacitación de los profesionales de la salud, especialmente por la falta de formación en pregrado y capacitación en servicio.
- La necesidad de asegurar la continuidad entre la atención virtual y la atención presencial.
- La necesidad de informar y educar a la ciudadanía sobre las ventajas de la telemedicina, pero también acerca del respeto de sus derechos.

En términos generales, los países con mayor infraestructura de banda ancha fueron capaces de contrarrestar parcialmente los efectos negativos al inicio de la pandemia; esta produjo un aumento del tráfico en las redes, cuyo efecto en la salud no ha sido determinado. Además, la desigualdad en el acceso digital afectó la recepción de información sanitaria y otros servicios (CAF, 2020a).

a. Planteados durante el webinar OPS/BID “Telemedicina durante la pandemia COVID-19: Lecciones aprendidas un año después”, celebrado el 12 de mayo de 2021.

Infraestructura sanitaria

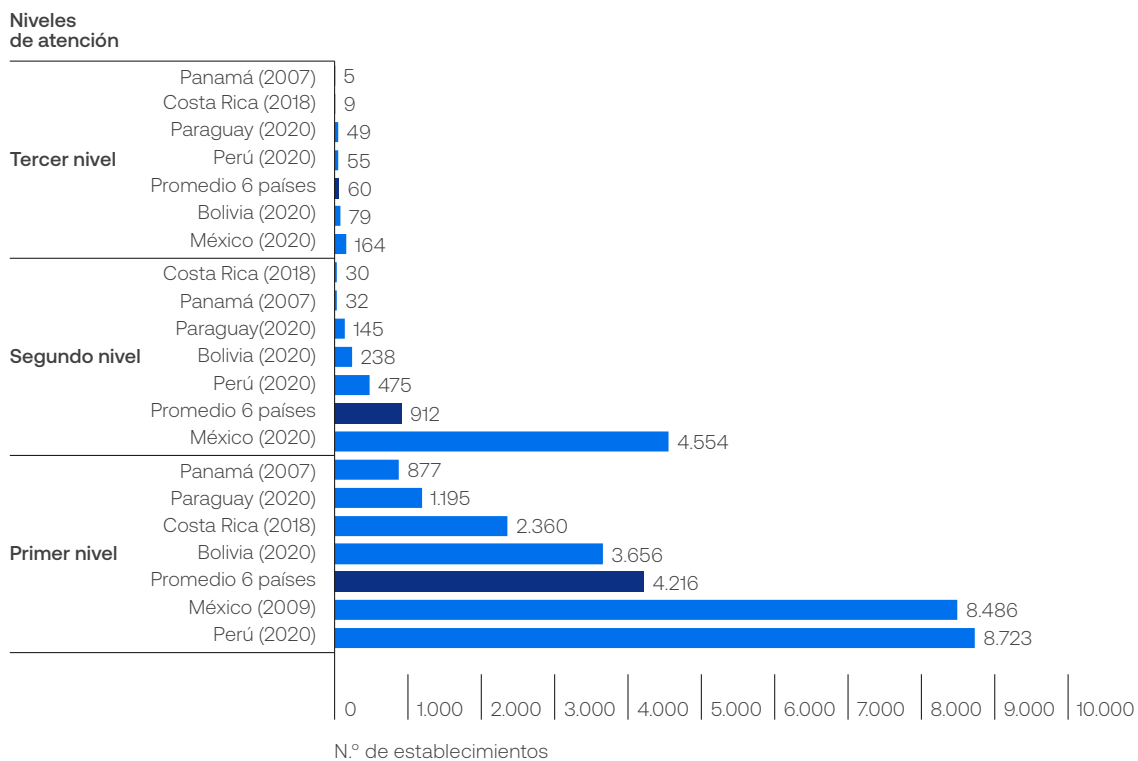
La disponibilidad de infraestructura sanitaria se analiza de acuerdo con la clasificación por niveles de atención formulada por la OMS en 1986.⁶⁶ El gráfico 4.5 muestra el número de establecimientos según esos niveles.

Otro indicador que complementa la información sobre disponibilidad de infraestructura sanitaria es la densidad hospitalaria o concentración

de hospitales por 100.000 habitantes en un territorio (cuadro 4.4), bajo el concepto de que una mayor densidad indica acercamiento de la oferta sanitaria y efectivización de la atención a la demanda. Sin embargo, ello va a depender además de la existencia real de capacidad resolutoria de los establecimientos de salud, el desarrollo del modelo de atención primaria y de redes integradas, y la existencia o no de barreras que impidan su utilización.

Gráfico 4.5
Número de establecimientos de salud por niveles de atención en ALC

Fuente: Guibovich, Zamora y Castillo (2022).



Nota: Paraguay cuenta con un cuarto nivel de atención que cubre los hospitales especializados.

⁶⁶ Los niveles de atención son una concepción técnica y administrativa, basada en la organización del contacto de las personas y comunidades con el sistema de salud. Son tres niveles, cada uno con objetivos específicos de acuerdo con su ubicación, nivel de complejidad y especialización desarrollada. El primer nivel de atención incluye la promoción de la salud, la prevención, la atención médica, la detección temprana de enfermedades y procedimientos de recuperación y rehabilitación. En este nivel se resuelve aproximadamente el 85 % de las necesidades básicas y las demandas más frecuentes en salud (Ministerio de Salud de Perú, 2022) y de él forman parte consultorios médicos, postas, puestos y centros de salud, entre otros. El segundo nivel cubre hospitales y establecimientos donde se prestan servicios relacionados con la atención en medicina interna, pediatría, ginecoobstetricia, cirugía general y psiquiatría. Se estima que entre el primer y el segundo nivel se pueden resolver hasta el 95 % de los problemas de salud de la población (Vignolo et al., 2011). El tercer nivel se reserva para la atención de problemas poco prevalentes o a la atención de patologías complejas que requieren procedimientos especializados y de alta tecnología. Su ámbito de cobertura debe ser la totalidad de un país o gran parte de él. En este nivel se resuelven aproximadamente el 5 % de los problemas de salud de la población.

Cuadro 4.4**Densidad de establecimientos de salud por cada 100.000 habitantes en ALC en 2013**

Fuente: OMS (2021g).

	Hospitales			Centros de salud	Puestos de salud
	Total	Tercer nivel	Segundo nivel		
Bolivia	1,1	n.d.	0,8	8,8	13,8
Chile	1,0	0,1	0,6	0,1	10,7
Costa Rica	0,8	0,3	0,3	0,7	2,1
Ecuador	0,3	0,2	0,1	0,4	2,9
México	3,5	3,5	n.d.	n.d.	102,1
Panamá	0,9	0,3	0,4	10,0	12,4
Paraguay	2,4	0,1	2,0	1,7	9,7
Uruguay	3,9	3,5	n.d.	1,2	17,6

Nota: Los de tercer nivel incluyen hospitales regionales, especializados, docentes y de investigación. Los de segundo nivel incluyen hospitales provinciales; n.d.: dato no disponible.

Durante la emergencia sanitaria, la población más vulnerable en varios países de la región tuvo dificultad para acceder a hospitales. Por ejemplo, en México en 2020 se observó un sesgo de atención y recursos hacia el centro del país, ya que el 33 % de los hospitales de tercer nivel se concentran en Ciudad de México (52 % si se suman el Estado de México y Jalisco), y el 35 % de los hospitales de segundo nivel se encuentran en esa misma ciudad, Guanajuato, Puebla y Michoacán. En algunas zonas del interior que fueron afectadas hubo menor disponibilidad de hospitales y camas para ser atendidos en caso de severidad o complicaciones, pero la mayoría de los casos se dieron en estados con mejor accesibilidad a infraestructura (Campos y Balam, 2020).

Según la OCDE, los gobiernos de la región reorientaron los recursos públicos para subsanar las deficiencias de los servicios de salud y aumentaron su capacidad para atender a pacientes con COVID-19. Ello incluyó el aumento de la infraestructura sanitaria (OCDE, 2020). Por ejemplo, en Ecuador se instalaron 10 hospitales de campaña en algunos de los barrios más afectados de Guayaquil, buscando atenuar el desbordamiento de su infraestructura de salud. Colombia y Perú plantearon una estrategia de gestión territorial que consistió en que parte de los hospitales de alta complejidad extendieran sus servicios a instituciones como hoteles, clínicas cerradas y hospitales de campaña. En Panamá se destacó la construcción acelerada del Hospital Integrado Panamá Solidario, con tecnología

de punta y un sistema de bioseguridad, y la habilitación del antiguo Centro de Convenciones Figali. Además, el Ministerio de Salud de Panamá habilitó 15 Centros de Operaciones y Trazabilidad Comunitarias en cada región sanitaria del país, donde se trabajó con un equipo compuesto por fuerzas de tarea conjunta, gobiernos locales, clubes cívicos, cámaras de comercio y grupos religiosos. Su objetivo fue ubicar y georreferenciar cada caso positivo, sus contactos y familiares para establecer, desde cada comunidad, el seguimiento médico y social necesario (Enríquez y Sáenz, 2021).

Si bien la mayoría de los países fortalecieron y ampliaron la infraestructura sanitaria, esta fue insuficiente para la cantidad de población afectada de sus países (Enríquez y Sáenz, 2021), sobre todo en el pico de la pandemia.

Equipamientos sanitarios, insumos y medicamentos

Para analizar la disponibilidad de equipamiento sanitario, los países utilizan distintos indicadores (algunos emplean el estado operativo de los equipos, otros lo clasifican por nivel de inversión, por tipo, por antigüedad o de acuerdo con la complejidad de la prestación). Para fines de comparación entre los países se ha seleccionado el indicador de disponibilidad del equipamiento considerado como clave para la atención de las prestaciones de salud en relación con la

emergencia sanitaria impuesta por la pandemia, teniendo en cuenta, básicamente, que el equipamiento esté operativo o apto para su uso. Este indicador se puede aplicar a camas hospitalarias, camas en unidades de cuidados intensivos (UCI), ventiladores mecánicos y algunos equipos de soporte diagnóstico (Jaldin y Márquez, 2017). Según la OMS, la cantidad mínima de camas hospitalarias debe situarse entre 2,4 y 4 por cada 1.000 habitantes; la de camas UCI, entre 6 y 8 por cada 100.000 habitantes, y la de ventiladores mecánicos, entre 6 y 8 por cada 100.000 habitantes.

En todos los países de la región, a excepción de República Dominicana y de Trinidad y Tobago, el número de camas hospitalarias no superaba el mínimo definido por la OMS. Paraguay y Venezuela contaban con la menor disponibilidad (gráfico 4.6).

En cuanto a camas UCI, que aproximan mejor al equipamiento en caso de internación con riesgo

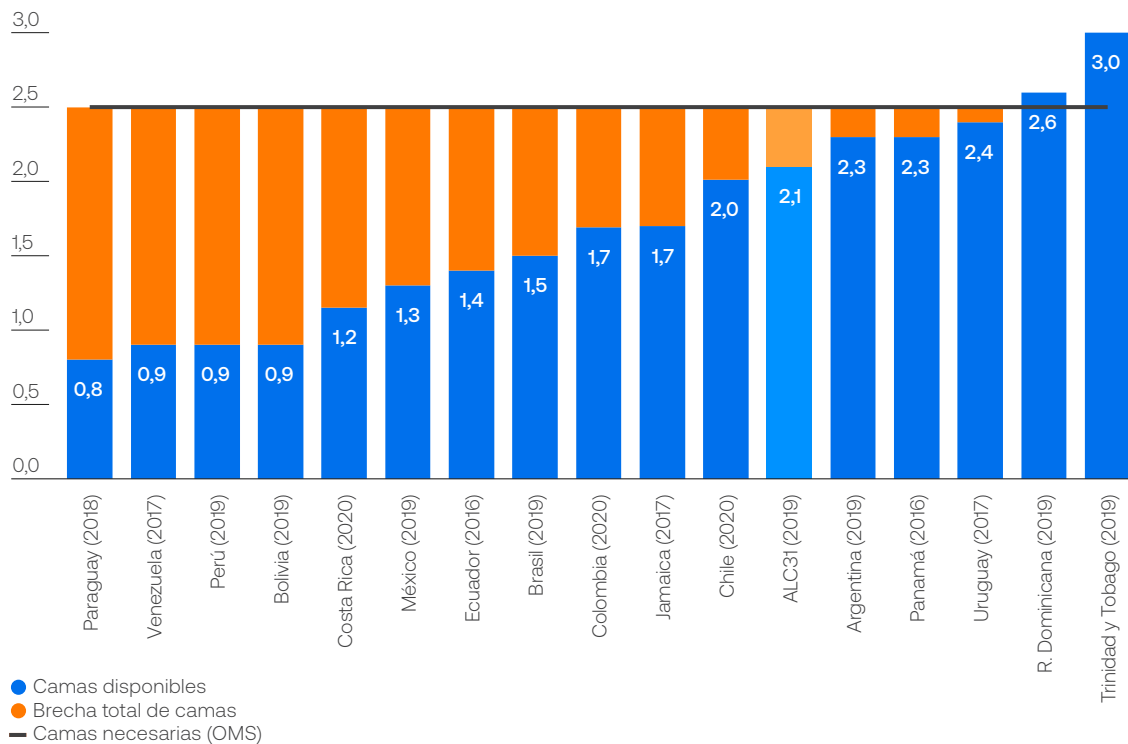
de vida (situación prevalente durante el año 2020), seis de los países estudiados superaban el estándar mínimo de la OMS, pero la mayoría se ubicaba lejos del promedio de camas UCI disponibles en países de la OCDE (12 cada 100.000 habitantes). Uruguay y Argentina eran los países que contaban notablemente con la mayor dotación de camas UCI y Perú, con la menor (cuadro 4.5).

En respuesta a la emergencia sanitaria, la mayoría de los países, salvo Trinidad y Tobago, aumentó la dotación de camas UCI. Este aumento se evidenció también en Argentina, Brasil, Chile, Colombia y Uruguay, que antes de la pandemia superaban el estándar sugerido por la OMS de 6 camas UCI por cada 100.000 habitantes —aunque algunos especialistas, como Torres (2020), consideran que debería ser de 10 camas UCI por cada 100.000 habitantes en epidemias como la de COVID-19.

Gráfico 4.6
Camas hospitalarias en países de ALC en años seleccionados

Fuente: Guibovich, Zamora y Castillo (2022).

Número de camas/100.000 hab.



Cuadro 4.5

Número de camas UCI por cada 100.000 habitantes antes y como respuesta a la pandemia

Fuente: Guibovich, Zamora y Castillo (2022).

Países	Antes de la pandemia (2019)	Durante la pandemia (2020-2021)
Trinidad y Tobago	2,1	2,1
Costa Rica	n.d.	2,7
Ecuador	1,5	2,7
Bolivia	2,2	4,2
Venezuela	1,2	4,3
R. Dominicana	n.d.	5,5
Perú	0,4	6,2
Panamá	8,1	n.d.
Paraguay	n.d.	10,3
Chile	7,0	12,0
Brasil	8,0	20,6
Uruguay	19,9	23,2
Colombia	11,2	23,7
México	2,0	24,8
Argentina	19,0	25,8
Promedio	7,5	15,2

Nota: En algunos casos, el dato corresponde al año más cercano para el cual hay información disponible; n.d.: dato no disponible.

Por su parte, nueve de los países analizados contaban con ventiladores mecánicos por encima del estándar mínimo de la OMS. Brasil y Uruguay disponían de la mayor dotación y Perú, con la menor (cuadro 4.6). Todos ellos aumentaron el número de ventiladores durante la pandemia. El incremento fue en promedio mayor al 53 %, llegando a representar casi tres veces el estándar de la OMS, con la excepción de Perú, que, a pesar de haber aumentado en más del 500 % el número de ventiladores mecánicos, no alcanzó el estándar que requiere un ventilador por cama UCI.

En algunos casos, como México, estos incrementos importantes no fueron suficientes para atender la demanda en el peor momento de la pandemia. Según datos de la Dirección General de Epidemiología de la Secretaría de Salud de México, entre el 12 de abril y el 9 de julio de 2020, solo el 16,9 % de las personas fallecidas por COVID-19 que necesitaban un ventilador mecánico tuvieron acceso a estos aparatos. Durante el inicio de la pandemia, en un centro de referencia de COVID-19 en la Ciudad de México, el 45 % de los pacientes que no sobrevivieron no lograron ser admitidos a

una cama UCI por falta de cupo, a pesar de estar justificado su ingreso (Olivas-Martínez et al., 2021).

En la ola que correspondió a marzo de 2021, la ocupación de camas UCI colapsó en varios países de ALC. Paraguay alcanzó una ocupación del 100 % y aún había pacientes en espera, según las direcciones de salud de este país. Chile y Perú se encontraron también en una situación crítica, ya que los hospitales de ambos países llegaron a tener una ocupación del 96 %. Uruguay registró un 70 % de ocupación de sus camas y Argentina, entre el 56 % y el 60 %, siendo mayor en Buenos Aires, con el 61 %. En Quito la ocupación alcanzó el 97 %; en Bogotá, el 65 %, y finalmente en 18 de los 27 estados de Brasil se sobrepasó el 90 % (en solo un estado fue menor del 80 %) (SRA-LA, 2021).

Respecto a la dotación de otros equipos médicos durante la pandemia, se presentaron cuellos de botella a nivel internacional para algunos productos, como las mascarillas y los ventiladores mecánicos. Estos se convirtieron en bienes muy escasos durante los períodos de mayor necesidad y elevada demanda (Enríquez y Sáenz, 2021).

Cuadro 4.6
Ventiladores mecánicos por cada 100.000 habitantes, antes y durante la pandemia

Fuente: Guibovich, Zamora y Castillo (2022).

Países	Antes de la pandemia (2019)	Durante la pandemia (2020-2021)
Perú	0,8	5,1
Trinidad y Tobago	4,7	6,5
Paraguay	4,8	9,0
Panamá	11,6	12,0
Colombia	12,7	13,0
Argentina	12,9	19,3
Uruguay	18,6	23,0
México	13,4	24,8
Chile	9,2	26,6
Brasil	25,1	28,0
Costa Rica	5,9	n.d.
Bolivia	6,6	n.d.
R. Dominicana	12,4	n.d.
Promedio	10,7	16,7

Nota: En algunos casos, el dato corresponde al año más cercano para el cual hay información disponible.

La industria farmacéutica global se caracteriza por un número pequeño de actores especializados en la investigación y el desarrollo de medicamentos innovadores. En la medida que las leyes de patentes han ganado espacio a nivel mundial, esta característica se extiende a la comercialización durante los períodos de protección. ALC participa de forma marginal en este mercado (4 %) y tiene una situación similar en el campo de la investigación y el desarrollo (1 %), según CEPAL (2021). La región es importadora neta de productos farmacéuticos, principalmente, de artículos innovadores terminados e insumos para la producción local de genéricos. Argentina, Brasil, Colombia y México son los mercados más grandes y, a su vez, realizan exportaciones intrarregionales. Ecuador, por otro lado, es el mayor importador de productos elaborados en la región.

En el caso particular de las vacunas, su desarrollo, producción y comercialización no difiere sustantivamente o es incluso más precaria que la de los medicamentos debido a que los grandes centros de abastecimiento de estos productos se encuentran en Estados Unidos, Europa y Asia.

La pandemia ha servido para poner de manifiesto la dependencia que tienen los países de la región de la producción de insumos, medicamentos y tecnología por parte de empresas multinacionales y, por lo tanto, de su importación (CEPAL, 2021). Siendo importadores netos, los países se vieron obligados a desarrollar otras estrategias que permitieran un mejor acceso a los mercados, como autorizar a las autoridades sanitarias nacionales la compra de equipamiento, bienes y servicios en función de las acciones previstas para combatir el COVID-19; la adopción de disposiciones para la adquisición, fabricación y modificación de ventiladores; la emisión de permisos de importación y exportación para todos los insumos para la salud; principios activos para la elaboración de medicamentos, así como alimentos y otros productos de consumo humano y dispositivos médicos requeridos para combatir la pandemia.

Sin haber desarrollado una vacuna propia y con capacidades locales en proceso de desarrollo, la ruta que tomaron casi todos los países para acceder a las vacunas fue la de comprar lo disponible en el mercado, incluso considerando algunas que no contaban con la aprobación



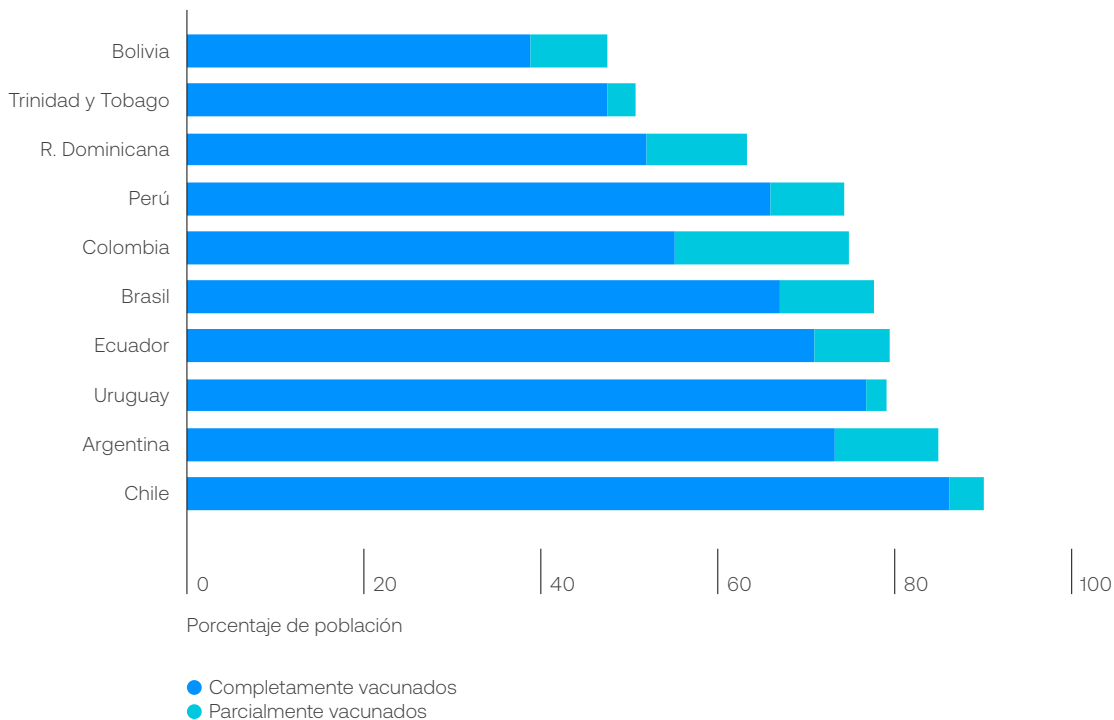
de emergencia de las agencias reguladoras. En diferentes fechas, entre diciembre de 2020 y mayo de 2021, se iniciaron las campañas de vacunación en la región. Los primeros en implementar su estrategia de vacunación fueron Chile, Costa Rica y México, todos ellos el 24 de diciembre de 2020. Por otro lado, con la finalidad de garantizar volúmenes suficientes para vacunar lo antes posible a toda su población objetivo, los países diversificaron sus estrategias de negociación y fuentes de aprovisionamiento de la vacuna. Los mecanismos utilizados fueron: de país a país, de país a compañía, donaciones directas y, de forma secundaria, a través del Fondo de Acceso Global para Vacunas COVID-19, más conocido como COVAX, promovido por la OMS con el apoyo de la Alianza Global para Vacunas e Inmunizaciones. Este último mecanismo rápidamente demostró sus propias limitaciones para abastecer en los volúmenes requeridos y con la oportunidad esperada.

Es destacable que, luego de distintas velocidades de inicio y diferentes estrategias realizadas por los países, al 31 de diciembre de 2021, el promedio de Sudamérica alcanzaba un 76 % de personas vacunadas con al menos una dosis y un 64 % con el esquema completo, por encima de Europa (66 % y 62 %) y de Estados Unidos (74 % y 62 %). En otras palabras, más allá de la dependencia del comercio internacional, para el caso de las vacunas, los países de ALC lograron hallar mecanismos de negociación que les permitieron alcanzar altos niveles de vacunación. Es así como la ola que tuvo lugar durante los primeros meses del año 2022 fue mucho más impactante en contagios que en casos de internación o de fallecimientos (en comparación con la primera que se inició dos años antes).

Gráfico 4.7

Porcentaje de población vacunada con una y dos dosis de vacuna contra el COVID-19 en países de ALC a 31 de diciembre de 2021

Fuente: Elaboración propia con base en datos publicados en OWID (s.f.e).



Nota: Los datos del OWID utilizados proceden del COVID-19 Data Repository by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) de la Johns Hopkins University.

Calidad

Los servicios de salud ofrecidos difieren de un país a otro e, incluso, entre diferentes sistemas dentro de un país. Sin embargo, independientemente de estos aspectos, en cualquier sistema de salud que funcione de manera adecuada, la red de prestación de servicios ha definido los siguientes aspectos como atributos indispensables a tomar en cuenta para lograr accesibilidad, oportunidad y calidad (OMS 2010):

- La continuidad de la atención por medio de un sistema de referencia y contrarreferencia.
- La tipificación de los servicios de salud que conforman las redes integradas de salud (hospitales de alta complejidad, hospitales generales, policlínicos, centros médicos, servicios de oferta móvil, etc.).
- La entrega de prestaciones de salud según el curso de vida (paquetes de atención) con alta calidad, es decir, efectivas, seguras, centradas en las necesidades del paciente y brindadas de manera oportuna.
- La coordinación de las redes de servicios de salud del área local para la preparación de rutina y para emergencias. La coordinación también tiene lugar con otros sectores (por ejemplo, el de servicios sociales) y socios (por ejemplo, organizaciones comunitarias y de cooperación internacional).

El principal reto para poder medir el desempeño de un sistema de salud en función de la calidad y, en general, del resto de las dimensiones se encuentra en la complejidad de la tarea y la ausencia de consensos en función de los indicadores a usar para realizar las comparaciones entre países. Por ejemplo, la OCDE utiliza como medida de calidad indicadores de oferta de servicios básicos (programas de vacunación infantil, mortalidad intrahospitalaria por infarto agudo de miocardio y accidentes cerebrovasculares, supervivencia al cáncer y admisiones hospitalarias evitables). El cuadro 4.7 presenta indicadores representativos para algunos países de ALC. Así, un poco más de la mitad de los países de ALC alcanzaba los niveles mínimos de inmunización recomendados por la OMS para prevenir la propagación de la difteria, el tétanos y la tosferina (DTP) (90 %) y un casi un tercio lograba la meta establecida para el sarampión (95 %) en 2018. En el resto de los indicadores, relacionados con mortalidad intrahospitalaria por razones cardiovasculares, supervivencia al cáncer y admisiones evitables, prima la falta de información en muchos países. En los casos que se reportan, en general los indicadores muestran

un desempeño inferior al de los países de la OCDE, con excepciones puntuales.

El otro enfoque para medir la calidad es a partir de la percepción del usuario (Donabedian, 2001). Mediante distintas encuestas realizadas en la región, se puede observar que los sistemas existentes para medir la calidad de la atención están débilmente desarrollados y, por tanto, la información disponible para la toma de decisiones es muy precaria. Sin embargo, con la información disponible, se puede sostener que la mayoría de los sistemas de salud de ALC tienen un bajo desempeño en la provisión de servicios de calidad y que, entre las principales razones por las que las personas enfermas evitan o postergan el uso de los servicios, se encuentran el costo de la atención, los problemas organizacionales (comunicación, imposibilidad de obtener un turno o para seguimiento), que repercuten en la baja calidad y disponibilidad, o la percepción de que no les resuelve el problema (Álvarez et al., 2020).

Un caso singular es el de Perú, donde la Encuesta Nacional de Hogares revela que los largos tiempos de espera, la percepción sobre la pobre efectividad de los servicios del primer nivel y el maltrato (problemas que se han incrementado sostenidamente en los últimos 10 años) han llegado a constituirse en la principal barrera de acceso a los servicios de salud, por encima del costo de los mismos (Rojas Bolívar, 2016).

En la pandemia esta situación se agravó aún más. Con la finalidad de minimizar los efectos del COVID-19, la mayoría de los esfuerzos del sector (infraestructura, recursos humanos, insumos médicos, etc.) se abocaron al tratamiento de pacientes afectados por el COVID-19 y la detección temprana de casos. Un impacto colateral de estas decisiones recayó sobre pacientes tradicionales, a quienes se atendía en condiciones muy restrictivas o incluso sufrieron el aplazamiento o interrupción de sus terapias (Barriga et al., 2021; Gómez Rincón, 2021; Union for International Cancer Control, 2020; Vela-Ruiz et al., 2020). Aunque todavía no existen estudios que hayan medido todas las dimensiones de este impacto, durante el período crítico de la pandemia se prolongaron los tiempos de espera para cirugías electivas; también se incrementaron las dificultades para recibir tratamiento de urgencia, se deterioró la calidad de la atención del cáncer y disminuyeron las cirugías para enfermedades cardiovasculares (Iacobucci, 2021). Este impacto no es menor en el caso de la salud mental y los servicios para afecciones neurológicas y el tratamiento del abuso de sustancias, los cuales ya eran deficitarios antes de la pandemia. También resultaron afectados servicios bien establecidos o en sostenido proceso de mejora, como los de salud reproductiva. Según

la OPS la atención al embarazo y al recién nacido “se ha interrumpido en casi la mitad de los países de las Américas” (OPS, 2021a). En la etapa más estricta

del confinamiento, de marzo a agosto de 2020, los controles prenatales se redujeron en un 40 % en la región (OPS, 2020b).

Cuadro 4.7 Indicadores de calidad de atención

Fuente: Elaboración propia con base en OCDE y Banco Mundial (2020).

País	Vacunación infantil		Sobrevivencia del cáncer			Mortalidad intrahospitalaria por			Admisiones hospitalarias evitables				
	Cobertura de vacunación DTP3	Cobertura de vacunación MCV1	Cáncer de mama	Cáncer cervicouterino	Cáncer de colon	IAM	ACV Isquémico	ACV Hemorrágico	Por asma	Por EPOC	Por ICC	Por hipertensión	Por diabetes
	% de la población de 1 año de edad (2018)		Tasa de supervivencia a cinco años (2010-2014)			Tasas de letalidad intrahospitalaria en los 30 días posteriores a la admisión, por cada 100 pacientes mayores de 45 años (2017)			Tasas estandarizadas para mayores de 15 años por 100.000 habitantes (2017)				
ALC	90	90	78	60	52	10,6	11,7	22,2	18,4	99,3	100,3	38,8	122,5
OCDE	95	95	84	66	62	6,9	7,7	24,0	41,9	183,3	233,0	84,3	128,9
Argentina	86	94	84	53	54	-	-	-	-	-	-	-	-
Bolivia	83	89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Brasil	83	84	75	60	48	13,3	16,8	27,7	22,8	85,2	116,7	48,1	91,8
Chile	95	93	76	57	44	8,2	8,3	21,3	18,5	79,6	96,4	17,5	118,7
Colombia	92	93	72	49	35	5,6	-	-	12,1	119,6	60,5	-	62,1
Costa Rica	94	94	87	78	60	0,3*	2,7*	1,6*	26,7	98,8	38,8	26	131,9
Cuba	99	99	75	73	64	-	-	-	-	-	-	-	-
R. Dominicana	94	95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ecuador	85	83	76	52	48	-	-	-	-	-	-	-	-
El Salvador	81	81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Guatemala	86	87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Guyana	95	98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Haití	64	69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Honduras	90	89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jamaica	97	89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
México	88	97	-	-	-	27,5	19,2*	29,9	7,6	76,9	57,0	75,3	248,5
Nicaragua	98	99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Panamá	88	98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Paraguay	88	93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Perú	84	85	82	57	59	-	-	-	-	-	-	-	-
T. y Tobago	99	90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Uruguay	91	97	-	57	54	8,8	11,4	30,5	22,9	135,9	182,3	27,0	82,2
Venezuela	60	74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota: Las cifras para ALC y OCDE corresponden al promedio de los datos de los países disponibles. ACV: accidente cerebrovascular; DTP3: vacuna contra la difteria, la tosferina y el tétanos; EPOC: enfermedad pulmonar obstructiva crónica; IAM: infarto agudo de miocardio; ICC: insuficiencia cardíaca crónica; MCV1: primera dosis de la vacuna antisarampionosa. * indica que los datos son de 2015.

Costo y asequibilidad

La dimensión del costo de provisión del servicio de salud se puede aproximar a través del gasto total, que mide el consumo final de bienes y servicios sanitarios, incluyendo infraestructura sanitaria, medicamentos y recursos humanos (OCDE, 2021c). Este indicador se presenta de forma agregada (gasto total) o desagregado por tipo de financiamiento (público, privado, gasto de bolsillo). De hecho, la dimensión asociada de asequibilidad se puede aproximar por el gasto privado en salud y, en particular, por el gasto de bolsillo.

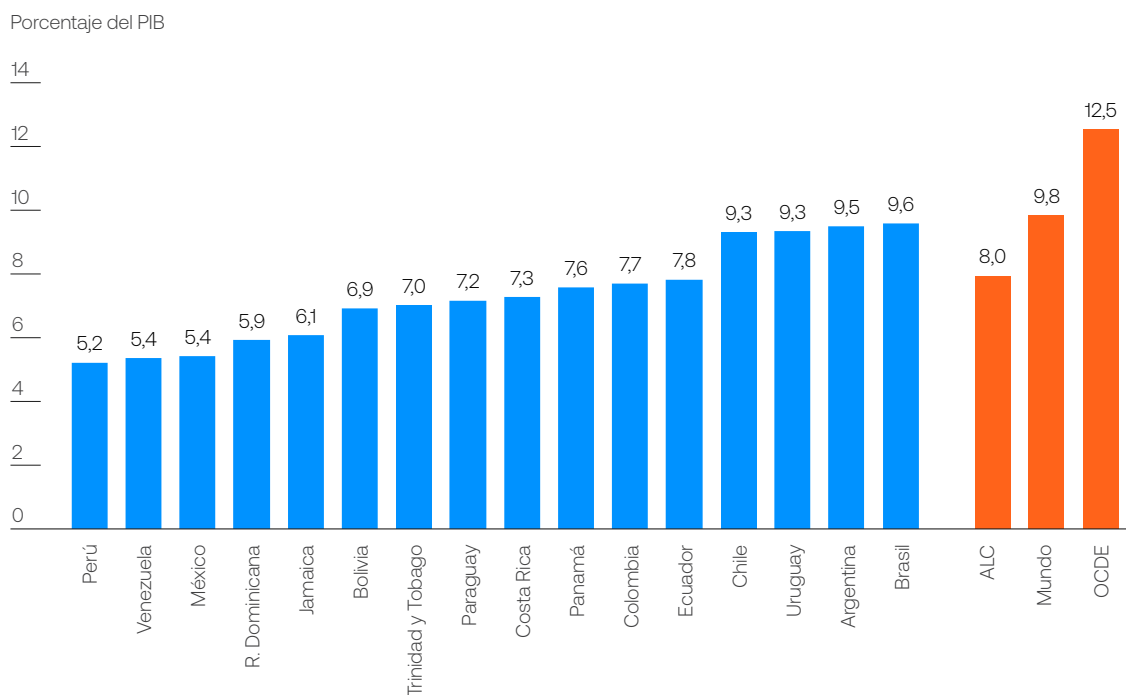
El gasto total en salud (público y privado) en la región como porcentaje del PIB fue en aumento durante el siglo XXI, desde el 6,4 % en el año 2000 al 8 % en 2019. Este nivel todavía se encuentra por debajo del 12,5 % de los países miembros de la OCDE o del 9,8 % del promedio mundial (Álvarez et al., 2020). Como se puede observar en el gráfico 4.8, Brasil es el país que presenta el mayor gasto total y Perú, el menor.

El gasto público en salud se destina a inversiones, como la construcción de hospitales, la adquisición de equipos médicos, los salarios del personal de salud, la provisión de medicamentos y las actividades de salud pública. El análisis detallado del gasto destinado para cada uno de estos elementos que componen la acción sanitaria es más complejo por la ausencia de fuentes comparables (Podestá, 2020).

Un porcentaje importante de este gasto en salud es el que realiza el sector público. Según la OMS (2010), el gasto público como porcentaje del PIB debería superar el 6 %. Sin embargo, antes de la pandemia la región gastaba en promedio un 4 %, muy por debajo de dicho umbral y un poco más de la mitad de lo que gasta el sector público en el promedio de los países de la OCDE (7,7 %). El único país que se encontraba por encima de la meta propuesta por la OMS era Uruguay, con el 6,2 % (ver el gráfico 4.2).

Gráfico 4.8
Gasto total en salud público y privado como porcentaje del PIB en 2019

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Banco Mundial (s.f.a).



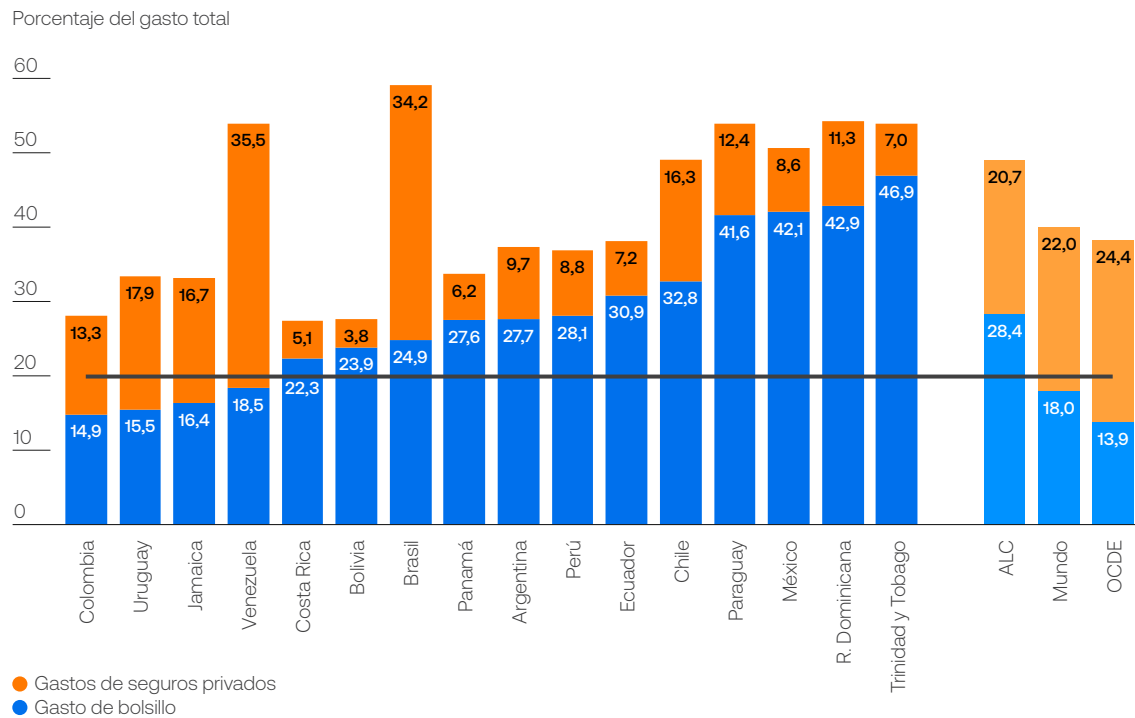
El complemento del gasto total en salud proviene de aportes al sistema privado (seguros privados de aportes) y del gasto de bolsillo. Este último permite aproximar cuáles son las barreras económicas que enfrenta la población para la utilización de los servicios (Fajardo-Dolci et al., 2015). El gasto de bolsillo en salud es la contribución financiera directa que deben hacer las personas al momento de utilizar el sistema de salud, debido a que, por ejemplo, los servicios no están cubiertos, no cuentan con un seguro o se atiende de forma particular (Montañez, 2018). Por lo tanto, es un indicador clave de la protección financiera y relevante para evaluar el acceso a la salud y el desempeño global que tiene el sistema de salud.

De esta forma, la medida del porcentaje del gasto total en salud que proviene del gasto privado permite analizar la asequibilidad del sistema de salud. Cuanto más gasto de bolsillo presenta un país como porcentaje del gasto

total en salud, menor acceso habrá a la salud y viceversa, afectando la asequibilidad del sistema. La OMS recomienda que el gasto de bolsillo no supere el 20 % del gasto total en salud. Según datos de 2019, solo Colombia, Jamaica, Uruguay y Venezuela, presentaban un gasto de bolsillo por debajo del 20 % mientras que el resto de los países analizados superaban el límite recomendado (gráfico 4.9). De hecho, la contribución privada (incorporando los pagos de seguros de salud) representó un 49 % del gasto total para el promedio de la región (28 % el gasto de bolsillo y 21 % el gasto de seguros privados). Estas cifras se encuentran por encima del promedio mundial (18 % y 22 %, respectivamente) y de los valores de la OCDE (13,9 % y 24,4, respectivamente). Sin duda, este elevado gasto privado dificulta la asequibilidad del sistema, reflejando en las encuestas de salud que una de las principales razones por las que las personas enfermas evitan o postergan el uso de los servicios es el costo de la atención.

Gráfico 4.9
Gasto privado como porcentaje del gasto total en salud en 2019

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Banco Mundial (s.f.a).



Infraestructura sanitaria para enfrentar el cambio climático

El reporte especial de la OMS para la COP 26 concluye que “el cambio climático es la mayor amenaza para la salud que enfrenta la humanidad” (OMS, 2021h). Los países con infraestructuras sanitarias deficientes serán los menos capaces de prepararse y responder sin ayuda a los efectos del cambio climático (OMS, 2021a). Esto incluye especialmente a los países sin actualizaciones en sus estándares de construcción que contemplen las condiciones climáticas cambiantes (IPCC, 2022a). El cambio climático aumentará la demanda de servicios de salud, incluyendo programas de salud pública, actividades de prevención y control de enfermedades, recursos humanos en salud, infraestructura y suministros sanitarios (Field et al., 2014).

A pesar de estas alertas sobre los riesgos para la salud, actualmente solo la mitad de los 95 países encuestados por la OMS (2021e) han realizado evaluaciones de vulnerabilidad y adaptación de la salud al cambio climático. De ellos, un 58 % desarrolló algún tipo de respuesta adaptativa en esta área (actualización o incorporación de planes y programas o asignación de recursos en salud orientados al cambio climático). En ALC solo 7 de 26 países encuestados realizaron evaluaciones (de los cuales 5 ya iniciaron algún tipo de respuesta programática o de asignación recursos), mientras que otros 5 países las están desarrollando.

Por su parte, una recopilación de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) para la ONU afirma que las infecciones por COVID-19 y las olas de calor, los incendios sin control y la pobre calidad del aire se combinan para amenazar la salud mundial. El reporte señala que esto pone a las poblaciones vulnerables en mayor riesgo y que los esfuerzos post-COVID-19 deberían estar alineados con las estrategias nacionales para el cambio climático (OMM/Naciones unidas, 2021). Al respecto, un reciente informe del IPCC (2022a) señala que incrementar la resiliencia climática de los servicios de salud protege y promueve la salud humana y el bienestar. El informe resalta que las estrategias de adaptación en el sector deben incluir especialmente sistemas de alerta temprana en el caso de olas de calor y de enfermedades

transmitidas por el agua y los alimentos; mejoras en el acceso a agua potable, reduciendo la exposición de la infraestructura de este sector a eventos extremos; sistemas de vigilancia y alerta temprana y el desarrollo de vacunas en el caso de enfermedades transmitidas por vectores; y mejoras en el acceso a cuidados de salud mental y monitoreo del impacto sociofísico en el caso de los riesgos de salud mental vinculados al cambio climático. En líneas generales, el informe recomienda un enfoque de adaptación integrado entre distintos niveles de gobierno y sectores.

Al finalizar la COP 26, un grupo de 50 países se comprometieron a dos iniciativas (OMS, 2021d):⁶⁷

- Desarrollar sistemas de salud resilientes al clima. Para ello, proponen realizar evaluaciones del cambio climático y de la vulnerabilidad y adaptación en salud (EVA); formular un Plan Nacional de Adaptación en Salud (PNAS), informado por las EVA, que forme parte del Plan Nacional de Adaptación (PNA), a ser publicado en una fecha límite; y usar las EVA y el PNAS para facilitar el acceso a financiamiento para el cambio climático en la salud.
- Desarrollar sistemas de salud sostenibles bajos en carbón. Para ello, proponen establecer una fecha límite para alcanzar sistemas de salud con emisiones netas cero (idealmente para 2050); entregar una evaluación basal de emisiones de gases de efecto invernadero del sistema de salud (incluyendo las cadenas de suministro); y formular un plan de acción u hoja de ruta para desarrollar un sistema de salud sostenible bajo en carbón, que también considere la exposición humana a la contaminación del aire y el rol que el sector de la salud puede jugar para reducir dicha exposición a través de sus actividades y acciones.

⁶⁷ En esta lista estaban incluidos Argentina, Chile, Colombia, Jamaica, Panamá, Perú y República Dominicana.

Lecciones aprendidas: el inicio de un sistema de salud resiliente

La pandemia del COVID-19 ha expuesto el nivel de preparación de los sistemas de salud de la región para enfrentar esta clase de eventos disruptivos, que lo ponen en una situación de tensión extrema. Esta experiencia ha dejado claro algunos cambios que el sector debe implementar para ser capaz de enfrentar otras situaciones que también demanden una respuesta rápida y efectiva del sistema.

Es posible destacar lecciones aprendidas por el sector durante la pandemia, entre las cuales se destacan las siguientes:

- Por el lado de la gobernanza, la debilidad institucional para ejecutar las políticas se hizo evidente incluso en las medidas tomadas durante el COVID-19, donde no fue del todo efectivo el cumplimiento de los objetivos establecidos en los planes de respuesta a este problema; esta situación supuso aún más dificultades por la existencia de sistemas de salud con altos niveles de fragmentación, como los que se encuentran en gran parte de los países de ALC. Sin embargo, los países demostraron tener capacidades para una rápida adaptación, estableciendo medidas para controlar los contagios, reorientar y expandir los recursos necesarios y desplegar campañas de vacunación con éxito variado, aunque la respuesta todavía requiere mejoras. Es necesario fortalecer las capacidades de los gobiernos para planificar y desarrollar un conjunto de herramientas legales, financieras y organizativas que incrementen la eficacia y la oportunidad de las respuestas. La coordinación supranacional podría haber facilitado parte de estos fortalecimientos.
- El escaso financiamiento con el que contaba el sector constituyó una limitación adicional. La pandemia encontró a los países de ALC con un desfinanciamiento crónico y con un financiamiento público deficiente. Los países tuvieron que inyectar recursos o priorizar partidas en sus presupuestos (desplazamientos de gastos públicos). Los nuevos recursos provinieron de fondos de contingencia o de endeudamiento. Es importante rever la sostenibilidad financiera y su adaptación ante la ocurrencia de estos eventos disruptivos extremos.
- En cuanto a la gestión específica de pandemias y la vigilancia de la salud pública, los países formularon o actualizaron sus normas y procedimientos para la vigilancia del COVID-19, extendiendo su ámbito desde los establecimientos de salud a centros comerciales y otros lugares. No obstante, encontraron barreras para coordinar, interoperar y asegurar la calidad de los datos de sus fuentes de información.
- Por el lado de las brechas del servicio de salud, la pandemia agudizó los déficits preexistentes en el sector. Los gobiernos de los países reorientaron los recursos públicos para subsanar las deficiencias de los servicios de salud, aumentando su capacidad para atender a pacientes con COVID-19, lo cual afectó la capacidad de acceso de las personas con condiciones o enfermedades no relacionadas con esta enfermedad.
- Asimismo, debido a la debilidad de la capacidad resolutoria del primer nivel de atención, se presentó un sesgo de atención y recursos en las grandes urbes de los países, donde se encuentran los hospitales con mayor capacidad. Entre las capacidades más importantes a considerar en el primer nivel de atención, se encuentran (i) la capacidad diagnóstica (con métodos rápidos o por traslado de muestras a un laboratorio de soporte), conjuntamente con equipamiento para el diagnóstico por imágenes; (ii) la capacidad para atender eventos que requieran soporte ventilatorio de urgencia (incluyendo la dotación de oxígeno medicinal); (iii) la capacidad para referir los pacientes a una red de servicios especializados; y (iv) la conectividad vía internet para poder brindar servicios de forma remota, especialmente para los pacientes que necesitan atención tradicional.
- Un factor crítico para la atención de la pandemia fue el recurso humano en salud. Los países implementaron una serie de mecanismos para cubrir los déficits del sistema, tanto en cantidad como en distribución. Sin embargo, estas medidas encontraron su propio límite en la disponibilidad total de recursos calificados especializados en el manejo de cuidados críticos, la vulnerabilidad de una proporción importante del personal (edad y comorbilidades), así como el impacto de la propia pandemia en la vida de los recursos humanos del sector.

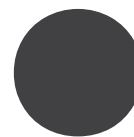
Los países con infraestructuras sanitarias deficientes serán los menos capaces de prepararse y responder sin ayuda a los efectos del cambio climático.



- En cuanto a insumos médicos, medicamentos y vacunas, dada la dependencia de la región del comercio de estos elementos y ante la falta de mecanismos supranacionales que posibilitaran mejores condiciones de negociación, los países se abastecieron de manera aislada con proveedores del mercado global. Un caso excepcional fue el Mecanismo COVAX, herramienta creada con la finalidad de abastecer de vacunas a través de mecanismos de procura conjunta. El COVAX demostró rápidamente sus propias limitaciones para abastecer en los volúmenes requeridos y en el tiempo esperado. Los países con mayor capacidad y desarrollo institucional en evaluación de tecnologías sanitarias y mejor estructura normativa para agilizar la compra de productos innovadores fueron capaces de disponer de la vacuna con mayor rapidez que otros. Son estos países los que han avanzado más en establecer acuerdos para que en el mediano plazo se puedan tener plantas de producción de vacunas contra el COVID-19 en la región.
- La mayoría de los países fortalecieron y ampliaron la red de infraestructura sanitaria, pero esta es aún insuficiente para la cantidad de población de sus países, más allá de las acciones tomadas en respuesta al COVID-19. El aumento en la dotación de camas UCI y equipos críticos, como ventiladores mecánicos, resultó insuficiente para la demanda por la emergencia sanitaria incluso en países que antes de la pandemia superaban el estándar requerido por la OMS.

Cada una de las evidencias que dejó el COVID-19 permite pensar en acciones prácticas que aumenten la capacidad de respuesta de este sector frente a eventos de esta magnitud (sean epidemiológicos o eventos extremos climáticos), transformando el sistema de salud actual en uno resiliente. Estas acciones prácticas se desarrollarán con profundidad en el capítulo 5.

5



Intervenciones en infraestructura para un mejor ambiente

Áreas de intervención en los sectores de la infraestructura económica

Todos los sectores de la infraestructura económica y, en particular, los priorizados en este reporte (agua y energía) enfrentarán múltiples desafíos derivados de los compromisos que van asumiendo los países respecto de los ODS, las CDN y la conservación de los recursos. Se espera que estos cambios afecten desde las dimensiones técnicas y operativas de los sectores (por ejemplo, modificaciones en los procesos productivos para la prestación de servicios) hasta las reformas en las instituciones y regulaciones de estas industrias.

Este capítulo presenta, en primer lugar, el contexto institucional para la energía y el agua y, en segundo lugar, oportunidades de intervención que pueden facilitar el afrontamiento de estos desafíos y el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible.

Los desafíos y oportunidades para el sector de la salud se presentan en la última sección del capítulo.

Contexto institucional en la región

La situación institucional de los sectores de infraestructura de energía y agua es muy variada en los distintos países de ALC. Una característica común en la mayoría de ellos es que no están muy desarrollados, principalmente en cuanto a la calidad institucional (Cont et al., 2021). Además, se observa una fuerte presencia y dependencia del sector



público. A continuación, se detallan las características institucionales de ambos sectores en ALC.

Sector energético

Debido a que las tendencias de transición energética focalizan los esfuerzos en los subsectores eléctrico y de gas natural, este apartado presenta un repaso sintético de ambos marcos institucionales en la región. En el caso de la electricidad, es posible resumir el estado de situación a partir del índice de reforma sectorial que elabora el Banco Mundial (2017). Este índice refleja cuatro dimensiones de reforma: existencia de una agencia reguladora autónoma, reestructuración vertical y horizontal del sector, introducción de la competencia en la generación y participación privada en los diferentes

segmentos de la cadena. La región de ALC, en especial los países sudamericanos, muestra un valor alto del índice de reforma sectorial en comparación con el resto del mundo, sobre todo, luego del proceso de reforma que tuvo lugar durante la década de 1990 (cuadro 5.1).

Si bien a nivel regional la reforma institucional del sector eléctrico parece consolidada, en los países pioneros (por ejemplo, Argentina, Brasil, Colombia y Perú), el índice global de reforma muestra leves caídas entre 2005 y 2015. Estos descensos están asociados mayormente a la disminución de la participación privada (ya que los subíndices de regulación, separación vertical y competencia muestran valores máximos, según se observa en las columnas correspondientes del cuadro 5.1).⁶⁸ En otros países, como Chile, el proceso de maduración es creciente.

Cuadro 5.1
Índice de reforma sectorial en el sector eléctrico en 1995, 2005 y 2015

Fuente: Elaboración propia con base en Rodríguez Pardina et al. (2022).

País	Índice de reforma sectorial			Componentes del índice en 2015			
	1995	2005	2015	Regulación	Separación vertical	Competencia	Participación privada
Argentina	99	99	96	25	25	25	21
Bolivia	2	10	34	0	0	25	9
Brasil	16	95	81	25	25	25	6
Chile	53	69	75	25	25	0	25
Colombia	80	82	77	25	12,5	25	14
Ecuador	16	79	77	25	25	25	2
Guatemala	17	98	92	25	25	25	17
Honduras	40	42	45	25	0	6,25	14
México	31	40	53	25	0	25	3
Nicaragua	48	81	87	25	25	25	12
Perú	65	97	91	25	25	25	16
R. Dominicana	17	96	82	25	25	25	7
Venezuela	16	48	44	0	25	12,5	6
ALC	38	72	72	21	18	21	12
Resto del mundo	6	31	38	16	7	9	6

Nota: Bolivia estableció un sistema de regulación en la década de 1990 (superintendencias sectoriales y una superintendencia general) que no se ve reflejado en el índice del año 1995. En Chile existe un mercado competitivo de generación desde mediados de la década de 1980, aunque el dato de 2015 refleja inexistencia de competencia. Por último, el mercado de generación de Argentina ha estado expuesto a diversas intervenciones desde el año 2002.

⁶⁸ Es importante tener presente que la elaboración de un índice que capture la naturaleza multidimensional de la reforma es una tarea compleja ya que los cambios deben adaptarse a las características propias de cada país. De hecho, en este índice, implícitamente, se presupone como "mejor" un sistema competitivo, verticalmente desintegrado, con participación privada y en el que se haya creado una agencia reguladora autónoma. Esto no toma en cuenta, por ejemplo, la viabilidad (o incluso la eficiencia) de la competencia o la deseabilidad de la desintegración vertical u horizontal en un sistema pequeño. Ver más detalles y observaciones sobre el índice en Rodríguez Pardina et al. (2022).

En el caso del mercado del gas natural, los países que cuentan con mercados más desarrollados a nivel de consumidor final son Argentina, Brasil, Colombia, México y Perú. En la región también hay países con gran producción (Bolivia y Venezuela) o que son básicamente importadores (Chile, Uruguay y algunos países del Caribe) pero que no tienen un elevado desarrollo del mercado local. En línea con las dimensiones identificadas para el sector eléctrico, el cuadro 5.2 describe el estado de la regulación, la integración vertical del

sector, la competencia en exploración, producción o comercialización y el nivel de participación privada en el sector para estos países. En términos generales, todos ellos estructuraron los sectores separando los componentes verticales (producción, transporte, distribución y comercialización), incorporando competencia donde era posible (producción y comercialización) y regulando los segmentos de infraestructura con una agencia independiente.⁶⁹

Cuadro 5.2
Estructura del mercado de gas natural

Fuente: Rodríguez Pardina et al. (2022).

País	Regulación	Separación vertical	Competencia	Participación privada
Argentina	Ente Nacional Regulador del Gas (ENARGAS).	Producción, transporte, distribución y comercialización.	En los segmentos de producción y comercialización (clientes libres). Los clientes regulados son atendidos por distribuidoras.	En todos los segmentos. En la producción el líder es YPF (empresa estatal).
Brasil	Agencia Nacional del Petróleo para los segmentos de producción y transporte. Reguladores estatales para la distribución.	Producción, transporte, distribución y comercialización.	La Nueva Ley de Gas, promulgada en el año 2020, promueve la competencia en el sector de producción o exploración y mayor participación en el transporte.	Producción: explotaciones conjuntas con la empresa Petrobras. Transporte: empresa estatal Petrobras. Distribución: existe participación privada (la mayoría de las distribuidoras son de Petrobras).
Colombia	Comisión de Regulación de Energía y Gas para la regulación. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios para la fiscalización.	Producción, transporte, distribución y comercialización.	En los segmentos de producción y comercialización (clientes libres). Los clientes regulados son atendidos por distribuidoras.	En todos los segmentos. Hay 7 empresas de transporte y más de 40 de distribución, mayoritariamente de capital privado.
México	Secretaría de Energía: define la política energética. Comisión Nacional de Hidrocarburos: regulador en exploración y extracción. Comisión Reguladora de Energía: regula el almacenamiento, el transporte y la distribución.	Producción, transporte, distribución y comercialización.	Antes de la Reforma de 2013, la empresa estatal Pemex era monopolio en la producción y exploración. La Reforma abrió el segmento a la participación privada y la competencia.	Participación privada en todos los segmentos. Hay más de 35 empresas concesionadas en todo el país, mayoritariamente con participación privada. En transporte también hay capital privado, aunque Pemex tiene una participación relevante a través de Pemex Gas y Petroquímica Básica.
Perú	El Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería regula el segmento de transporte y distribución de gas natural por ductos.	Producción, transporte, distribución y comercialización.	La exploración, extracción y tratamiento del gas natural son actividades que se desenvuelven en un contexto competitivo.	Participación privada en todos los segmentos, tanto en el yacimiento de Camisea como en transporte y distribución.

⁶⁹ En algunos casos, como Argentina, la agencia reguladora ha pasado por diversas etapas de intervención.

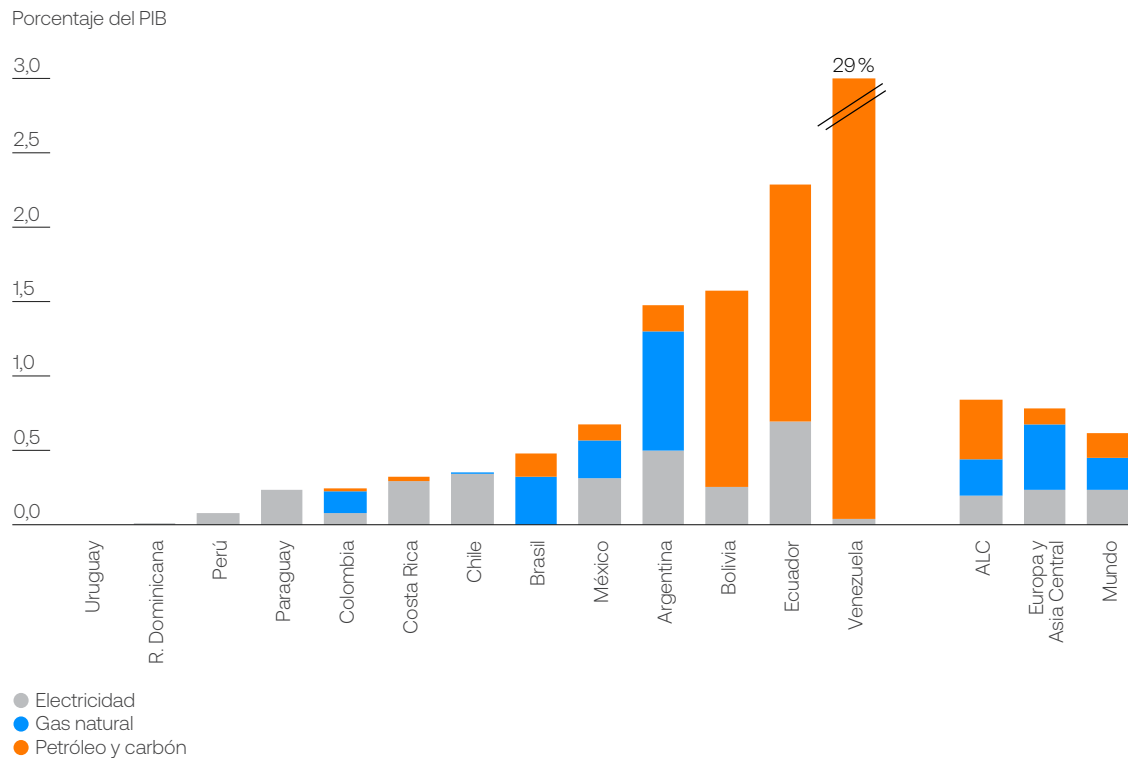
Otro aspecto institucional importante para el sector energético es la política tarifaria y de subsidios. Por un lado, en el contexto de transición energética, uno de los principales desafíos desde el punto de vista tarifario se relaciona con el nivel de precios, acompañado por la política de subsidios sectoriales, ya que en muchos países estas no cubren los costos económicos de brindar el servicio. La cobertura de costos eficientes es elemental para la sostenibilidad económica y financiera del sector y, además, permite identificar rigideces que pueden enfrentar los países al actualizar sus políticas energéticas. Por ejemplo, emprender una transición desde derivados del petróleo a electricidad puede implicar fricciones en un país si el consumo de los primeros (derivados de petróleo) está subsidiado (además de otras razones identificadas en el capítulo 2). Cuando el servicio de electricidad o gas natural también está subsidiado, se suma una dimensión más, pues un subsidio en el sector implica un consumo por encima del nivel eficiente en las

condiciones actuales, lo que puede dificultar las políticas de demanda que induzcan, por ejemplo, la eficiencia energética.

La región posee una larga trayectoria en subsidios energéticos. Según el Fondo Monetario Internacional (FMI, 2021), el subsidio directo a través del aporte estatal representó el 0,84 % del PIB de la región en el año 2021, frente a un 0,62 % a nivel mundial (ver el gráfico 5.1). Los derivados del petróleo y el carbón representaban un 48 % (0,40 % del PIB), el gas natural el 29 % y la electricidad el 23 % restante. En la región hay una gran heterogeneidad: en un extremo, un grupo presenta subsidios nulos o muy acotados (Perú y Uruguay), mientras que, en el otro extremo, pueden equivaler al 1,5 % y el 2 % del PIB (Argentina, Bolivia y Ecuador). De hecho, mientras que en Argentina el mayor peso está en la electricidad y el gas natural, Bolivia y Ecuador subsidian fuertemente los combustibles.

Gráfico 5.1
Subsidios energéticos directos en países de la región por fuente como porcentaje del PIB en 2021

Fuente: Elaboración propia con base en FMI (2021).



Nota: Los datos son ilustrativos; pueden existir diferencias de cálculo entre los países.

Los subsidios directos se computan como la diferencia entre el precio que cobran los oferentes y el precio que pagan los demandantes. Sin embargo, el precio de oferta no necesariamente incluye costos asociados a externalidades, en particular, las ambientales (emisiones de GEI, contaminación local, congestión, etc.). El FMI también realiza una aproximación a los costos externos y estima subsidios totales. Estos representaron el 3,7 % del PIB de la región en el año 2021, frente a un 6,9 % a nivel mundial (gráfico 5.2), reflejando la problemática regional sobre la importancia de estos sectores en la emisión global de GEI y otros efectos externos. La subestimación de costos ambientales en los países de la región es generalizada.

Por su naturaleza, estos subsidios producen ineficiencia en el consumo. Dichas ineficiencias se traducen en daños al medio ambiente a través de la contaminación del aire local, exacerbando la congestión y otros efectos secundarios adversos del uso de vehículos y aumentando las concentraciones atmosféricas de gases de efecto

invernadero. También se pueden generar incentivos incorrectos al desalentar inversiones en eficiencia energética, energías renovables e infraestructura energética. En ausencia de mecanismos cruzados, estos esquemas imponen cargas al fisco, limitando los recursos para otros fines (por ejemplo, en salud, educación e infraestructura), requiriendo mayores impuestos o financiación con deuda pública. Aún más, cuando el origen del servicio no es local (por ejemplo, importaciones de combustibles), una política de subsidios excesiva puede imponer condiciones sobre la balanza de pagos. Por último, si no llegan a los usuarios de bajos ingresos, se suma un mal desempeño en términos de equidad.

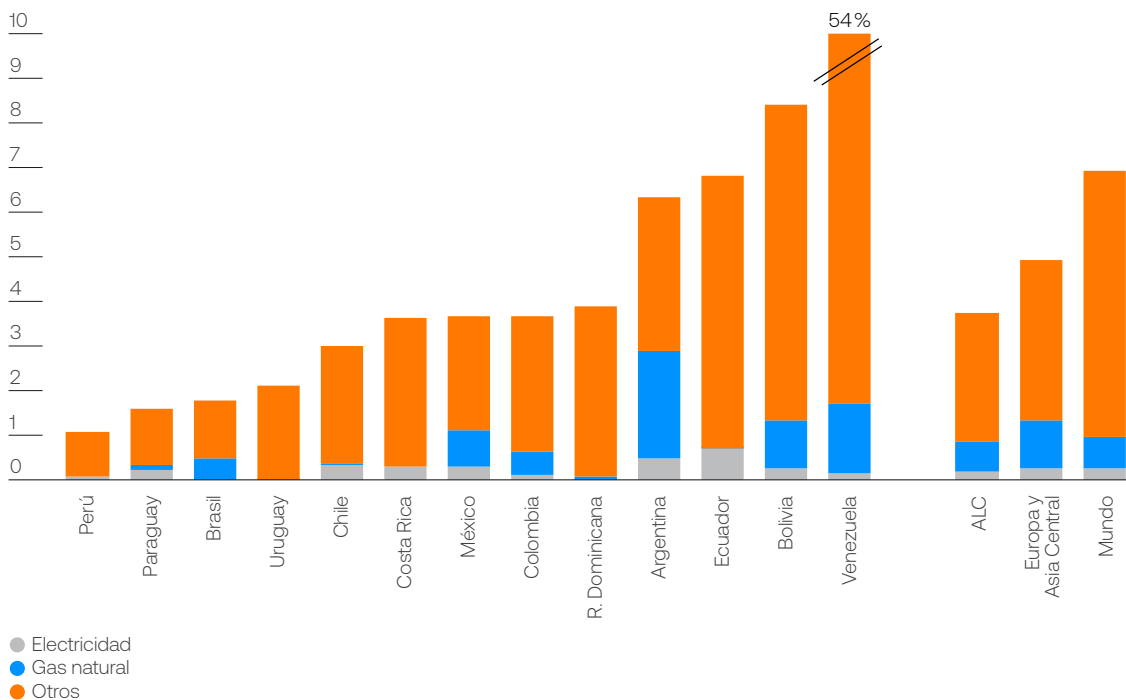
Respecto a este último punto, existe amplia evidencia de que los subsidios a la energía son una forma ineficiente de brindar protección social. Según distintas fuentes, dada la falta de focalización, los sistemas de subsidios gastan entre USD 10 y USD 12 para que llegue USD 1 al quintil de bajos ingresos (Robles et al., 2015, Feng et al., 2018).

Gráfico 5.2

Subsidios energéticos totales en países de la región por fuente como porcentaje del PIB en 2021

Fuente: Elaboración propia con base en datos del FMI (2021).

Porcentaje del PIB



Nota: Los datos son ilustrativos; pueden existir diferencias de cálculo entre los países.

Por otro lado, la estructura tarifaria determina los valores relativos de las diferentes categorías tarifarias (usuarios) y la estructura interna de las tarifas de cada categoría (según el consumo de usuarios de una misma categoría). La modernización del sector energético requiere del diseño e implementación de una estructura tarifaria eficiente, donde adquiere particular importancia la adopción de esquemas que promuevan un uso eficiente de los recursos disponibles y, más importante aún, que brinden señales adecuadas para las inversiones en el mediano y largo plazo. Esto es particularmente importante en el sector eléctrico donde se están dando cambios tecnológicos acelerados. Desde un punto de vista económico, la reducción en el costo de las energías renovables hace más frecuente la generación de electricidad a costo marginal bajo. Por su parte, los medidores inteligentes permiten registrar el consumo de los usuarios con una frecuencia horaria. Por último, la incorporación de prosumidores impone una restricción sobre el componente de distribución de la tarifa. En un contexto de sostenido incremento de las energías renovables, la implementación de tarifas en bloques crecientes (de amplia vigencia en la región) se convierte en una traba para el progreso y la sostenibilidad financiera del sistema. Los usuarios de mayor consumo tienen mayores incentivos para migrar hacia la autogeneración, más conveniente desde la perspectiva individual, lo que resultaría en una sustancial pérdida de ingresos para los prestadores. Por otro lado, una tarifa que descansa en cargos fijos tiene efectos distributivos negativos.

La tarificación para los usuarios prosumidores ha evolucionado en la región bajo dos alternativas: medición neta (*net-metering*) y facturación neta (*net-billing*).⁷⁰ Bajo medición neta, la energía inyectada a la red tiene el mismo valor que la energía importada de la red, mientras que bajo facturación neta, la energía inyectada a la red se vende al proveedor del servicio a un precio (generalmente precios al por mayor o de “costo evitado”) y la energía consumida de la red se compra a precio minorista, en algunos casos, con cargos e impuestos según el valor (Dufo López y Bernal Agustín, 2015). En términos económicos, la medición neta representa un problema de eficiencia asignativa, ya que el costo del suministro —que comprende la generación, transmisión, distribución y comercialización— es necesariamente mayor que los costos que

la empresa evita al recibir energía del usuario con generación distribuida, que incluye el costo de generación y el impacto sobre las pérdidas. Es decir, que bajo esta regla, al usuario se le retribuye con un valor que incluye el costo de servicios que este no provee a la red. Esto se ve potenciado cuando las tarifas están basadas principalmente en cargos de energía y cuando no existe diferenciación horaria en las tarifas. Para los grandes usuarios comerciales e industriales, en general las tarifas incluyen cargos de potencia, con lo cual los problemas de eficiencia asignativa tienden a ser menores. Sin embargo, los costos de generación distribuida, incluyendo en algunos casos no solo renovables intermitentes, sino también cogeneración térmica, son menores dada la existencia de economías de escala. Esto puede llevar a que incluso distorsiones menores en la señal de precios resulten en inversiones ineficientes sustantivas en el sistema.

Por su parte, un esquema de facturación neta provee una señal eficiente para la asignación de recursos, dado que la energía inyectada se valúa al costo evitado (incluyendo el impacto que pueda tener sobre las pérdidas), mientras que las extracciones son valuadas al costo minorista, que incluye todas las etapas de producción. La diferenciación entre cargos de energía y de potencia también contribuye a que una reducción en el factor de carga (de abastecimiento en el sistema) de los usuarios con generación distribuida no afecte negativamente a la sostenibilidad financiera de la proveedora del servicio o al resto de los usuarios.

En la región se han implementado variantes (ver la revisión realizada por Novaes Mejdalani et al., 2019) según el mecanismo de acumulación de los desbalances (dinero o energía), el periodo de acumulación y la compensación al cumplirse ese periodo (ver el cuadro 5.3). Cuatro de los 17 países en el cuadro 5.3 consideran balances en energía (variantes de medición neta), mientras que 11 usan balances monetarios (variantes de facturación neta). Brasil y Costa Rica usan un método mixto. Los saldos se compensan al expirar el período de acumulación en la mayoría de los casos (9), mientras que en 3 de ellos los saldos se pierden (Brasil, Chile y República Dominicana).

⁷⁰ Tarifas de compra por parte de la red a precios preferenciales (*feed-in-tariffs*) y esquemas de generación distribuida sin autoconsumo (*self-all buy-all*) son también posibilidades de remuneración de la generación distribuida.

Las inversiones en infraestructura deberán contemplar el crecimiento orgánico y los cambios en la demanda y oferta, y la necesidad de aumentar la eficiencia y resiliencia de los sistemas.



Cuadro 5.3
Mecanismos de facturación neta en ALC

Fuente: Novaes Mejdalani et al. (2019).

País	Periodo de acumulación		Unidad de acumulación	Expiración
	Número	Unidad		
Uruguay	0	Mes	kWh	Pago
R. Dominicana	1	Período de facturación	\$	Pérdida
Jamaica	1	Mes	\$	Pago
Bahamas	1	Año	kWh	Pago
Barbados	3	Mes	\$	Pago
Argentina	6	Mes	\$	Pago
Panamá	12	Mes	\$	Pago
México	12	Mes	\$	Pago
Costa Rica	12	Mes	Mixto	Pago
Surinam	12	Mes	kWh	Pago
Nicaragua	12	Mes	\$	Pago
Chile	12	Mes	\$	Pérdida
Brasil	60	Mes	Mixto	Pérdida
El Salvador		Indefinido	\$	
Guatemala		Indefinido	kWh	
Honduras		Indefinido	\$	
Colombia		Indefinido	\$	

Sector del agua

En general, el marco institucional en el sector del agua en ALC ha ido variando a lo largo del tiempo y cada país posee distintas estructuras. Estas variadas organizaciones institucionales incluyen ministerios o viceministerios sectoriales, autoridades de cuenca o autoridades de agua y organismos reguladores especializados en agua y saneamiento. En algunos países estas autoridades de agua son autónomas, mientras que en otros dependen de los ministerios. En todo caso, cuando hay dependencia, la línea jerárquica es: 1) ministerios y 2) autoridades del agua y reguladores. Se destacan algunas tendencias en cuanto a descentralización a nivel regional o municipal y a la separación institucional entre funciones del sector: la formulación de políticas y la planificación; la regulación y el control mediante la creación de entes especializados; y la operación de los servicios (Lentini, 2015). El anexo 4.1 presenta un detalle de los organismos estatales participantes en los servicios de agua y los tipos de organización en América Latina. En líneas generales, el objetivo de estos marcos es garantizar el derecho humano al agua, así como regular y controlar la autorización, gestión, preservación, conservación y restauración de los recursos hídricos.

En cuanto a las tarifas del sector, el capítulo 3 (anexo 3.1) presentó un detalle del gasto de los usuarios residenciales y la representatividad respecto del ingreso promedio. Sin embargo, cerrar las brechas de cobertura, mantener la infraestructura en buen estado y asegurar la sustentabilidad de los servicios frente a los desafíos que plantea el cambio climático requieren la movilización de elevadas cantidades de recursos. Estos no van a provenir necesariamente de las tarifas, pero, como objetivo de mediano plazo, se puede plantear la conveniencia de alcanzar al menos tarifas de sostenibilidad en los sistemas ya desarrollados, es decir, que cubran los costos operativos y de mantenimiento, puesto que así quedarían liberados aportes estatales destinados a subvencionar a usuarios que ya cuentan con el servicio y podrían aplicarse para el financiamiento de nuevas conexiones (Lentini y Ferro, 2014). Al respecto, el gráfico 5.3 muestra el estado de situación de los operadores de ALC reportados por la Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento de las Américas (ADERASA) para el año 2019. Con excepción de Argentina, la situación operativa es positiva en el resto de los países. A nivel individual, en 2 de los 7 operadores de Bolivia, en 7 de los 50 operadores de Perú y en 2 de los 3 operadores de Argentina, los ingresos no cubren costos operativos.

La cobertura de los costos, sin embargo, oculta al menos dos problemas. Uno de ellos es si los costos son eficientes; por ejemplo, empresas estatales

pueden tener excesos de personal, controles internos menos laxos, etc., respecto de sus pares privadas. El otro es si el exceso de la facturación respecto de los costos operativos es suficiente para cubrir los costos de capital y de sustentabilidad.

Una aproximación alternativa es estimar el nivel de subsidios en el sector, comparando los ingresos de los operadores con un costo técnico de referencia (que asume un nivel de eficiencia en operación e inversiones, condicionado al tamaño de los operadores, la cobertura de los servicios y los niveles de eficiencia, entre otros). Este enfoque es el realizado por Andrés et al. (2020), quienes llegan a una estimación de subsidios operativos para la región del orden del 0,46 % al 0,56 % del PIB y de subsidios de capital entre el 1,51 % y el 1,95 % del PIB. En la comparación internacional realizada por los autores, ALC es la región con mayores subsidios al sector, muy por encima de la media mundial.

Asimismo, los subsidios aplicados en el sector del agua y saneamiento también presentan problemas de focalización. En un trabajo complementario, Abramovsky et al. (2020) concluyen que el impacto distributivo de los subsidios al sector (aplicados a diez economías en desarrollo, incluidas Jamaica, El Salvador y Panamá) es regresivo y muy favorable a los ricos y que, en gran medida, estos subsidios no logran su objetivo de mejorar la accesibilidad y asequibilidad del agua corriente para los hogares pobres.

Gráfico 5.3
Relación entre facturación y costos para operadores seleccionados de América Latina en 2019

Fuente: ADERASA (2021).

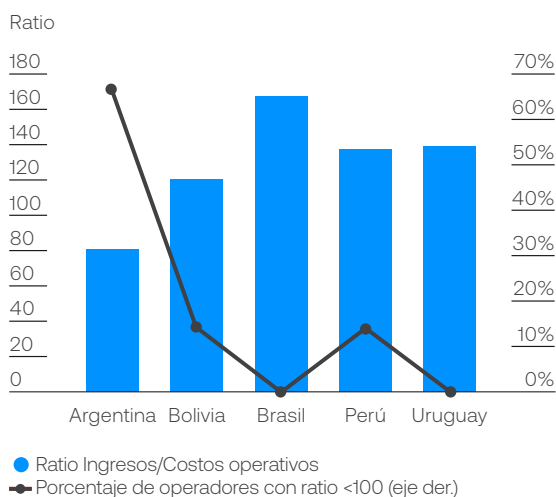
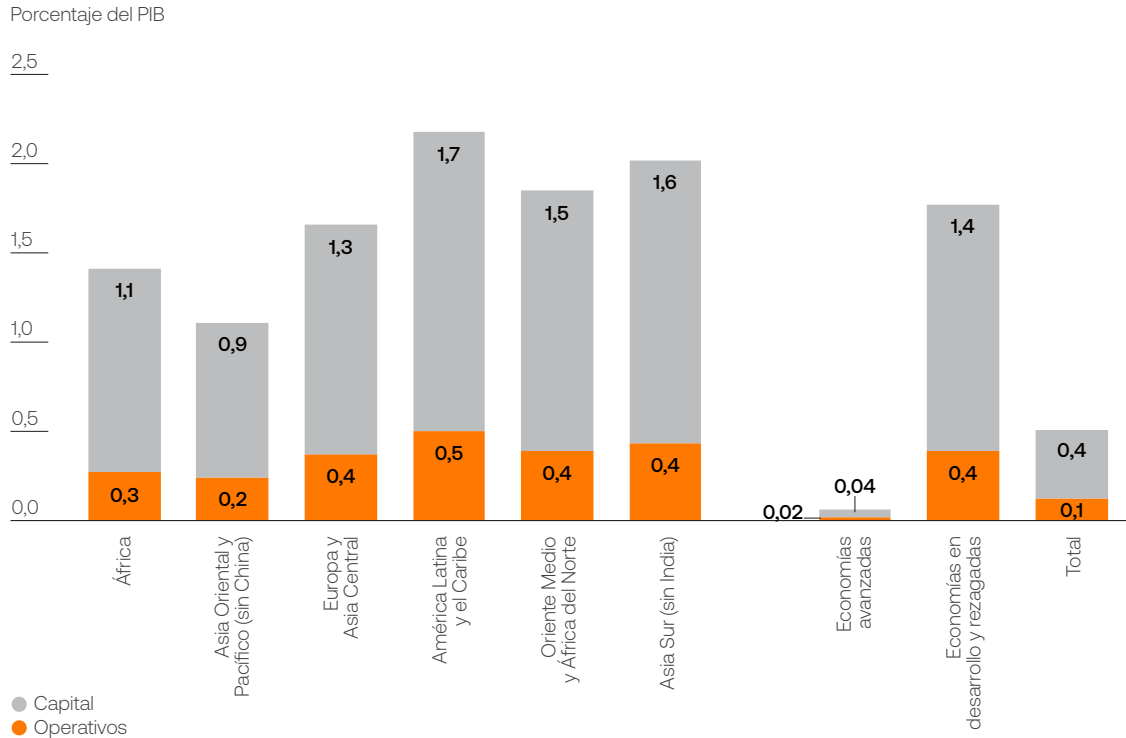


Gráfico 5.4
Subsidios operativos y de capital por regiones en 2019

Fuente: Andrés et al (2020).



Nota: Los subsidios no están desagregados por país.

Inversiones

Es evidente que cumplir los objetivos ambientales y afrontar los desafíos que estos imponen demandará inversiones en los sectores de infraestructura en respuesta al crecimiento orgánico del sector, los cambios en la demanda y oferta del servicio por efectos ambientales, las mejoras en eficiencia y uso sostenible de los recursos, y la necesidad de desarrollar infraestructura resiliente y soluciones basadas en la naturaleza.

Crecimiento orgánico y cambios en la oferta y la demanda

El crecimiento económico de los países que se espera para las próximas décadas (aproximadamente 2,5 % anual en la región)

presupone una tendencia creciente en la demanda de servicios de infraestructura como agua y energía (también de transporte y TIC). A su vez, el cambio climático y el aumento y mayor varianza de las temperaturas hacen que se espere en el futuro un incremento aún mayor de la demanda de esos servicios (en energía, en particular, en ambos extremos de la temperatura). Estos cambios esperados requerirán de inversiones para expandir los sistemas y, de esta forma, responder al incremento de la demanda.

Para el caso de la energía, un trabajo reciente de Yépez-García et al. (2019) estima que la generación eléctrica en ALC se ubicará entre 3.000 TWh y 3.500 TWh en 2040 (vs. 1.639 TWh de generación en 2020) y que se necesitarán entre 337 GW y 474 GW de capacidad (vs. 457 GW de capacidad en 2020). Además, será preciso reemplazar la infraestructura obsoleta y expandir las redes de transmisión para satisfacer la creciente demanda. Las inversiones incluidas

en los planes de expansión de los gobiernos alcanzan los 202 GW de potencia instalada (USD 269.000 millones) en las próximas dos décadas, de modo que se necesitarán inversiones adicionales no planificadas para agregar entre 135 GW y 272 GW.

Asimismo, se prevén cambios en los patrones de consumo final de energía. En vista del objetivo de descarbonización de las economías, se espera una migración en el consumo de combustibles fósiles a electricidad por parte del sector del transporte, los hogares y la industria, entre otros. Una mayor demanda de electricidad requiere de incrementos en capacidad de generación y en redes para lograr un sistema más robusto que soporte la creciente demanda. Por ejemplo, una sustitución del 30 % del consumo de combustibles por electricidad para 2030 significa un consumo incremental de electricidad de 221 TWh, lo que implica multiplicar más de 30 veces el consumo eléctrico actual del sector del transporte, versus los 5,83 TWh de 2019 (ver el capítulo 2). Para que se logre el objetivo de descarbonización, este incremento debe cubrirse con generación baja en emisiones. Brichetti et al. (2021), al estimar las necesidades de inversión para el cumplimiento de los ODS en 2030, suponen una electrificación del transporte público que implique el reemplazo de un 20 % de la flota actual de buses para 2030, más las inversiones requeridas para estaciones de carga y la reconfiguración de la red de distribución eléctrica. Estas necesidades representan USD 11.000 millones de inversiones para el período 2019-2030 (o un 0,016 % del PIB anual).

Los cambios que requiere la transición energética por el lado de la oferta son el reemplazo de fuentes de altas emisiones de GEI (principalmente de hidrocarburos y carbón) por fuentes de bajas emisiones, no solo en electricidad, sino en el sector energético en general. En este marco, adquieren importancia los proyectos de generación basada en ERNC. Las subastas para la contratación de energías renovables han adquirido una gran importancia tanto en países desarrollados como en desarrollo. Según la IRENA (2017b), el potencial que presentan para lograr precios bajos ha sido la principal motivación para su adopción. ALC no ha sido la excepción y varios países de la región han desarrollado programas de subastas de energías renovables (Argentina Brasil, Chile, México, Perú y Uruguay en el periodo 2010-2020).

En el año 2000, solo dos países de la región superaban el 5 % de penetración de ERNC sobre la oferta energética total: Costa Rica y Paraguay. Dos décadas más tarde, en buena medida

debido a los programas de subastas, las energías renovables han empezado a ganar importancia en la generación total. En Uruguay, casi el 42 % de la oferta de energía es renovable (sin incluir la hidráulica y nuclear), mientras que en Brasil, El Salvador, Honduras y Nicaragua ya supera el 5 %. Para los próximos 30 años se espera un mayor rol de esas fuentes en la matriz energética tanto a nivel mundial como en la región (ver el gráfico 2.11).

Las subastas para la incorporación de energías renovables son un mecanismo eficiente para la descarbonización de la matriz energética. La principal ventaja de este mecanismo de competencia por el mercado es que posibilita una selección competitiva que asegure los precios y condiciones más eficientes, y esta ha sido la principal motivación para su adopción tanto en la región como en el resto del mundo. Las subastas son una herramienta eficaz y eficiente para revelar precios bajo asimetría de información y pueden adaptarse a diferentes diseños de mercado. Los contratos a largo plazo reducen el riesgo de los inversores, proporcionando estabilidad en los ingresos y capacidad de apalancamiento (financiando con garantías basadas en el flujo de efectivo del proyecto). Particularmente, los países de la región tienen gran potencial para el desarrollo de fuentes de energía renovable y en algunos casos proporcionan un mercado de energía renovable atractivo para inversores y desarrolladores (Rodríguez Pardina et al., 2022). Por su naturaleza, esta inversión suele provenir de fuentes privadas, lo que la hace especialmente importante para aquellos países con limitaciones fiscales. La región tiene un gran desafío por delante respecto a la financiación de estos proyectos de inversión. El sector privado puede ser de gran utilidad en este caso siempre y cuando se le brinden los incentivos adecuados. Según la AIE (2021a), cerca del 70 % de las inversiones en energía limpia necesitarán llevarse a cabo por el sector privado, respondiendo a señales de mercado y políticas establecidas por los gobiernos.

El incremento de las ERNC en la capacidad de generación debe estar acompañado de una planificación en redes de transmisión y de respaldo. Esto ocurre por dos motivos: por un lado, las fuentes de ERNC a menudo están localizadas en lugares alejados de los grandes centros de consumo; por otro lado, debido a que varios tipos de ERNC corresponden a fuentes variables (eólica, solar, mareomotriz, etc.), es necesario reemplazar su energía con electricidad generada en otra parte para compensar un déficit o para exportar superávits. De hecho, esta planificación de respaldo puede traspasar las fronteras de un

país, aprovechando la infraestructura disponible de conexiones internacionales. A modo de ejemplo, los mejores lugares para la generación fotovoltaica en Chile se encuentran en el norte del país, mientras que los embalses hidroeléctricos, que pueden usarse como baterías del sistema (no usando agua mientras abunda la generación solar y eólica), se ubican en el sur. Si el sistema de transmisión no está congestionado, puede operar como si fuera un sistema integrado de tipo ERNC más embalses hidráulicos, lo que reduce el impacto de la variabilidad de las ERNC en la generación agregada. En Argentina, los mejores lugares para la producción de energía eólica (entre los mejores del mundo) se encuentran en la Patagonia y requieren capacidad de transmisión para poder evacuar su energía (EnergyPedia, 2011). En Brasil, el 85 % de la capacidad instalada eólica se ubica en el nordeste del país, porque los vientos en la zona son fuertes y estables (Lucena y Lucena, 2019).

La descarbonización de la matriz energética puede darse también mediante la implementación de nuevas tecnologías de generación (como el H₂) y otras complementarias a las fuentes de altas emisiones de GEI (como las de CUAC). Ambas aplicaciones demandarán inversión en cuanto a infraestructura para su producción y utilización. Según un informe de la consultora McKinsey (2021), a principios de 2021 la industria había anunciado más de 200 proyectos y planes de inversión, y más de 30 países ya habían publicado hojas de ruta de hidrógeno con compromisos por más de USD 70.000 millones de fondos públicos sobre esta innovación. En lo que respecta a ALC, en Chile se han llegado a estimar inversiones por USD 7.000 millones en los próximos años, en el marco del proyecto financiado por el Fondo Bilateral para el Desarrollo en Transición Chile (Electricidad, 2022). A fines del año 2021, se anunció en Argentina que la firma australiana Fortescue realizaría una inversión de más de USD 8.000 millones destinada a producir hidrógeno verde (Guarino, 2021). En Brasil, también comenzaron a darse pasos para la producción de hidrógeno verde en Ceará y en el norte de Rio de Janeiro (Uchôa, 2021; Sánchez Molina, 2022). De concretarse estos proyectos, el Cono Sur se convertiría en líder de generación de fuentes sustentables. Cabe destacar que tanto Río Negro (en Argentina) como Atacama (Chile) o Ceará (Brasil) son regiones con fuerte potencial de ERNC y la producción de H₂ puede ser un destino productivo de los excedentes de generación.

La actividad de captura, secuestro y uso de carbono también ha avanzado en los últimos años. Según la AIE (2020b), los proyectos de CUAC

representaban aproximadamente USD 27.000 millones de dólares (el doble de los existentes en 2017). Estos proyectos abarcan el sector de generación eléctrica, pero también algunas industrias (de cemento e hidrógeno) y se espera que dupliquen los niveles de captura (AIE, 2020b).

Cabe destacar que una correcta planificación de las inversiones puede permitir el aprovechamiento de interconexiones energéticas que ayuden a coordinar la variabilidad de la energía y sustituir parcialmente las necesidades de inversión.

Por su parte, en el sector del agua, los requerimientos de inversión vienen por el lado de la oferta, que se verá afectada por la menor disponibilidad del recurso producto del cambio climático. Posiblemente, esto implique necesidades de inversiones destinadas al aprovechamiento de fuentes alternativas de provisión del recurso (por ejemplo, en desalinización), lo que demandará nuevas tecnologías de captura, procesamiento y redes de distribución.

En agua y saneamiento, la problemática fundamental es el acceso básico (principalmente en zonas rurales y para el servicio de saneamiento), profundizándose más aún al considerarse el acceso a un servicio de calidad (ver las estimaciones en el subapartado siguiente). Otro problema recurrente en la región es el elevado nivel de agua no contabilizada. Además de esto, solo el 14 % de las 1.549 empresas de servicios públicos enumeradas generan suficientes ingresos para cubrir los costos económicos totales de la prestación del servicio, mientras que solo el 35 % puede cubrir como mínimo los costos de operación y mantenimiento de la prestación (Andrés et al., 2020). Según García et al. (2021), se requerirán inversiones anuales de USD 12.500 millones para la universalización de los servicios de agua y saneamiento para 2030. Los registros de inversiones por USD 6.700 millones en 2019 (según INFRALATAM y Banco Mundial) ilustran la brecha de acceso básico.

Brecha de inversiones en infraestructura sostenible

El enfoque tradicional de brechas derivó en múltiples estimaciones de necesidades de inversión en infraestructura para ALC. Fay y Morrison (2007) calcularon requerimientos de inversión de al menos el 3 % del PIB para lograr la cobertura universal en servicios básicos, mantener la infraestructura existente y alcanzar un crecimiento moderado del PIB del 3 %

anual durante un período de 10 años. Dicho valor asciende a entre un 4 % y un 6 % del PIB si lo que se busca es que la región alcance valores de países desarrollados, como Corea del Sur, en un período de 20 años. A nivel global, los documentos de Dobbs et al. (2013) para el McKinsey Global Institute y del Global Infrastructure Hub (GIH y Oxford Economics, 2017) estimaron que se requerían entre USD 3,4 billones y USD 3,7 billones anuales de inversión en infraestructura para sostener el crecimiento que se esperaba en las siguientes décadas. Adicionalmente, según el Global Infrastructure Hub, estos montos representan un 19 % por encima de la tendencia de inversión de los años previos a nivel mundial y un 47 % para el caso del continente americano (Cont et al., 2021).

Estimaciones más recientes sugieren que, para alcanzar la cobertura universal de servicios básicos y atender a los objetivos climáticos (aumento de las energías renovables, electrificación, adopción de estándares holandeses de protección frente

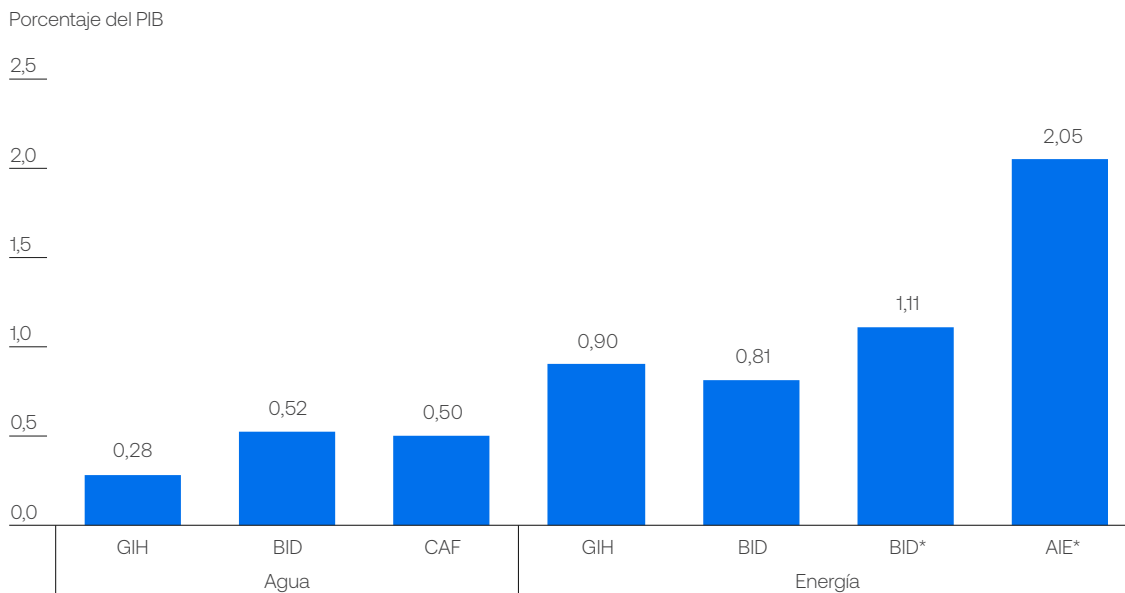
a inundaciones y expansión de sistemas de riego), las necesidades anuales de inversión en la región deberían ascender al 3,3 % del PIB e ir complementadas con un 1 % del PIB en gastos de mantenimiento para 2030, bajo un escenario intermedio de eficiencia en el gasto (Rozenberg y Fay, 2019).

En el marco de la Agenda 2030, han cobrado relevancia las estimaciones de brechas de infraestructura en el sentido tradicional, estableciendo como meta de alcance el cumplimiento de los ODS. En otras palabras, estas nuevas mediciones evalúan cuántos son los requerimientos de inversión de un determinado país o región para cumplir estos objetivos.

Focalizándose en los sectores priorizados en este reporte, el gráfico 5.5 sintetiza los hallazgos de cuatro fuentes de estimación distintas: CAF (Rojas, 2022), GIH y Oxford Economics (2017), AIE (2020a, escenario de Desarrollo Sostenible) y BID (Brichetti et al., 2021).

Gráfico 5.5
Requerimientos de inversión para el cumplimiento de los ODS en ALC como porcentaje del PIB

Fuente: Elaboración propia con base en datos de CAF (Rojas, 2022), GIH (GIH y Oxford Economics, 2017), BID (Brichetti et al., 2021) y AIE (2020a).



Nota: * No incluye a México.

Las estimaciones realizadas se diferencian en el horizonte temporal proyectado (GIH desde 2016 hasta 2040; AIE de 2019 a 2040 y BID desde 2020 a 2030) y en los objetivos de crecimiento económico (GIH: 1,7 % anual; BID: 2,4 %; AIE: 1,9 %), así como en los objetivos que consideran a la hora de definir las brechas. Por ejemplo, en el caso del GIH solo se consideran los objetivos de acceso universal a agua, saneamiento y electricidad. Según estimaciones de CAF (Rojas, 2022; Lentini, 2022), para el logro de las metas del ODS 6, la inversión en el sector debe al menos triplicarse respecto al nivel histórico en ALC. Brichetti et al. (2021) consideran los objetivos de acceso universal a agua y saneamiento seguro, tratamiento de aguas residuales (100 % urbanas) y acceso universal a electricidad (incluyendo inversiones en generación y líneas de transmisión). AIE incorpora en su análisis los siguientes ODS (con determinados indicadores): 7.1 (acceso a electricidad y métodos limpios de cocción), 7.2 (proporción de renovables), 7.3 (intensidad energética) y 9.4 (emisiones de CO₂).

Tomando como referencia las inversiones de la región durante el periodo 2014-2019 (0,6 % del PIB en energía [0,5 % del PIB sin México] y 0,2 % del PIB en agua),⁷¹ la necesidad de inversión excede entre el 50 % y el 150 % las inversiones recientes en agua y entre el 100 % y el 300 % las inversiones recientes en energía (en este caso comparando GIH y BID sin México).

Eficiencia y uso sostenible de los recursos

En el capítulo 1 se señaló la importancia de una agenda clara para la conservación de los recursos y su uso sostenible. Más aún, para mitigar el cambio climático, la eficiencia energética (incluyendo la eficiencia en todos los sectores que utilizan energía) es parte de los desafíos ambientales (desafío 2).

El sector del agua presenta un problema en la región respecto al bajo nivel de aguas tratadas. Los requerimientos de inversión de infraestructura nueva de plantas de tratamiento de aguas residuales para la región pueden superar los USD 16.000 millones durante la próxima década, lo que supone un 0,024 % de su PIB anual (Brichetti et al., 2021). Más allá de

este modo centralizado de tratamiento de aguas residuales, se puede pensar en esquemas distribuidos (*in situ*) de tratamiento y reutilización del agua, como se indicó en el capítulo 3. Por el momento, estos proyectos son implementados a pequeña escala por agentes privados (como, dueños de edificios), con el apoyo de la empresa prestadora del servicio local. Por ejemplo, en Estados Unidos, varias empresas industriales decidieron controlar la gestión interna del agua invirtiendo en su reciclaje para afrontar épocas de sequía extrema y minimizar su exposición al estrés hídrico (Bonney Casey, 2018).

En cuanto a la eficiencia en el uso de agua, el capítulo 3 planteó el problema regional sobre las pérdidas de agua potable tanto en el uso doméstico como para riego. La fuga de agua potable en la distribución ocurre con mayor frecuencia en uniones de tuberías, codos, roturas de conductos y válvulas (Rodríguez et al., 2019). La revisión y mantenimiento de estas partes de la red de distribución pueden ayudar a disminuir los niveles de pérdidas. Adicionalmente, se pueden implementar nuevas tecnologías para la detección de estas fugas. Por ejemplo, Rodríguez et al. (2019) proponen el prototipo de un sistema de agua inteligente (*smart water*) para integrar diferentes sensores de medición y detección del caudal de agua con un sistema operativo que muestre sus resultados. Este tipo de tecnología propone una mejora en el tiempo que demora detectar la pérdida respecto de sistemas precedentes, como iDroloc (que utiliza helio para la detección) o Hydrolux HL 50 (que trabaja con ultrasonidos).

También existen tecnologías que permiten mejorar los niveles de eficiencia en el riego; por ejemplo, los avances en hidroponía y los sistemas modernos de invernaderos cerrados o semicerrados disminuyen las necesidades de agua. De esta forma, inversiones sobre estas tecnologías pueden contribuir a alcanzar el uso sostenible del recurso hídrico.

El sector de la energía también presenta desafíos en eficiencia, en dos dimensiones: eficiencia energética (consumo de energía dado un nivel de actividad) y eficiencia del sistema (necesidad de energía para un nivel de consumo). En el primer caso, las mejoras se logran reemplazando los electrodomésticos por otros más eficientes, cambios en los

⁷¹ Elaboración propia con base en datos de Infralatam (2021) y de la Base de Datos de Participación Privada en Infraestructura (Banco Mundial, s.f.c).

equipos de iluminación, inversiones en aislamiento, inversiones en operación de plantas productivas, etc. Por ejemplo, Urteaga y Hallack (2021) señalan que cumplir con los objetivos de eficiencia energética vinculados al uso de refrigeradores (reemplazar por electrodomésticos más eficientes en consumo de energía) puede requerir una inversión total de alrededor de USD 7.000 millones — aproximadamente un 0,02 % del PIB anual de los principales países de ALC (Argentina, Brasil, Chile, Colombia y México)— si este cambio se realiza en un período de 10 años. En el segundo caso, la mejora en eficiencia puede darse en los procesos de transformación, invirtiendo en los procesos de generación (por ejemplo, mejorando los sistemas de combustión) o mediante la reducción de las pérdidas no técnicas de electricidad. Estas pérdidas se deben principalmente al consumo ilegal, alteraciones en la medición, electricidad no contabilizada o errores de gestión administrativa, contable o de manejo de clientes. El avance de los medidores inteligentes puede ser una alternativa para la detección de estas pérdidas (ver Cont et al., 2021, para más detalles sobre el desarrollo de redes eléctricas inteligentes).

Infraestructura resiliente

La infraestructura proporciona los servicios básicos para el bienestar de las personas, mejorar su calidad de vida y garantizar e incrementar la productividad y competitividad de las empresas. La infraestructura resiliente se refiere a activos que pueden resistir choques externos, especialmente los derivados de amenazas naturales.

La ONU (2017) y el Marco de Sendai definen la resiliencia como:

“... la capacidad que tiene un sistema, una comunidad o una sociedad expuestos a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse, transformarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y eficiente, en particular mediante la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas mediante la gestión de riesgos” (ONU, 2017, p.3).

En el punto 9 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) se identifica la necesidad de “construir infraestructuras resilientes” para hacer frente al crecimiento de población, pero también los peligros físicos asociados al clima extremo, a los desastres naturales y al

terrorismo. Esto requiere considerar tres medidas complementarias: la reducción de la probabilidad de falla; la minimización de las consecuencias de las fallas (en términos de vidas perdidas, daños y consecuencias sociales y económicas adversas); y la reducción del tiempo de recuperación de la funcionalidad “normal” del sistema (Bruneau et al., 2003).

En cada sector esto tiene implicancias diferentes. En agua, Paltán et al. (2020) señalan que, por ejemplo, si un reservorio enfrenta una sequía, la resiliencia significa no solo el tiempo que este demora en volverse a llenar (lo cual puede darse por lluvias o aumentos de caudales inesperados), sino también la flexibilidad que el sistema tiene para cambiar las reglas de operación o ajustar la demanda. Si enfrenta un terremoto, la resiliencia abarca el tiempo que se tarda en reparar la falla, la capacidad para interconectar otros reservorios o para abastecerse de fuentes alternativas (camiones cisterna), así como la comunicación y preparación de la ciudadanía para controlar la demanda y lograr mantener un abastecimiento adecuado.

Por su parte, en el sector de la energía, los eventos extremos (terremotos, huracanes, tormentas, etc.) pueden dañar las redes del sistema, derivando en la suspensión del servicio para muchos usuarios. En generación, los cambios hidrológicos pueden afectar la capacidad de producción hidroeléctrica. En estos casos, la resiliencia también implica el tiempo de demora en restablecer el servicio o activar el respaldo y la flexibilidad del sistema para brindar soluciones alternativas de provisión.

Hallegatte et al. (2019) señalan que aumentar únicamente la resiliencia de activos expuestos a amenazas incrementaría las necesidades de inversión promedio al año en USD 20.000 millones para energía eléctrica (0,02 % del PIB mundial) y algo menos de USD 5.000 millones para agua (0,005 % del PIB mundial). Los autores también concluyen que el beneficio de invertir en infraestructura más resiliente en los países de ingreso bajo y mediano representaría cuatro veces su costo.

Se puede mejorar la resiliencia de la infraestructura sectorial mediante distintas medidas que apunten a aspectos claves para la respuesta frente eventos extremos; por ejemplo, a través de inversiones para desarrollar medidas preventivas, como son los sistemas de alerta temprana que, basados en mapeos de riesgos, anticipan el momento y el impacto que tendrán los eventos extremos. También se puede

Los desafíos ambientales generarán cambios en los costos de los servicios de infraestructura, haciendo necesaria la revisión de sus regímenes, estructuras o niveles tarifarios.



invertir en robustecer los sistemas de redes que permiten minimizar el impacto de los eventos en la prestación de los servicios. En el informe de Miyamoto International (2021) se exponen opciones ingenieriles para lograr infraestructuras más resilientes, basadas en el estudio de casos de países del Caribe. Por ejemplo, algunas medidas en esta dirección para el sector de agua y saneamiento son: diseños de estructuras resistentes a sismos, tanques más gruesos para los reservorios, mantener las tuberías llenas con agua para mitigar efectos de flotabilidad, etc. Ejemplos para el sector de la energía son: aumentar la capacidad de aliviaderos en plantas hidroeléctricas frente a posibles inundaciones, usar amortiguadores de vibraciones en redes, etc. Finalmente, las inversiones que aumentan la flexibilidad de los sistemas permiten controlar daños una vez que el evento impacta en el sector, minimizando los efectos y el tiempo de respuesta. Por ejemplo, en energía, las REI posibilitan mejorar la confiabilidad, la resiliencia y la capacidad de respuesta ante fallas del sistema eléctrico; en agua, la interconexión de reservorios permite la provisión alternativa si uno de ellos falla.

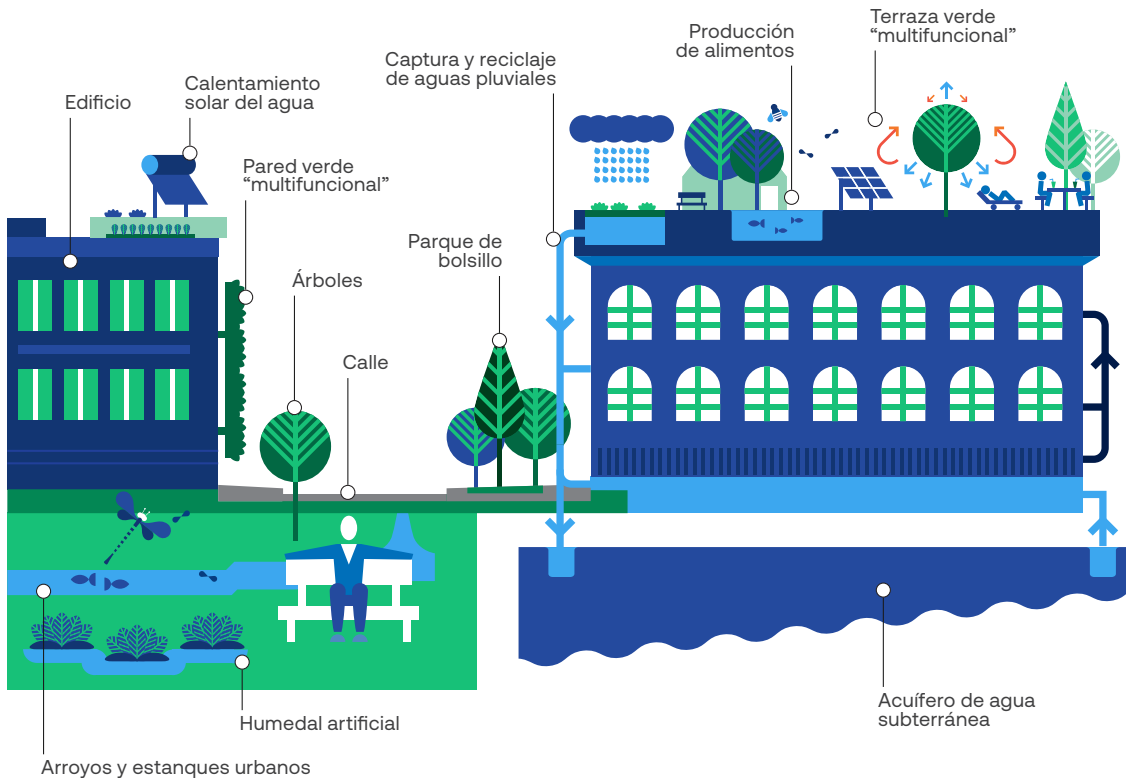
Soluciones basadas en la naturaleza e infraestructura verde y azul

Las SbN están inspiradas y apoyadas por la naturaleza y utilizan o imitan los procesos naturales. Dentro de las SbN se incluye la infraestructura verde-azul, entendida como una red interconectada de áreas naturales y seminaturales, los cuales incluyen cuerpos

de agua y espacios abiertos verdes, que proveen diferentes servicios ecosistémicos. Entre esos servicios están el almacenamiento de agua para riego y uso industrial, el control de inundaciones, la purificación de agua y la preservación de humedales que sirven de hábitat para la vida silvestre (Ghofrani et al., 2017). Particularmente, se está considerando la implementación de este tipo de infraestructura para el diseño de las zonas urbanas, ya que los enfoques de infraestructura verde y azul podrían utilizarse para adaptarse al cambio climático proyectado. Estos enfoques también tienen una variedad de cobeneficios, como la mitigación del cambio climático, además de otros beneficios ecológicos y sociales. Por ejemplo, el Departamento de Protección Ambiental de Nueva York publicó en 2010 su Plan de Infraestructura Verde, el cual integra los enfoques basados en la naturaleza y el tradicional “gris” para la captura y tratamiento de la escorrentía urbana.

Figura 5.1
Ejemplo urbano de infraestructura verde-azul

Fuente: Imagen de Bozovic et al. (2017).



Ozment et al. (2021) identifican 156 proyectos en ALC donde se utilizan SbN, que ayudan a la conservación y restauración de los ecosistemas (bosques, manglares, llanuras, etc.), la creación de pavimentos permeables y el fomento de la agricultura sostenible. La mayoría de estos proyectos tiene como objetivo beneficiar principalmente al sector de agua y saneamiento y se llevan a cabo en Brasil, Colombia, México y Perú.

Según el Programa Mundial de la Unesco de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP, 2018), existe evidencia de que las inversiones en estos proyectos son rentables. Sin embargo, pese al rápido aumento de las inversiones en SbN, la evidencia sugiere que aún están por debajo del 1 % de la inversión total en infraestructura de gestión de los recursos hídricos, demostrando un predominio absoluto de las soluciones de infraestructura gris. Además, dicho reporte concluye que las SbN no requieren recursos financieros adicionales, sino que es cuestión de redirigir eficazmente el financiamiento existente.

Un informe presentado por el PNUMA (2021a) afirma que, si se quiere cumplir a nivel global con los objetivos ambientales en materia de cambio climático, biodiversidad y degradación del suelo, la inversión en SbN debería al menos triplicarse para 2030 y cuadruplicarse para 2050 en términos reales. Tomando como referencia el valor actual de estas inversiones (USD 133.000 millones anuales en 2020), este aumento equivaldría a una inversión anual de USD 536.000 millones (aproximadamente el 0,6 % del PIB mundial), repartidos entre soluciones basadas en bosques (USD 203.000 millones), silvopastoriles (USD 193.000 millones) y en la restauración de tuberías (USD 7.000 millones) y manglares (USD 500 millones). El informe estima que las inversiones actuales en ALC son de aproximadamente USD 2.000 millones, siendo la región con el menor nivel de inversiones en SbN (PNUMA, 2021a).

Desafíos de las inversiones

Dada las múltiples dimensiones del concepto de sostenibilidad en el desarrollo (económica, social y ambiental), es importante que las acciones a implementar para enfrentar los desafíos ambientales (entre ellas, las inversiones) tengan en consideración los conflictos (*trade-offs*) que se pueden originar en las dimensiones económica y social. Al respecto, existe la preocupación de que las necesidades de inversión asociadas con la mitigación y la adaptación al cambio climático puedan tener un efecto de desplazamiento de la inversión necesaria para la expansión del servicio, especialmente a usuarios de bajos recursos, poniendo en peligro el objetivo del acceso universal. Sin incentivos claros y supervisión por parte de los reguladores, las empresas de infraestructura pueden tener una tendencia a invertir en activos de adaptación de cambio climático para garantizar el servicio a los ricos en detrimento del servicio o expansión a las áreas pobres. Este efecto sería aún más agudo si hay limitaciones financieras, que es característica de la mayoría de los países en desarrollo.

Por otro lado, los proyectos de inversión desarrollados en esta sección son de largo plazo y, a la hora de implementarlos, deben considerar los posibles escenarios futuros que pueden afectar el ciclo de negocio de la infraestructura. Es necesario decidir la inversión con varios años de antelación. Particularmente, estos proyectos deben tener en cuenta la posibilidad de que activos aún no desarrollados sean abandonados o no lleguen a operar en el futuro, los llamados *assets to be stranded*. Por ejemplo, González-Mahecha et al. (2019) señalan que se reportan 456 planes sobre plantas de generación basadas en combustibles fósiles en la región, que suman 102 GW o el 61 % de la capacidad actual de generación con este tipo de combustible (las plantas a gas natural proyectadas suman 87 GW). Si se construyen todas estas plantas planificadas, la proyección de emisiones aumentaría de 6,9 GtCO₂ a 13,6 GtCO₂, que es más del doble del presupuesto de carbono promedio permitido para ALC para el escenario de 2 °C (6,2 GtCO₂) o 1,5 °C (5,8 GtCO₂). En vista de esto, sumar nuevas plantas de energía de combustibles fósiles puede aumentar el riesgo de activos abandonados en ALC.

Regulación económica

En función de los desarrollos presentados en los capítulos 2 y 3, y tomando como referencia el contexto institucional, a continuación se discuten desafíos para la regulación sectorial y transversal. Este apartado identifica y analiza cinco cambios para avanzar hacia el cumplimiento de los objetivos ambientales que tendrán lugar en los sectores de energía y agua, con implicancias en los respectivos marcos regulatorios:

- Cambios en los costos.
- Tendencias a la descentralización de los sistemas (sistemas distribuidos).
- Desarrollo e inclusión de nuevas tecnologías.
- Riesgos climáticos.
- Activos con riesgo de abandono (*stranded assets*).

Cambios en los costos

Las problemáticas medioambientales y las soluciones propuestas para resolverlas traerán aparejados cambios en los niveles y estructuras de los costos en los sectores de infraestructura. Estas variaciones harán necesaria la modificación de los regímenes, estructuras o niveles tarifarios de estos servicios.

En el sector de la energía, un primer cambio será la disminución del costo marginal de la generación eléctrica gracias a la penetración de las ERNC, que se espera que aumente en los próximos años. El costo de generación de las ERNC, con excepción de la biomasa, es nulo, a diferencia de la generación mediante combustibles fósiles o la generación hidráulica con embalse (Fischer, 2020). A su vez, la baja en los costos de las energías renovables de menor escala aumenta la elasticidad precio de la demanda de electricidad del sistema (por la caída de los costos de provisión aislada), lo que limita la posibilidad de subsidios cruzados (cuando estos no están prohibidos por la regulación) y la recuperación de costos fijos con cargos variables de energía. Esto representará un nuevo desafío: cómo plantear la remuneración de los costos de infraestructura (la cual actualmente se hace a través de los componentes fijo y variable de la tarifa) en una estructura de costos que se sesga a costos fijos. No está claro que las tarifas volumétricas, en particular aquellas con costos variables crecientes por

intervalos de consumo, sean instrumentos factibles para remunerar la distribución. Sin embargo, un esquema basado en cargos fijos uniformes podría generar problemas de asequibilidad y, en tal caso, se pueden considerar esquemas alternativos de remuneración de la infraestructura. Un ejemplo de ello es un menú de tarifas con una opción de bajo cargo fijo y alto cargo variable, aplicable solamente a usuarios de bajo consumo (alternativa propuesta en Cont et al., 2021).

Asimismo, los costos del capital también pueden verse afectados. Las necesidades de acciones de adaptación y mitigación al cambio climático incrementan la intensidad de capital y, por lo tanto, el costo económico del servicio. Un ejemplo es el desarrollo de estructuras más resilientes que soporten eventos climáticos extremos y que implican mayores costos iniciales (Minoja et al., 2022). Este efecto es particularmente importante en países en desarrollo, donde la disponibilidad de capital es más limitada y, por lo tanto, su costo es mayor. En contraposición a estos efectos, en el contexto de la transición energética, se plantea la necesidad de marcos institucionales que establezcan reglas claras de mercado, brinden seguridad jurídica y fomenten el ingreso de nuevas energías de forma eficiente. Frente a estos cambios, se presenta la oportunidad de fomentar la competencia entre proveedores del servicio, haciendo más eficiente el costo del capital. La presencia de estos efectos opuestos impide conocer si el costo de capital se incrementará o disminuirá. No obstante, es necesario señalar que el cambio en el costo de capital tiene implicancias directas en los niveles tarifarios del sector.

Otro cambio esperado que afectará los costos del sector energético es el aumento de la eficiencia del sector (desafío 2). Por ejemplo, como se mostró en el capítulo 2, las pérdidas de electricidad en transformación y distribución en la región son elevadas (19 % del total) y esto implica incurrir en costos de generación adicionales para atender estas pérdidas. La detección y control de las pérdidas no técnicas, entonces, permitiría disminuir los costos y consecuentemente los niveles tarifarios. Un mecanismo para lograr esto es la identificación del consumo ilegal de electricidad (componente importante de las pérdidas en distribución). Sin embargo, debería esperarse que esta situación sea más común en zonas de bajos ingresos, generando efectos distributivos regresivos, lo cual podría internalizarse con una tarifa social focalizada (Cont et al., 2021).

La situación medioambiental también propone cambios sobre los costos del sector de agua, derivados de una menor disponibilidad del recurso en cantidad y calidad, por el cambio climático, la sobreexplotación y la contaminación de las fuentes. Esto hará que sea más costoso brindar el servicio (escasez del recurso, exploración de fuentes alternativas, procesos más costosos de potabilización) y, en igualdad de condiciones, tendrá un impacto directo sobre el gasto de los usuarios o la necesidad de recursos públicos. Sin embargo, el sector puede trabajar en disminuir las ineficiencias existentes tanto en actividades de consumo como productivas (ver el subapartado “Uso sostenible” en el capítulo 3), lo cual permitiría relajar las condiciones limitantes del recurso que se prevén para los próximos años, compensando este posible aumento en los costos. Similares resultados se pueden alcanzar a partir de la promoción de las prácticas de la economía circular en el sector, especialmente la reutilización, de modo que se reduzca la presión sobre el recurso hídrico. Según ADERASA (2021), solamente Colombia tiene una política específica de economía circular en el sector de agua y saneamiento. Otros países como Ecuador cuentan con una normativa general de economía circular, mientras que Argentina, Chile y Perú tienen normativas que promueven la reutilización de las aguas residuales.

Por otro lado, una de las características en varios países de ALC es la atomización de los prestadores de servicios de agua. Esta atomización es el producto de la descentralización impulsada en diversos países de la región, en el que la escala de las entidades proveedoras está asociada a alguna unidad administrativa de gobierno (comúnmente al municipio) lo que genera una gran cantidad de empresas (de reducido tamaño) dispersas a lo largo del territorio (Lentini y Ferro, 2014). Este esquema descentralizado puede dar lugar a problemas económicos y regulatorios y a externalidades entre operadores (por ejemplo, el vertido de aguas sin tratar sobre la fuente compartida hacia otro municipio aguas abajo).

En un sector muy atomizado, se generan pérdidas de economías de escala, incrementos de la carga regulatoria, limitaciones a la posibilidad de establecer mecanismos de subsidios cruzados, la operación de sistemas con criterio más político que técnico, una limitada atención a las áreas rurales y dificultades para la protección de las cuencas de captación, entre otros (Jouravlev, 2003). Sin duda, el aprovechamiento de economías de escala y

de alcance puede permitir la reducción de los costos en la provisión del servicio. En la región, hay países que ya se encaminaron en esta dirección. Por ejemplo, en la última década se ha consolidado en Brasil un modelo de gestión de los servicios rurales a cargo de las comunidades, combinando la participación directa de la Empresa Pública Federal de Agua y Saneamiento, los gobiernos locales, las comunidades rurales y las agencias de inversión multilaterales. En Perú se han identificado tres proyectos con tales características: el Proyecto Integral de La Huaca, en Piura, el proyecto de la Asociación de Servicios de Agua Potable Ingenio, en Ica, y la experiencia de la Asociación Comunal PESAR (Proyecto Especial de Saneamiento Rural), en Cajamarca. Según Castillo (2016), en estos tres modelos asociativos, las economías de escala se expresan en menores costos de operación, mantenimiento y administración del proyecto (ver también las estimaciones de Mercadier et al., 2016). Igualmente, la centralización de esquemas de provisión puede tener efectos negativos, disminuyendo la flexibilidad del sistema para responder a la expansión de las ciudades, los cambios en los patrones de oferta natural del recurso y eventos extremos (Cavallo et al., 2020).

En cuanto al problema de las externalidades, la GIRH busca subsanar estas situaciones a través del manejo compartido de cuencas y la coordinación para su gestión, definiendo los límites por ecosistemas en lugar de unidades administrativas. Esto puede requerir la integración de pequeños operadores regionales, resolviendo en parte los problemas económicos y regulatorios.

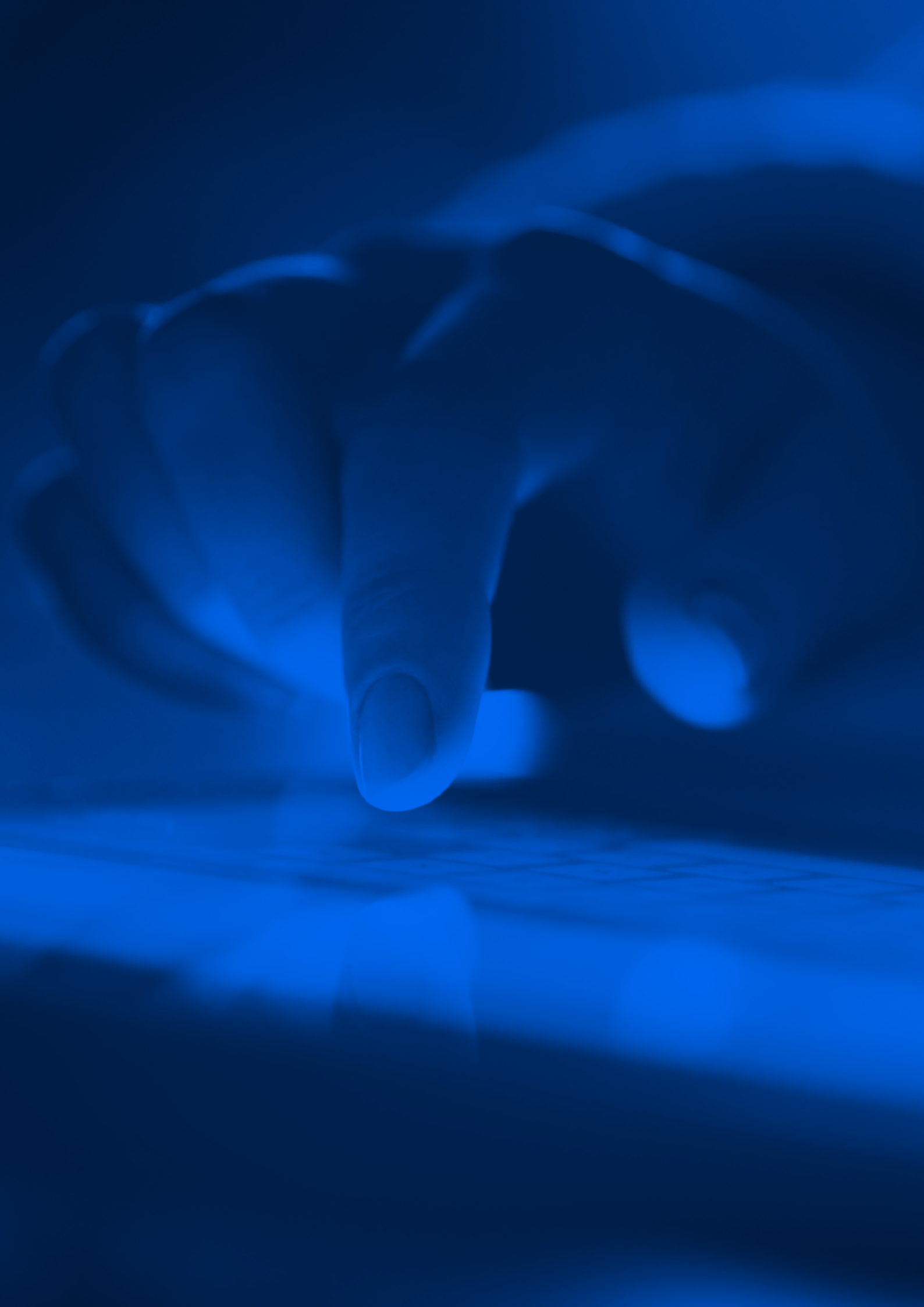
Tendencias hacia sistemas distribuidos

En los últimos años se ha producido una descentralización en algunos procesos de la cadena productiva de los servicios de energía y de agua.

En el caso de la electricidad, la descentralización se da a nivel de usuarios finales, a través de la innovación en generación y almacenamiento distribuido (Cont et al., 2021). La generación distribuida tiene un gran potencial para contribuir a los objetivos de la transición energética, entre ellos la descarbonización. En 2021, la capacidad instalada de generación distribuida en ALC alcanzó casi un 1 % de la capacidad total. Las consideraciones a tener en cuenta son, primero, reglas de tarificación eficiente, pues si la provisión de electricidad por red es subsidiada

un usuario final tiene menos incentivos para la generación distribuida; segundo, evitar políticas de doble subsidio, incentivando proyectos de generación distribuida en contextos de subsidios agregados; y tercero, revisar esquemas de financiación cruzada (tarifas en bloques crecientes). La tarificación para la generación distribuida (como las variantes de medición neta y facturación neta), complementaria a la de uso del sistema, suele ser una alternativa para fomentar la utilización de sistemas distribuidos y a la vez disminuir el problema de financiamiento de la red (Satchwell et al., 2019; Darghouth et al., 2020).

En el caso del agua, los sistemas distribuidos se encuentran en distintas ubicaciones, aunque están conectados físicamente a un sistema central de gestión (Water Environment Federation, 2019). Estos sistemas son instalaciones de menor escala, que realizan una o más de las actividades de la cadena de servicio, como la captación de agua de lluvia (cubriendo captura y provisión), o sistemas locales de reutilización del agua (tuberías dentro de un edificio que redireccionan el agua usada para fines que no requieran agua potable) aunque la gestión del servicio se da de forma centralizada (Cavallo et al., 2020). Los beneficios de estos sistemas son múltiples: permiten alcanzar zonas alejadas a costos más bajos y ahorrar energía al ser infraestructura más pequeña y aumentan la resiliencia del sistema por el uso alternativo de fuentes y la reposición de acuíferos locales, entre otros (Water Environment Federation, 2019). El desarrollo a nivel mundial es incipiente y en la región destacan ejemplos puntuales, como Brasil. En este país, desde el año 2003, existe el denominado Programa Nacional de Apoyo a la Captación de Agua de Lluvia y Otras Tecnologías Sociales, dependiente del Ministerio de Desarrollo Social, que promueve la captación distribuida de agua para el consumo humano y la producción de alimentos en zonas rurales (Ministerio de la Ciudadanía, 2019). Bajo este programa, el gobierno federal financia la instalación de cisternas de hasta 52.000 litros. En El Salvador, la utilización de sistemas de captación distribuidos similares constituye una alternativa de bajo costo para mejorar el acceso en hogares no conectados a la red, aunque su eficacia es reducida en las estaciones secas (Rovira et al., 2020). El desafío para la agenda regulatoria sectorial es prepararse para generar incentivos dirigidos al desarrollo de actividades distribuidas, el impacto de estos sistemas sobre las tarifas y el financiamiento del sector.



Desarrollo e inclusión de nuevas tecnologías

La regulación no puede ignorar los cambios tecnológicos fundamentales que impactan el desarrollo de los sectores de infraestructura. La transición hacia el cumplimiento de objetivos ambientales requerirá el monitoreo y, en algunos casos, la revisión de las regulaciones existentes para asegurarse de que estas faciliten la competencia y no se conviertan en obstáculos para las nuevas tecnologías o protejan indebidamente los métodos más tradicionales de brindar el servicio. Por ejemplo, en el caso del sector energético, el hidrógeno podría ser a futuro un gran aliado en la descarbonización de la matriz. Sin embargo, en muchos países está pendiente la adaptación de la regulación para lograr su inclusión. Entre los países pioneros de la región, Costa Rica ha aprobado en abril de 2022 un proyecto de ley (Expediente 22.392) que tiene como primer objetivo la autorización de los prestadores de servicio público en etapa de generación que cuenten con concesión vigente, para que puedan destinar su producción de energía eléctrica total o parcialmente a la actividad de H₂ verde en todas sus etapas, pudiendo utilizar las redes de distribución o transmisión del Sistema Eléctrico Nacional para el adecuado desarrollo. En Chile, el Congreso Nacional ha comenzado a discutir un proyecto de ley que autoriza la utilización de hidrógeno verde en combinación con gas natural para impulsar la demanda de aquella fuente (Ministerio de Energía y Ministerio de Hacienda de Chile, 2021). Brasil, por su parte, en 2021 se encontraba definiendo los parámetros técnicos bajo los cuales tendrá lugar la producción de hidrógeno verde (BN Americas, 2021).

La regulación es también la encargada de establecer reglas claras que generen entornos favorables para la inversión y la participación del sector privado. Por ejemplo, en el sector del agua, existen países donde no está permitida la participación del sector privado en la provisión de agua potable y saneamiento (Bolivia y Ecuador), aunque cuenten con acuerdos para realizar alianzas público-privadas (Bonifaz, 2022). El involucramiento del sector privado en el sector puede ser de utilidad para el desarrollo e inclusión de nuevas tecnologías que faciliten el afrontamiento de los desafíos ambientales.

Riesgos climáticos

El cambio climático aumenta la probabilidad de sufrir eventos extremos y de mayor impacto. Esta situación dificulta mucho más garantizar una asignación eficiente de los riesgos entre los diferentes actores (empresas, usuarios, gobiernos y proveedores de insumos). La distribución óptima de los riesgos requiere que estos corran a cargo de la parte con mayor capacidad para hacer frente a cada tipo particular de riesgo. Al respecto, la Corporación Financiera Internacional (IFC, 2016) sugiere que, si la retribución se vincula únicamente a la duración del contrato, pero no a la duración del proyecto, el contratista no tiene incentivos para mejorar la resiliencia de la infraestructura y reducir el riesgo más allá de la duración del contrato si esto impone costos adicionales. Además, el gobierno puede requerir la contratación de seguros frente a estos riesgos, para lo que es necesario el desarrollo de productos innovadores. Por ejemplo, en Uruguay, la contratista estatal del sistema hidroeléctrico se aseguró contra una disminución en las precipitaciones. Si estas caen por debajo de un umbral acordado, la empresa comienza a recibir pagos periódicos de acuerdo a la duración e intensidad de la sequía. Esto evita que deba incurrir en altos costos para adquirir petróleo o gas como fuentes energéticas alternativas durante estos períodos.

Investigaciones realizadas por el BID han llevado al desarrollo de una guía metodológica para evaluar el riesgo climático en nuevos proyectos de infraestructura (Barandiarán et al., 2019) y a consideraciones sobre la inclusión del riesgo climático en los contratos de infraestructura, por ejemplo, en asociaciones público-privadas (Frisari et al., 2020).

Para el sector del agua, acudir al mercado de seguros es también la opción sugerida por ONU-Agua (2020) para el caso de las sequías e inundaciones (y puede considerarse para otros eventos extremos en el sector de la energía). Los seguros pueden ser una herramienta para apoyar la preparación y gestión de desastres, siempre y cuando vayan acompañados de requisitos o incentivos para tomar medidas preventivas (UNDRR, 2017).

Los seguros contra riesgos climáticos pueden ayudar a las economías más vulnerables a reducir la incertidumbre sobre eventos climáticos extremos e inducir así a mayores inversiones. Sin embargo, uno de los grandes desafíos que deben enfrentar estos mercados de seguros es la escasez de información climática relevante, más aún en países en desarrollo, lo que dificulta la determinación de primas de riesgo eficientes (Awojobi, 2018).

Otra alternativa en el contexto de mecanismos de transferencia de riesgos es el desarrollo de bonos catástrofe o de resiliencia, que transfieren el riesgo al mercado de capitales (Hermann et al., 2016). El emisor de estos bonos recibe una compensación económica por parte del tenedor en caso de sufrir alguna catástrofe; a cambio, los inversores reciben intereses (el cupón del bono) que reflejen el riesgo de perder su capital. La principal diferencia entre los bonos catástrofes y los de resiliencia es que los segundos incentivan las inversiones en proyectos que reduzcan el riesgo, ofreciendo el pago de cupones menores que reflejen la reducción en las pérdidas esperadas, producto de las medidas de resiliencia implementadas (Hermann et al., 2016). En 2014, el Banco Mundial emitió su primer bono catástrofe para proveer un seguro a 16 países isleños del Caribe (Banco Mundial, 2015).

Activos con riesgo de abandono

Alcanzar los objetivos ambientales (entre ellos la descarbonización) asumidos por los países en el marco de los acuerdos internacionales puede llevar a replantear inversiones programadas y a retirar ciertos activos antes del cumplimiento de la vida útil. Esto ocurre principalmente en unidades de generación eléctrica y en yacimientos de recursos naturales, como los de petróleo, gas natural y carbón. Respecto de las inversiones ya realizadas, un retiro anticipado tiene un impacto sustantivo sobre los costos del servicio y requiere prever mecanismos de compensación. De hecho, el factor trabajo relacionado con estas actividades también queda expuesto, y puede resultar necesaria una política laboral complementaria para la transición. En la región, a lo anterior se suma el problema de que muchas economías (Bolivia, Ecuador, México, Trinidad y Tobago y Venezuela) son dependientes de los recursos (económicos y fiscales) que aportan los hidrocarburos, lo cual requiere de una transición progresiva y responsable.

Al respecto, surgen distintas alternativas para este riesgo derivado de la transición. Por un lado, es posible reducir la cantidad de activos abandonados. Algunas iniciativas en la actualidad ya intentan aprovechar la infraestructura existente vinculada a los combustibles fósiles para su utilización en energías renovables. Un ejemplo de esto es la readecuación de gasoductos para el transporte de hidrógeno verde. En la región, el Congreso de Chile se encuentra discutiendo un proyecto de ley que autoriza el uso de una combinación de gas natural e hidrógeno, que será transportado en los gasoductos ya existentes.

Por otra parte, a medida que las autoridades avancen en la transición, deberán implementar mecanismos de compensación monetaria. En Alemania, por ejemplo, se ha previsto una compensación proveniente del presupuesto federal para los operadores de plantas de carbón que serán abandonadas y para sus empleados. Los desembolsos, que incluyen mejoras en infraestructura y creación de nuevos puestos de trabajo, ascienden a € 40.000 millones (Hagen et al., 2019). Sin embargo, cualquier mecanismo de compensación que se implemente corre el riesgo de hacer que la política climática sea muy costosa.

Por otro lado, está presente el riesgo de sobrevaloración de los activos abandonados por parte de sus propietarios, pero en el pasado la superación de diferencias ha pasado por mecanismos internacionales de resolución de disputas. Por ejemplo, en varios países europeos surgieron demandas que buscan compensaciones por el cierre de plantas de generación con carbón cuando las energías renovables no convencionales se tornaron más competitivas (Verbeek, 2021). Esto debe considerarse con atención en el contexto de América Latina y el Caribe, dada la frágil posición fiscal de varios países.

Políticas públicas

Los desafíos ambientales y las múltiples medidas para alcanzar el cumplimiento de los objetivos propuestos tienen efectos sobre las distintas dimensiones de sostenibilidad, sin ser necesariamente favorables en todos los casos. Es posible que soluciones a problemas ambientales (por ejemplo, infraestructura resiliente) tengan impactos negativos en términos económicos y sociales (continuando el ejemplo, puede implicar mayores costos de provisión de los servicios, que dificulten la capacidad de pago de un conjunto de usuarios). Es por esto que la política pública debe considerar los *trade-offs*, evaluar las situaciones holísticamente y ser responsable de balancear los distintos efectos, de forma que maximicen el bienestar de la población presente y futura. Así, la referencia a la institucionalidad ambiental crece en relevancia, especialmente por jugar un papel clave a la hora de asegurar el balance entre las tres dimensiones del desarrollo sostenible. Seguir este camino requiere dotar de facultades acordes a las instituciones responsables de la gestión ambiental. Como

El cambio climático aumenta la probabilidad de sufrir eventos extremos y de mayor impacto, dificultando una asignación eficiente de los riesgos climáticos entre los diferentes actores.



punto de partida, la mayoría de los países de ALC ya adoptaron referencias a la protección del medio ambiente en sus respectivas constituciones políticas o marcos legales.

A continuación, se repasan distintas situaciones donde la política pública tiene una parte importante en la toma de decisiones, distinguiendo entre sociales, de eficiencia y de resiliencia.

Políticas sociales (equidad)

El cambio climático, entre otros desafíos ambientales, y las medidas propuestas para su resolución pueden tener efectos redistributivos significativos. Por ejemplo, los desastres naturales y eventos extremos pueden afectar más a la población de bajos ingresos, ya que generalmente se encuentran en zonas más expuestas y vulnerables, pierden una mayor proporción de su riqueza y tienen una menor capacidad para hacer frente y recuperarse de estos eventos (Hallegatte et al., 2020).

Asimismo, como se discutió en el subapartado “Regulación económica”, la implementación de políticas de mitigación y adaptación, los cambios en la disponibilidad de los recursos y su mayor demanda pueden afectar los niveles

y estructuras de costos de la provisión de los servicios de agua y energía. En muchos casos, esto puede derivar en niveles de costos más altos o estructuras tarifarias con un mayor componente de costos fijos, afectando negativamente a la asequibilidad de los servicios.

En estos casos, adquiere especial importancia el diseño de una tarifa social o de subsidios correctamente focalizados (en favor de la población afectada). Sin embargo, esta posibilidad se enfrenta a una política existente de subsidios, que no son eficientes ni focalizados. Por tanto, es necesario replantear si se requieren más subsidios en estos sectores (por razones ambientales) o si se debe pensar en una reestructuración, pero considerando el conflicto social que esto implica. En caso de requerirse más subsidios, también es necesario evaluar la restricción de fondos fiscales que enfrentan los países de ALC, que se ha profundizado luego de la pandemia del COVID-19.

Asimismo, hay políticas ambientales que pueden tener impactos progresivos en la distribución del ingreso de las economías. Por ejemplo, la penetración de las ERNC y la reducción de los costos de los sistemas fotovoltaicos sin conexión a la red hacen factible la electrificación en zonas rurales ubicadas lejos de las redes de distribución y de manera sostenible.

Recuadro 5.1 Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales en Argentina

El Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales (PERMER) en Argentina tiene como objetivo brindar acceso a la energía generada con fuentes renovables a la población rural del país que no tiene luz por estar alejada de las redes de distribución. El proyecto desarrolla diversas iniciativas de las que se benefician hogares, escuelas rurales, comunidades aglomeradas y pequeños emprendimientos productivos. De esta manera, busca mejorar la calidad de vida de los habitantes de zonas rurales del país.

El programa, dependiente de la Secretaría de Energía, fue creado en 1999 y tiene alcance federal. El proyecto es financiado a través del préstamo del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF) n.º 8484, otorgado por el Banco Mundial, que fue dividido en dos tramos: el primero obtenido desde su creación hasta 2015 y el segundo vigente en la actualidad y emitido por un total de USD 168 millones.

Al año 2021, el proyecto llevaba invertidos USD 265 millones y contaba con más de 600.000 beneficiarios, entre los que se incluyen 2.700 escuelas, 66.500 hogares, 360 establecimientos públicos, 500 centros de atención primaria de salud y alrededor de 50 áreas protegidas (Mongelluzzo, 2021).

Políticas para alinear incentivos (eficiencia y ambiente)

Los proyectos discutidos a lo largo de este informe que podrían facilitar el afrontamiento de los desafíos propuestos en el capítulo 1 tienen beneficios ambientales (externalidades positivas) que probablemente un agente privado no considerará a la hora de evaluar la conveniencia de determinadas inversiones. Por tanto, es el Estado quien tiene el rol de alinear en cada país los incentivos privados con los beneficios ambientales, considerándolos junto con los otros efectos sociales y económicos.

En línea con estas ideas, el precio a las emisiones de carbono (en sus múltiples formas) suele ser una forma de internalizar el costo social de las emisiones de GEI en las decisiones privadas. Los sistemas de precios al carbono existentes en la actualidad cubren aproximadamente el 23 % de las emisiones globales, de acuerdo con el *Carbon Pricing Dashboard* que publica el Banco Mundial (s.f.b), e incluyen todas las regulaciones existentes a nivel nacional, regional y subnacional. Es decir, aún hay una fracción importante de emisiones que continúa sin regularse.

El instrumento más utilizado en la región es el impuesto, aunque hay también algunos sistemas de permisos de emisión negociable en consideración en México y Chile. En Argentina, se implementó un impuesto al carbono en 2018. Este se aplica a las emisiones de CO₂ de todos los sectores, con una alícuota del 10 % (aproximadamente USD 6/tCO₂e, según el Banco Mundial, s.f.b). En Chile, el impuesto al carbono se implementó en 2017 como parte del impuesto que grava las emisiones de compuestos contaminantes en el aire y se aplica a las emisiones de CO₂, principalmente de los sectores de energía (todos los combustibles fósiles) e industria, con una tasa de USD 5/tCO₂. En Colombia, el impuesto al carbono se implementó en 2017 y se aplica a las emisiones de gases de efecto invernadero de todos los sectores. Por su parte, el impuesto al carbono en México se incluye en el “impuesto especial sobre producción y servicios”. No es un impuesto sobre el contenido total de carbono de los combustibles, sino sobre el contenido adicional de emisiones de CO₂ en comparación con el gas natural. El impuesto cubre todos los combustibles fósiles excepto el gas natural y se aplica a las emisiones de CO₂ de los sectores de energía, industria, transporte por

carretera, aviación, transporte marítimo, edificios, silvicultura, desechos y agricultura.

Hasta ahora, los países han tenido dificultades en establecer precios lo suficientemente elevados como para generar reducciones relevantes en el uso de combustibles fósiles: los valores no superan los USD 10/tCO₂, frente a los valores estimados para alcanzar las metas de temperatura del Acuerdo de París de al menos USD 40-80/tCO₂ en 2020 y USD 50-100/tCO₂ para 2030 (Carbon Pricing Leadership Coalition, 2017). En algunos países se ha retrasado este tipo de medida por el descontento de la población.

En vista de este contexto regional, CAF (2022) anunció que articulará la creación de un mercado de carbono en ALC, fortaleciendo los mercados de carbono de sus países miembros e impulsando la competitividad de la oferta de créditos de carbono. Este proyecto tiene como objetivo principal la reducción de las emisiones de GEI, movilizándolo nuevos recursos financieros para hacer frente al calentamiento global y respondiendo a la demanda internacional. La Iniciativa Latinoamericana y del Caribe para el Desarrollo del Mercado de Carbono trabajará en: i) el refuerzo de las capacidades institucionales, alineando intereses y conocimiento de la situación; ii) la generación de conocimiento; y iii) el diálogo multisectorial para acelerar procesos de aprendizaje y reforzar las capacidades.

El precio a las emisiones de carbono puede ser un gran instrumento para alinear los incentivos del sector privado con los objetivos ambientales referidos al cambio climático. Más allá de esta problemática, y hasta que se logre implementar, existe un espacio para diseñar instrumentos complementarios que fomenten la transición energética (penetración de energías renovables, generación distribuida, REI, reducción del uso de combustibles fósiles, eficiencia energética y electrificación del consumo) y la conservación del recurso hídrico (eficiencia en los usos, reducción de la contaminación y cuidado del recurso).

Si bien los costos de las ERNC de escala han caído, aún no se ha desarrollado la generación a pequeña escala a costos competitivos. Para estos casos, los incentivos se pueden proveer mediante esquemas tarifarios y pagos a la electricidad inyectada a la red (ver el subapartado "Regulación económica").

Por su parte, la política de subsidios energéticos desalienta el reemplazo de combustible fósiles y es opuesta a un marco de imposición del carbono, al tiempo que para algunos países de la región estos son un recurso estratégico. En

principio, la promoción de energías más limpias puede venir acompañada de la corrección de subsidios existentes. Pero es recomendable que la implementación sea cuidadosa y alineada con el desarrollo tecnológico, pues tiene efectos sobre los precios de bienes y servicios, y debe realizarse acompañada de planes de comunicación efectivos, medidas de transición y mecanismos de compensación para grupos vulnerables.

Los gobiernos nacionales tienen un rol relevante en el desarrollo de la electromovilidad en los países de ALC. En la hoja de ruta publicada por CAF (Ardanuy Ingeniería, 2019) se identifican las siguientes medidas: la definición de especificaciones administrativas y técnicas en los procesos de licitación; la creación de una caja única que gestione los fondos y subvenciones públicas; la redefinición de los subsidios a los combustibles fósiles (en línea con lo anterior) y la creación de impuestos especiales o la exoneración de impuestos ambientales.

Por el lado del sector del agua, se destacan los siguientes instrumentos de políticas públicas: impuestos ambientales que fomenten buenas prácticas; una regulación que demande el tratamiento de aguas servidas y reduzca o controle su contaminación; subsidios al uso alternativo de fuentes (por ejemplo, agua de mar); la regulación de los precios del agua para controlar el consumo; subsidios al reciclaje de agua; y la regulación sobre límites aceptables de extracción de agua para sus distintos usos (CESPAP, 2019).

Para ambos sectores, la eficiencia en el uso de los recursos puede hallarse mediante esquemas de precio que eviten su sobreexplotación. En los casos de ALC, donde las tarifas de estos sectores están subsidiadas, los consumidores no llegan a percibir el costo real de la provisión de estos servicios y, por lo tanto, en muchos casos este consumo puede estar por encima del socialmente óptimo.

Existen tecnologías que pueden mejorar la eficiencia en estos sectores y, posiblemente, se pueden considerar alternativas para fomentar el uso sostenible de los recursos, como subsidiar dichas tecnologías. Por ejemplo, la Ciudad de Buenos Aires, en Argentina, llevó a cabo el programa "Pasate a LED" en 2019, que permitía el intercambio de lámparas tradicionales por unas de LED y, de esa forma, buscaba reducir el consumo de los hogares (Buenos Aires Ciudad, 2019). Otra medida es la inclusión de incentivos fiscales para la construcción de edificios ecoeficientes. Por ejemplo, el código tributario de Estados Unidos prevé un crédito de impuesto con un valor de USD 1.000 para cada casa construida que sea

un 30 % más eficiente energéticamente que la estándar. En Francia, se prevé una exención de hasta cinco años del impuesto sobre la propiedad para los edificios que demuestren un bajo consumo de energía (Buzaglo Dantas et al., 2015).

Plan de resiliencia

El gobierno tiene un rol fundamental en la planificación, organización e implementación de planes de resiliencia, en particular, para la

infraestructura. Sus funciones van desde la diagramación de esquemas de respuesta hasta la gestión de la información relevante.

La definición de objetivos, estándares y regulaciones de resiliencia en los planes de infraestructura, junto con la regulación consistente con otros planes ambientales, definen el marco. Por su parte, la provisión de incentivos financieros cumple un rol complementario para inducir la provisión de servicios resilientes (Hallegatte et al., 2019), y, en esta área, hay mucho espacio para la acción.

Áreas de mejora en el sector de la salud

La pandemia del COVID-19 ha expuesto cuán preparados están los sistemas de salud de la región para enfrentar eventos disruptivos que lo ponen en una situación de estrés extremo. Esta experiencia ha puesto de manifiesto los varios desafíos que el sector debe enfrentar para ser capaz de afrontar otras

situaciones que también demanden una respuesta rápida y efectiva del sistema. A partir de las lecciones aprendidas, el cuadro 5.4 y el texto a continuación resumen una serie de recomendaciones que, de implementarse, podrían mejorar el desempeño del sector frente a crisis sanitarias.

Cuadro 5.4

Resumen de desafíos y recomendaciones para el sector de la salud

Fuente: Elaboración propia con base en lo expuesto en el capítulo 4.

Desafío	Intervención
Desfinanciamiento sanitario crónico que obliga a recurrir a fondos de contingencia o endeudamiento para atender emergencias.	Establecimiento de un mecanismo financiero regional ágil, destinado a responder a las necesidades de los países frente a eventos disruptivos.
Cooperación supranacional limitada para procesar las múltiples incertidumbres, incluyendo las evidencias científicas, y fortalecer la interacción entre países.	Fortalecimiento de un mecanismo regional permanente que brinde entrenamiento, soporte técnico y gestión del conocimiento a los países en el manejo de crisis sanitarias.
Elaboración de escenarios extremos futuros para anticipar riesgos epidemiológicos y ambientales y necesidades de recursos humanos, infraestructura, equipamiento e insumos sanitarios.	Fortalecimiento de los sistemas de información, incluida la vigilancia epidemiológica y ambiental, y fomento de la investigación aplicada para proyectar escenarios y pronosticar necesidades futuras de recursos, basadas en la evidencia.
Dependencia del comercio internacional de tecnología e insumos sanitarios.	Fomento de las inversiones en investigación y desarrollo y establecimiento de mecanismos de negociación conjuntos frente a emergencias sanitarias, así como de soporte logístico.
Salud digital incipiente.	Fortalecimiento del marco legislativo, el financiamiento, la infraestructura y la capacitación del capital humano en salud y transformación digital del sector.
Insuficiente infraestructura para atender picos de demanda.	Fortalecimiento del primer nivel de atención y diseño de protocolos de contingencia para la disposición de infraestructura provisoria hospitalaria.

Las recomendaciones que se presentan podrán ser efectivas a corto plazo, pero, para que sus resultados sean sostenibles, se requerirá enfrentar los problemas estructurales de los sistemas de salud, tales como los déficits en el gasto y la fragmentación. Si bien estos problemas se expresan de forma heterogénea en los países de ALC, en líneas generales, se trata de revisar y reorientar la calidad y cobertura de los esquemas de aseguramiento. También se busca aumentar la inversión en el sector de la salud, propender a reducir la fragmentación, incrementar las inversiones en el fortalecimiento del primer nivel de atención, lograr la distribución más equitativa de los servicios, mejorar la calidad, reducir la brecha tecnológica y fortalecer la gestión (Guibovich, Zamora y Castillo, 2022).

Desfinanciamiento crónico

Un gran desafío a lo largo de la pandemia del COVID-19 fue el escaso financiamiento con el que contaba este sector. El desfinanciamiento crónico y el financiamiento público deficiente en ALC fueron una limitación en la actuación del sector. Por lo tanto, es importante revisar, en primer lugar, el financiamiento requerido para la sostenibilidad financiera y, en segundo lugar, los excedentes disponibles para el manejo de eventos disruptivos extremos.

Un análisis de sostenibilidad financiera a escala regional es difícil ya que existe heterogeneidad (entre países, pero también dentro de cada uno) de los perfiles de financiamiento dadas las características de fragmentación y segmentación de los sistemas de salud. No obstante, su revisión es necesaria ya que las fuentes de financiamiento y la organización del gasto en el sector de la salud son factores que tienen impacto no sólo en la sostenibilidad financiera de los sistemas de salud, sino también en el acceso a los servicios, por lo tanto en la equidad (Perea Flores, 2018).

La evidencia sobre financiamiento adicional durante la pandemia del COVID-19 fue que muchos países de ALC improvisaron la búsqueda de fondos, inyectando recursos de otras partidas presupuestarias, fondos de contingencia o mediante endeudamiento. Esto abre la oportunidad de considerar mecanismos financieros ágiles de carácter regional, que permitan responder a las necesidades de los países en casos de emergencia sanitaria. Un ejemplo sería un fondo de emergencias destinado a este sector frente a eventos disruptivos.

En México, el Fondo de Salud para el Bienestar brindó apoyo financiero flexible y oportuno

durante la pandemia. Este fondo de protección contra los gastos catastróficos significó un importante soporte para comprar en el corto plazo y de manera centralizada los equipos de protección personal, reponer los suministros de medicamentos y, en general, responder a la necesidad urgente de mantener los hospitales en funcionamiento durante la crisis (*Institute for Global Health Sciences, 2021*). La OMS (2021c) considera este elemento como uno de los indicadores relevantes de diagnóstico de las capacidades básicas requeridas para la vigilancia y respuesta ante emergencias de salud pública.

Más allá de estas necesidades de financiamiento, en ALC la disponibilidad de recursos es un desafío en todos los sectores económicos, ya que los países presentan sistemas fiscales deficitarios en los cuales se dificulta la resolución de situaciones de desfinanciamiento vía fondos públicos. Mucho más complejo aún, estas situaciones fiscales impiden la disposición de márgenes de acción para la prevención de futuras contingencias.

Cooperación supranacional y fortalecimiento institucional

Otro gran desafío que enfrentaron los países de ALC durante la pandemia del COVID-19 fue la necesidad de tomar decisiones sobre la base de consideraciones generales, sin claros lineamientos ni evidencia bien sustentada que permitieran procesar los altos niveles de incertidumbre.

Esta situación obliga a pensar en esquemas supranacionales que fortalezcan los sistemas de información regional en cuanto a procesos, instrumentos, tecnología y capacitación de recursos humanos. Sistemas de esas características permitirían a los países vigilar, analizar, alertar y responder oportunamente a emergencias sanitarias y establecer un mecanismo regional permanente que brinde soporte técnico y eventualmente logístico, altamente especializado y de rápida movilización, acerca de los mejores mecanismos para el desarrollo de infraestructura sanitaria temporal de emergencia. A escala regional, se puede considerar también el rol de un centro de entrenamiento supranacional en vigilancia y control de enfermedades, gestión en salud e investigación sobre emergencias sanitarias.

En la Unión Europea existe el Centro Europeo de Prevención y Control de Enfermedades (ECDC, por sus siglas en inglés), que fue creado en el año 2005 para reforzar las defensas de Europa contra las enfermedades infecciosas. Las

responsabilidades de este centro son analizar e interpretar los datos de los países de la UE sobre 52 enfermedades transmisibles (a través del Sistema Europeo de Vigilancia); proporcionar asesoramiento científico a los gobiernos e instituciones de los países miembros; garantizar la detección precoz y el análisis de las amenazas emergentes para la región; coordinar el Programa Europeo de Formación en Epidemiología de Intervención y el Programa Europeo de Formación en Microbiología para la Salud Pública; ayudar a los gobiernos de la UE a prepararse contra los brotes de enfermedades; y organizar cada año la “Conferencia científica europea sobre epidemiología aplicada de las enfermedades infecciosas” (Unión Europea, 2005). Asimismo, en septiembre de 2021, la Comisión Europea creó la Autoridad Europea de Preparación y Respuesta ante Emergencias Sanitarias, específicamente para prevenir, detectar y responder rápidamente a ese tipo de emergencias. Esta entidad posee funciones antes de una crisis sanitaria, entre ellas evaluar amenazas, intercambiar información, apoyar las investigaciones y establecer relaciones con las industrias y, durante la misma, activar la financiación y medidas de emergencia bajo la dirección de un Consejo de Crisis Sanitarias de Alto Nivel (Comisión Europea, 2021b).

A nivel nacional, las fallas en la implementación de planes para afrontar la pandemia del COVID-19 también abre un espacio para mejoras de gobernanza, principalmente el fortalecimiento de las capacidades de los gobiernos para planificar y preparar la respuesta a eventos extraordinarios, así como el desarrollo de un conjunto de herramientas legales, financieras y organizativas que mejoren la eficacia y la oportunidad de las respuestas. Por último, resulta clave que, mediante la interacción con entidades supranacionales, las instituciones nacionales puedan nutrirse de información relevante, mecanismos de acción y sistemas de planificación y gestión de eventos disruptivos.

Anticipo de escenarios futuros extremos

El sistema de salud tiene que estar preparado para responder de forma más ágil ante un nuevo evento de gran magnitud y altamente disruptivo. Sin embargo, para que la preparación sea efectiva, es importante conocer qué escenarios posibles se plantean a futuro y cuáles son las amenazas más probables. En otras palabras, dependiendo del evento disruptivo futuro, las necesidades del sector serán diferentes en cuanto a infraestructura, recursos humanos, tecnologías, etc.. Por lo tanto, proyecciones de escenarios o eventos y las necesidades futuras de

estos elementos pueden permitir que el sector esté preparado de forma más eficiente.

Por ejemplo, un factor crítico para la atención de la pandemia fue el recurso humano en salud, principalmente aquel con especializaciones requeridas para la atención de casos de COVID-19 moderados o graves, el diagnóstico de laboratorio y para la vigilancia y respuesta epidemiológica. La formación de personal de salud calificado es un proceso de varios años. Por lo tanto, si se espera la ocurrencia en las próximas décadas de enfermedades o eventos que demandarán una determinada especialización de profesionales, se pueden aplicar medidas en el presente que fomenten el estudio en esta formación. También es importante anticipar los efectos sobre la salud humana que causan las pandemias; por ejemplo las secuelas post-COVID-19 sobre el sistema respiratorio y cardiovascular, la salud mental y otros.

Para ello, es importante ampliar los esfuerzos para monitorear y evaluar con mayor precisión los factores medioambientales que constituyan un riesgo para la emergencia de eventos pandémicos. También es fundamental fortalecer las capacidades de los sistemas de salud para adaptarse al cambio en el medio ambiente y reducir sus efectos en la salud humana, minimizando la vulnerabilidad de las poblaciones (OMS, 2021h) y evaluando la efectividad de las intervenciones ante situaciones climáticas diversas. La investigación aplicada y la mejora en los procesos de toma de decisiones basados en evidencias son desarrollos necesarios para asegurar que las proyecciones realizadas sean lo más certeras posibles y que las acciones en respuesta a estos escenarios sean consistentes con las necesidades proyectadas. Asimismo, la generación y recopilación de datos regionales tendrán un rol fundamental en este proceso de proyección de escenarios, el cual se discutirá más adelante.

Dependencia del comercio internacional de tecnología e insumos sanitarios

La región de ALC se caracteriza por depender del comercio internacional de insumos médicos, medicamentos y vacunas. Durante la pandemia del COVID-19, esta situación, unida a la falta de mecanismos supranacionales que posibilitaran mejores condiciones de negociación, llevaron a los países a abastecerse de manera aislada con proveedores del mercado global.

Es evidente que la dependencia del comercio internacional en un contexto de crisis global puede ser una gran limitación para la resiliencia del

Es posible que soluciones a problemas ambientales tengan impactos negativos en términos económicos y sociales, y la política pública debe balancear estos distintos efectos.



sistema de salud. Esta puede ser una oportunidad para considerar el aumento de la inversión en investigación y desarrollo, para que las industrias de insumos médicos y los laboratorios puedan desarrollarse en alguna escala a nivel nacional y regional. Otra solución puede ser establecer anticipadamente mecanismos de negociación con los principales países productores de estos insumos frente a emergencias sanitarias. Para la adquisición de vacunas contra el COVID-19 a través de mecanismos de procura conjunta, se creó el mecanismo COVAX. Más allá de sus limitaciones, esta herramienta puede servir de base para pensar en futuros esquemas de negociación conjunta para los países de la región.

Salud digital incipiente: gestión y calidad de los datos

Un elemento clave durante la pandemia del COVID-19 fue la situación de la digitalización (o transformación digital) del sector. Esto no solo facilitó la atención y control a distancia de pacientes, sino que también permitió la generación, recopilación y análisis de datos. No obstante, los países de la región encontraron barreras para coordinar, interoperar y asegurar la calidad de los datos de sus fuentes de información.

Evaluando la posibilidad de futuros eventos disruptivos, los datos pueden tener un rol central en la proyección y control de enfermedades o catástrofes. Por lo tanto, es importante mantener y mejorar los mecanismos de digitalización de los procesos en salud, preservando la seguridad de los datos y la información, fomentando la

interoperabilidad y fortaleciendo la capacitación de los recursos humanos. Esto puede ser coordinado bajo un marco de vigilancia pública, responsable de definir indicadores estándar regionales que permitan monitorear el número de casos según las pruebas diagnósticas utilizadas y el número de pacientes hospitalizados y fallecidos, así como contrastarlos con indicadores de la oferta de recursos humanos, infraestructura sanitaria, equipamiento, insumos (incluyendo vacunas) y pruebas de laboratorio (Guibovich, Zamora y Castillo, 2022).

Por ejemplo, en Europa existe un sistema de vigilancia europeo, conocido por sus siglas en inglés TESSy, que proporciona a los países miembros de la UE evidencias científicas sobre enfermedades infecciosas. Su base de datos integra información procedente de muchas redes de vigilancia que anteriormente eran independientes, de manera que TESSy es un sistema unificado de datos (ECDC, 2011). Más concretamente, durante la pandemia se desarrolló la red de vigilancia europea de COVID-19 (ECOVIG-Net), que proporcionó la información necesaria a los responsables de la toma de decisiones y a los expertos en salud pública para evaluar la pandemia y tomar las medidas apropiadas (ECDC, 2022).

Infraestructura flexible para atender picos de demanda

Frente a las crisis sanitarias, es lógico observar aumentos pronunciados de demanda difíciles de abastecer, dada una oferta fija de infraestructura sanitaria. Así sucedió durante la pandemia de COVID-19 cuando, por ejemplo, un porcentaje

de la población afectada tuvo dificultades para acceder a servicios de salud, hospitales y equipamiento requerido. En este contexto, los gobiernos de la región reorientaron los recursos públicos para subsanar las deficiencias de los servicios de salud, aumentando su capacidad para atender a pacientes con COVID-19 (OCDE, 2020).

En la mayoría de los países se intentó resolver esta situación con medidas paliativas improvisadas de corto plazo. Por ejemplo, en Ecuador se instalaron 10 hospitales de campaña en algunos de los barrios más afectados de Guayaquil. Colombia y Perú plantearon una estrategia que consistió en que parte de los hospitales de alta complejidad extendieran sus servicios a instituciones como hoteles, clínicas cerradas y hospitales de campaña.

Por tanto, es importante adoptar medidas que otorguen flexibilidad a la infraestructura sanitaria, permitiéndole brindar respuestas en el corto plazo. De esta forma, se puede pensar en planes

de contingencia que contemplen la posibilidad de que, frente a eventos disruptivos que generen excesos de demanda, se ponga a disposición del sistema de salud una red de infraestructura provisoria (hospitales de campaña, infraestructura de otros sectores, etc.) con los correspondientes recursos humanos e insumos complementarios.

Los países están realizando evaluaciones de vulnerabilidad y adaptación de la salud al cambio climático y, gradualmente, van actualizando o incorporando planes y programas y reasignando recursos en salud para hacer frente a eventos relacionados con el cambio climático. En este marco, es importante que las lecciones aprendidas de la experiencia reciente en cuanto a vigilancia, financiamiento, infraestructura, coordinación, previsión de escenarios y recursos, y gestión y calidad de los datos, entre otros, sean consideradas en la agenda pública, de modo que la región, y el mundo, estén mejor preparados para enfrentar eventos futuros, ya sean estos de origen epidemiológico o climático.

Anexo 5.1

Organismos estatales participantes en los servicios de agua y tipos de organización en América Latina

País	Autoridad para el agua	Ente rector del sector de agua y saneamiento	Ente regulador	Operador (tipo de organización predominante)	¿Permite el país la participación privada?	¿Cuenta el país con un sistema nacional de recursos hídricos?
Argentina	Hay varias autoridades a nivel provincial de distinto rango*	Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda	No existe un solo ente regulador, sino que hay uno por provincia**	Regional y municipal	Sí	No
Bolivia	Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico	Ministerio de Medio Ambiente y Agua (Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico)	Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua y Saneamiento Básico (AAPS)	Municipal	No	Sí
Brasil	Agencia Nacional de Aguas y Saneamiento Básico	Ministerio de Desarrollo Regional de la República Federativa de Brasil	Al igual que en el caso argentino, no existe un solo ente regulador, sino que hay varios***	Regional y municipal	Sí	Sí
Chile****	Dirección General de Aguas	Ministerio de Obras Públicas	Superintendencia de Servicios Sanitarios	Regional	Sí	Sí
Colombia	Consejo Nacional del Agua	Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico	Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico	Municipal	Sí	-
Costa Rica	Dirección de Agua	Ministerio de Ambiente y Energía	Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos de Costa Rica	Nacional y municipal	Sí	Sí
Ecuador	Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica	Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica	Ente Municipal de Regulación y Control (EMAPAG-EP): municipal y sectorial Agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA): nacional y sectorial.	Municipal	No	Sí
El Salvador	Autoridad Nacional del Agua	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales	No existe	Nacional y municipal	Sí	Sí
Guatemala	Existe más de una autoridad del agua****	Viceministerio del Agua	Consejos Municipales de Desarrollo (COMUDE)	Municipal	Sí	-
Honduras	Autoridad del Agua	Dirección General de Recursos Hídricos	Ente Regulador de Servicios de Agua Potable y Saneamiento	Nacional y municipal	Sí	Sí
Jamaica	Autoridad de Recursos Hídricos	Ministerio de Tierra, Agua, Medio Ambiente y Cambio Climático	Oficina de Regulación de Servicios Públicos	Nacional	Sí	-
México	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales	No existe	Municipal	Sí	-
Nicaragua	Autoridad Nacional del Agua	Consejo Nacional de Recursos Hídricos	Ente Regulador de Servicios de Agua Potable y Saneamiento	Nacional y municipal	Sí	No

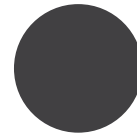
Continúa en la página siguiente

País	Autoridad para el agua	Ente rector del sector de agua y saneamiento	Ente regulador	Operador (tipo de organización predominante)	¿Permite el país la participación privada?	¿Cuenta el país con un sistema nacional de recursos hídricos?
Panamá	Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá	Dirección del Subsector de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario	Autoridad Nacional de los Servicios Públicos	Nacional	Sí	-
Paraguay	Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible	Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones Dirección de Agua Potable y Saneamiento	Ente Regulador de Servicios Sanitarios	Nacional y municipal	Sí	Sí
Perú	Autoridad Nacional del Agua	Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento	Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento	Municipal	Sí	Sí
República Dominicana	Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales	Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados	Regional	Sí	Sí
Uruguay	Dirección Nacional del Agua	Ministerio de Ambiente	Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua	Nacional	Sí	-

Nota: * Para mayor información revisar la siguiente página: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/bc9ccbf6-en.pdf?expires=1684760272&id=id&accname=ocid49029512&checksum=245ECC10890E6E5E09BAF438FD99DA6A>; ** Para mayor información revisar la siguiente página: <https://aferas.org.ar/entes-miembros/>; *** Para mayor información revisar la siguiente página: <https://abar.org.br/agencias-associadas-a-abar/>; **** Para mayor información revisar el siguiente enlace: <https://www.marn.gob.gt/Multimedios/7419.pdf>; ***** Según informa la agencia Bloomberg (Thomson, 2021), el gobierno chileno ha enviado un proyecto de ley al Congreso para transformar el Ministerio de Obras Públicas en el Ministerio de Obras Públicas y Recursos Hídricos, una entidad que supervisará y coordinará las 43 instituciones que gestionan el agua en Chile.

Fuente: Lentini (2015) y Bonifaz (2022).

Referencias



Atun, R., De Andrade, L. O. M., Almeida, G., Cotlear, D., Dmytraczenko, T., Frenz, P., García, P., Gómez-Dantés, O., Knaul, F., Muntaner, C., de Paula, J. B., Rígoli, F., Castell-Florit Serrate, P. y Wagstaff, A. (2015). "Health-system reform and universal health coverage in Latin America". *The Lancet*, 385(9974), 1230-1247. Disponible en [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)61646-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)61646-9).

Abramovsky, L., Andrés, L., Joseph, G., Rud, J., Sember, G. y Thibert, M. (2020). "Unpacking piped water consumption subsidies: Who benefits? New evidence from 10 countries". *Journal of Water, Sanitation & Hygiene for Development*. IWA Publishing. Disponible en <https://doi.org/10.2166/washdev.2020.073>.

Acosta Maldonado, M., Basani, M. y Solís, H. (2019). "Prácticas y saberes en la gestión comunitaria del agua para consumo humano y saneamiento en las zonas rurales de Ecuador". Nota Técnica del Banco Interamericano de Desarrollo IDB-TN-01799. Disponible en <https://publications.iadb.org/es/practicas-y-saberes-en-la-gestion-comunitaria-del-agua-para-consumo-humano-y-saneamiento-en-las>.

ADERASA (2021). *Informe Anual 2021. Grupo Regional de Trabajo en Benchmarking*. Disponible en <https://www.aderasa.org/grupos-de-trabajo/informes/>.

AIE (2019). *The role of gas in today's energy transitions*. París: Agencia Internacional de la Energía. Disponible en <https://www.iea.org/reports/the-role-of-gas-in-todays-energy-transitions>.

AIE (2020a). *World energy outlook 2020*. París: Agencia Internacional de la Energía. Disponible en <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020>.

AIE (2020b). *CCUS in clean energy transitions*. París: Agencia Internacional de la Energía. Disponible en <https://www.iea.org/reports/ccus-in-clean-energy-transitions>.

AIE (2021a). *World energy outlook 2021*. París: Agencia Internacional de la Energía. Disponible en <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021>.

AIE (2021b). *Global hydrogen review 2021*. París: Agencia Internacional de la Energía. Disponible en <https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2021>.

AIE (2021c). *Hydrogen*. París: Agencia Internacional de la Energía. Disponible en <https://www.iea.org/reports/hydrogen>.

AIE (2021d). *Energy efficiency 2021*. París: Agencia Internacional de la Energía. Disponible en <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2021>.

AIE (2021e). *Is carbon capture too expensive?* París: Agencia Internacional de la Energía. Disponible en <https://www.iea.org/commentaries/is-carbon-capture-too-expensive>.

AIE (2021f). *Smart grids*. París: Agencia Internacional de la Energía. Disponible en <https://www.iea.org/reports/smart-grids>.

AIE (s.f.). *Methane Tracker Data Explorer* [base de datos]. París: Agencia Internacional de la Energía. Consulta realizada en mayo de 2022 en <https://www.iea.org/articles/methane-tracker-data-explorer>.

Alarcón, A. (2021). “Regulaciones y políticas para potenciar la transición energética ¿Estamos listos para el desafío?”. *Energía para el futuro* [blog]. Banco Interamericano de Desarrollo. Disponible en <https://blogs.iadb.org/energia/es/regulaciones-y-politicas-para-la-transicion-energetica/>.

Álvarez, F., Brassiolo, P., Toledo, M., Allub, L., Alves, G., de la Mata, D., Estrada, R. y Daude, C. (2020). *RED 2020: Los sistemas de pensiones y salud en América Latina. Los desafíos del envejecimiento, el cambio tecnológico y la informalidad*. CAF. Disponible en <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1652>.

Álvarez, R., Pacala, S., Winebrake, J., Chameides, W. y Hamburg, S. (2012). “Greater focus needed on methane leakage from natural gas infrastructure”. *Proceedings of the National Academy of Sciences of America*, 109(17): 6435–6440. Disponible en <https://doi.org/10.1073/pnas.1202407109>.

Andrés, L., Espiñeira, G., Joseph, G., Sember, G. y Thibert, M. (2020). “Estimating the magnitude of water supply and sanitation subsidies”. *Documento de trabajo de Investigación sobre Políticas 9448*. Washington, D.C.: Banco Mundial. Disponible en <http://hdl.handle.net/10986/34656>.

Ansari, D., Holz, F. y al-Kuhlani, H. (2019). “Energy, climate, and policy towards 2055: An interdisciplinary energy outlook. DIW-REM Outlook”. *Politikberatung kompakt* n.º 139. DIW Berlin. Disponible en https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.676049.de/diwkompakt_2019-139.pdf.

Ardanuy Ingeniería S. A. (2019). *La electromovilidad en el transporte público de América Latina*. Caracas: CAF. Disponible en <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1466>.

Arrhenius, S. (1896). “On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature of the ground”. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, 5(41).

Atasu, A., Duran, S. y Van Wassenhove, L. (2021). “The dark side of solar power”. *Harvard Business Review*. Disponible en https://hbr.org/2021/06/the-dark-side-of-solar-power?utm_campaign=hbr&utm_medium=social&utm_source=facebook&fbclid=IwAR3d9NT-G8S2YO6ZJhqfnzu56MBXy_J3Ki5PIDurvvnCXG2Xchmkc-A9Aml.

Awojobi, O. (2018). “Climate risk insurance for resilience: A systematic review”. *International Journal of Environmental & Agriculture Research*, vol. 4, n.º 2. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/323476628_Climate_Risk_Insurance_for_Resilience_A_Systematic_Review.

Banco Islámico de Desarrollo (2019). *Energy sector climate change adaptation. Guidance note*. Disponible en <https://www.isdb.org/publications/energy-sector-climate-change-isdb-guidance-note>.

Banco Mundial (2015). *Facilitating catastrophe risk transfer*. Disponible en <https://documents1.worldbank.org/curated/en/463201468015629255/pdf/93909-CCRIF-CatBond-2015.pdf>.

Banco Mundial (2017). “Charting the diffusion of power sector reforms across the developing world”. *Documento de Investigación de Políticas* n.º 8235. Washington, D.C.: Banco Mundial. Licencia: CC BY 3.0 IGO. Disponible en <http://hdl.handle.net/10986/28853>.

Banco Mundial (2021). *The changing wealth of nations 2021: Managing assets for the future*. Washington, D.C.: Banco Mundial. Licencia: CC BY 3.0 IGO. Disponible en <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/36400>. Base de datos disponible en <https://datanalytics.worldbank.org/cwon/>.

Banco Mundial (2022). *2022 Global gas flaring tracker report*. Washington, D.C.: Banco Internacional para la Reconstrucción y el Desarrollo/Banco Mundial. Disponible en <https://thedocs.worldbank.org/en/dZc/1692f2ba2bd6408db82db9eb3894a789-0400072022/original/2022-Global-Gas-Flaring-Tracker-Report.pdf>.

Banco Mundial (s.f.a). “Indicators”. *Data* [base de datos]. Banco Mundial. Consultas realizadas entre abril y junio de 2022 en <https://data.worldbank.org/indicator>.

Banco Mundial (s.f.b). *Carbon Pricing Dashboard* [base de datos]. Consultado en abril de 2022. Disponible en https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/map_data.

Banco Mundial (s.f.c). *Private Participation Infrastructure Database* [base de datos]. Consultado en abril de 2022. Disponible en <https://ppi.worldbank.org/en/ppi>.

Barandiarán, M., Esquivel, M., Lacambra, S., Suárez, G. y Zuloaga, D. (2019). “Metodología de evaluación del riesgo de desastres y cambio climático para proyectos del BID: Documento técnico de referencia para equipos a cargo de proyectos del BID”. *Nota Técnica* n.º IDB-TN-01771. Disponible en <http://dx.doi.org/10.18235/0002041>.

Barriga, C., Camacho, J., Román, E., Retamal, T., Cádiz, F., Gallego, M. y Carvajal, D. (2021). “Evaluación del impacto de la pandemia COVID-19 en el diagnóstico y tratamiento de pacientes con cáncer de mama tratadas en Clínica Alemana de Santiago”. *Revista de Cirugía*, 73(3), 301-306. Disponible en <https://doi.org/10.35687/s2452-454920210031165>.

Bataille, C., Waisman, H., Briand, Y., Svensson, J., Vogt-Schilb, A., Jaramillo, M., Delgado, R., Arguello, R., Clarke, L., Wild, T., Lallana, F., Bravo, G., Nadal, G., Le Treut, G., Goinez, G., Quiros-Tortos, J., Pereira, E., Howells, M., Buiira, D., Tovilla, J., Farbes, J., Ryan, J., De la Torre Ugarte, D., Collado, M., Requejo, F., Gómez, X., Soria, R., Villamar, D., Rochedo, P. e Imperio, M. (2020). “Net-zero deep decarbonization pathways in Latin America: Challenges and opportunities”. *Energy Strategy Reviews*, 30, 100510. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.esr.2020.100510>.

Bloomberg (2022). “The best and worst places to be as world enter next COVID phase”. *Bloomberg*. The Covid Resilience Ranking. Datos actualizados al 26 de mayo de 2022. Disponible en <https://www.bloomberg.com/graphics/covid-resilience-ranking/>.

BN Americas (2021). “Las trabas regulatorias para el hidrógeno en Brasil”. *BN Americas*, 28 de mayo. Disponible en <https://www.bnamericas.com/es/entrevistas/las-trabas-regulatorias-para-el-hidrogeno-en-brasil>.

Bonifaz, J. (2022). “Documento sectorial agua y medio ambiente”. Mimeo.

Bonney Casey, E. (2018). “From tech to airlines: Industrial companies invest in water reuse”. *Water Technology*, 1 de mayo. Disponible en <https://www.watertechnonline.com/water-reuse/article/16210367/from-tech-to-airlines-industrial-companies-invest-in-water-reuse>.

Boulton, C., Lenton, T. y Boers, N. (2022). “Pronounced loss of Amazon rainforest resilience since the early 2000s”. *Nature Climate Change*, 12, 271-278. Disponible en <https://doi.org/10.1038/s41558-022-01287-8>.

Bozovic, R., Maksimovic, C., Mijic, A., Smith, K. M., Suter, I. y Van Reeuwijk, M. (2017). *Blue green solutions. A systems approach to sustainable and cost-effective urban development*. Climate-KIC. Disponible en <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.30628.07046>.

Braithwaite, I., Callender, T., Bullock, M. y Aldridge, R. W. (2020). “Automated and partly automated contact tracing: A systematic review to inform the control of COVID-19”. *The Lancet Digital Health*, 2(11), e607-e621. Disponible en [https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(20\)30184-9](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(20)30184-9).

Brichetti, J. P., Mastronardi, L., Amiassorho, M. E. R., Serebrisky, T. y Solís, B. (2021). *La brecha de infraestructura en América Latina y el Caribe: estimación de las necesidades de inversión hasta 2030 para progresar hacia el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Banco Interamericano de Desarrollo. Disponible en <http://dx.doi.org/10.18235/0003759>.

Browder, G., Ozment, S., Rehberger Bescos, I., Gartner, T. y Lange, G. (2019). “Integrating green and gray: Creating next generation infrastructure”. Washington, D.C.: Banco Mundial e Instituto de Recursos Mundiales. Licencia: CC BY 4.0. Disponible en <http://hdl.handle.net/10986/31430>.

Bruneau, M., Chang, S. E., Eguchi, R. T., Lee, G. C., O'Rourke, T. D., Reinhorn, A. M., Shinozuka, M., Tierney, K., Wallace, W. y Von Winterfeldt, D. (2003). “A framework to quantitatively assess and enhance the seismic resilience of communities”. *Earthquake Spectra*, vol. 19, n.º 4, p. 733-752, noviembre. Disponible en <https://doi.org/10.1193/1.1623497>.

Buenos Aires Ciudad (2019). "Lámparas LED: 50 lugares para el recambio". BA. Agencia de Protección Ambiental. Disponible en <https://www.buenosaires.gob.ar/agenciaambiental/noticias/los-vecinos-tienen-50-lugares-para-el-recambio-de-lamparas-led>.

Bunclark, L., Carter, R., Casey, V., Day, S. J. y Guthrie, D. (2011). *Managing water locally: An essential dimension of community water development*. Institute of Civil Engineers. Disponible en <http://hdl.handle.net/10546/165794>.

Buzaglo Dantas, M., Berger Schmitt, G., Dupont Gomes de Freitas, M., Ferrúa, L. y Dantas Evaristo de Souza, M. (2015). *Mapeo de incentivos económicos para la construcción sostenible*. Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC). Disponible en https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Mapeamento_de_Incentivos_Economicos_Para_a_Construcao_Sustentavel_2015_esp-1.pdf.

CAF (2018). "La economía circular y los retos para la gobernanza del agua". *Visiones*. CAF. Disponible en <https://www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2018/07/la-economia-circular-y-los-retos-para-la-gobernanza-del-agua/>.

CAF (2020a). *El estado de la digitalización de América Latina frente a la pandemia del COVID-19*. Caracas: CAF. Disponible en <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1540>.

CAF (2020b). *Las oportunidades de la digitalización en América Latina frente al Covid-19*. Caracas: CAF. Disponible en <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1541>.

CAF (2021). *Resultados del piloto de buses eléctricos en Buenos Aires. Tecnologías alternativas en el transporte público*. Caracas: CAF. Disponible en <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1687>.

CAF (2022). "CAF articulará la creación de un mercado de carbono en América Latina y el Caribe". *CAF Noticias*, 20 de mayo. Disponible en <https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2022/05/caf-articulara-la-creacion-de-un-mercado-del-carbono-en-america-latina-y-el-caribe/>.

Calatayud, A. y Montes, L. (2021). *Logística en América Latina y el Caribe: oportunidades, desafíos y líneas de acción*. Banco Interamericano de Desarrollo. Disponible en <http://dx.doi.org/10.18235/0003278>.

Campos, M. y Balam, X. (2020). "Infraestructura hospitalaria: debilidad extrema". *México Evalúa*, marzo 2020. Disponible en <https://www.mexicoevalua.org/la-infraestructura-hospitalaria-debilidad-extrema/>.

CANIFARMA (2020). "Presupuesto público para salud 2021". *Código F* [blog]. Disponible en <https://codigof.mx/presupuesto-publico-para-salud-2021/>.

Carbon Pricing Leadership Coalition (2017). *Report of the High-Level Commission on Carbon Prices*. Washington, D.C.: Banco Mundial. Consultado en septiembre de 2022. Disponible en <https://www.carbonpricingleadership.org/report-of-the-highlevel-commission-on-carbon-prices>.

Carbon Tracker Initiative (2013). *Wasted capital and stranded assets*. Carbo Tracker & Graham Research Institute. Disponible en <https://carbontracker.org/reports/unburnable-carbon-wasted-capital-and-stranded-assets/>.

Carbon Tracker Initiative (2017). "Stranded assets". *Carbon Tracker Initiative*. Disponible en <https://www.carbontracker.org/terms/stranded-assets/>.

Carpio, C. y Santiago Bench, N. (2015). *The health workforce in Latin America and the Caribbean: An analysis of Colombia, Costa Rica, Jamaica, Panama, Peru, and Uruguay. Directions in development-human development*. Washington, D.C.: Banco Mundial. Licencia: CC BY 3.0 IGO. Disponible en <http://hdl.handle.net/10986/22027>.

Castillo, Ó. (2016). *Los modelos de gestión comunitaria del agua y saneamiento en Latinoamérica y el Caribe*. Santiago de Chile: Universidad Autónoma de Chile, CSIC, Escuela de Estudios Hispano Americanos (EEHA).

Cavallo, E., Powell, A. y Serebrisky, T. (2020). De estructuras a servicios: el camino a una mejor infraestructura en América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo. Disponible en <http://dx.doi.org/10.18235/0002505>.

Centro Nacional del Hidrógeno (2019). “El hidrógeno”. Disponible en <https://www.cnh2.es/el-hidrogeno/>.

CEPAL (2021). *Lineamientos y propuestas para un plan de autosuficiencia sanitaria para América Latina y el Caribe*. Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Disponible en <https://hdl.handle.net/11362/47252>.

CEPAL (s.f.a). “Los ODS en América Latina y el Caribe: Centro de gestión del conocimiento estadístico”. *La Agenda 2030 en América Latina y el Caribe*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Consulta realizada en abril de 2022 en <https://agenda2030lac.org/estadisticas/avance-regional-metas-ods.html>

CEPAL (s.f.b). “Precio de los combustibles”. *CEPALSTAT* [base de datos]. Consultado en abril de 2022 en https://statistics.cepal.org/portal/databank/index.html?lang=es&indicator_id=1352&area_id=429.

CESPAP (2015). *Integrating the three dimensions of sustainable development: A framework and tools*. Comisión Económica y Social para Asia y el Pacífico (CESPAP). Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12870/3161>.

CESPAP (2019). “Tackling water pollution and promoting efficient water use in industries”. *Environment and Development Policy Brief*, 2019/3. Comisión Económica y Social para Asia y el Pacífico (CESPAP). Disponible en https://www.unescap.org/sites/default/files/Policy%20Brief%202021_12June.pdf.

Circular Economy Coalition (2022). *Economía circular en América latina y el Caribe: una visión compartida*. Disponible en <https://coalicioneconomiacircular.org/3324-2/>.

CLAC (2017). *Manual de uso sostenible de agua por productores de Comercio Justo. Coordinadora Latinoamericana y del Caribe de Pequeños Productores y Trabajadores de Comercio Justo*. Disponible en <https://clac-comerciojusto.org/wp-content/uploads/2022/08/Manual-de-uso-sostenible-de-agua-por-productores-del-comercio-justo.pdf>.

Clark, V. R. y Herzog, H. J. (2014). “Can ‘stranded’ fossil fuel reserves drive CCS deployment?”. *Energy Procedia*, 63, 7261-7271. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.11.762>.

Climate Action Tracker (s.f). *Climate Action Tracker* [base de datos]. Climate Analytics and NewClimate Institute. Consulta realizada en mayo de 2022. Disponible en <https://climateactiontracker.org>.

Climate Watch (s.f). “Historical GHG emissions”. *ClimateWatch* [base de datos]. Washington, D.C.: World Resources Institute. Consulta realizada en agosto de 2022 en <https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions>.

Comisión Europea (2019). Ecosystems services and green infrastructure. Disponible en https://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/index_en.htm.

Comisión Europea (2021a). “Pacto Verde Europeo: la Comisión propone transformar la economía y la sociedad de la UE para alcanzar los objetivos climáticos”. Comunicado de prensa del 14 de julio. Disponible en https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/IP_21_3541.

Comisión Europea (2021b). “Autoridad Europea de Preparación y Respuesta ante Emergencias Sanitarias (HERA): prepararse para futuras emergencias sanitarias”. Comunicado de prensa del 16 de septiembre. Disponible en https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip_21_4672.

Comisión Europea (2022). “EU taxonomy: Complementary climate delegated act to accelerate decarbonisation”. Comunicado de prensa del 2 de febrero. Disponible en https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip_22_711.

Comisión Nacional del Agua (2018). *Estadísticas de agua en México 2018*. Disponible en https://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2018.pdf.

Commoner, B. (1972a). "The environmental cost of economic growth". En Ridker, R. G. (ed.) *Population, resources and the environment*, Washington D.C.: Commission on Population Growth and the American Future, pp. 339-363.

Commoner, B. (1972b). "A bulletin dialogue on 'The Closing Circle': Response". *Bulletin of the Atomic Scientists* 28(5): 42-56.

CONAMA (2019). *Agua y Economía circular*. Informe. Fundación CONAMA. Disponible en <http://www.fundacionconama.org/wp-content/uploads/2019/09/Agua-y-Economi%CC%81a-Circular.pdf>.

Congreso Argentino (2020, agosto 11). *Ley 27553 - Recetas electrónicas o digitales*. Disponible en <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/233439/20200811>.

Cont, W., Romero, C., Lleras, G., Unda, R., Celani, M., Gartner, A., Cepelli, L., Zipitría, L., Besfamilie, M., Figueroa, N., López Azumendi, S. y Fischer, R. (2021). *IDEAL 2021: El impacto de la digitalización para reducir brechas y mejorar los servicios de infraestructura*. Caracas: CAF. Disponible en <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1762>.

Cornillie, J. y Fankhauser, S. (2004). "The energy intensity of transition countries", *Energy Economics*, 26: 283-295.

Cotlear, D., Gómez-Dantés, O., Knaul, F., Atun, R., Barreto, I. C. H. C., Cetrángolo, O., Cueto, M., Francke, P., Frenz, P., Guerrero, R., Lozano, R., Marten, R. y Sáenz, R. (2015). "Overcoming social segregation in health care in Latin America". *The Lancet*, 385(9974), 1248-1259. Disponible en [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)61647-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)61647-0).

CRED (2022). *Emergency Events Database* [base de datos]. Centre for Research of the Epidemiology of Disasters. Consulta realizada en julio de 2022. Disponible en <https://www.emdat.be/>.

CUWA (2019). "Guiding regional reuse options – A distributed systems approach". Presentación. California Union Water Agencies. Disponible en https://static1.squarespace.com/static/5a565e93b07869c78112e2e5/t/5c78646efa0d603f4b2294c8/1551393903065/Distributed+Systems-Slidedoc_FINAL.pdf.

Darghouth, N., Barbose, G., Zuboy, J., Gagnon, P., Mills, A. y Bird, L. (2020). "Demand charge savings from solar PV and energy storage". *Energy Policy*, 146. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111766>.

Dasgupta, P. (2021). *The economics of biodiversity: The Dasgupta Review*. HM Treasury. Disponible en <https://www.gov.uk/government/publications/final-report-the-economics-of-biodiversity-the-dasgupta-review>.

Dobbs, R., Pohl, H., Lin, D. Y., Mischke, J., Garemo, N., Hexter, J., Marzinger, S., Palter, R. y Nanavatty, R. (2013). *Infrastructure productivity: How to save \$1 trillion a year*. McKinsey & Company. Disponible en <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/infrastructure-productivity>.

Donabedian, A. (2001). "Evaluación de la calidad de la atención médica". *Rev Calidad Asistencial*, 16(Suplemento n.º 1), 11-27.

Dufo López, R. y Bernal Agustín, J. (2015). "A comparative assessment of net metering and net billing policies. Study cases for Spain". *Energy* 84(1): 684-694. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2015.03.031>.

ECDC (2011). *Excelencia en la prevención y el control de las enfermedades infecciosas*. Centro Europeo para la Prevención y Control de Enfermedades. Disponible en https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/media/es/publications/Publications/1105_COR_ECDC_Brochure_2011.pdf.

ECDC (2022). “European COVID-19 surveillance network (ECOVID-Net)”. *Centro Europeo para la Prevención y Control de Enfermedades*. Disponible en <https://www.ecdc.europa.eu/en/about-us/who-we-work/disease-and-laboratory-networks/european-covid-19-surveillance-network-ecovid>.

Ehrlich, P. y J. Holdren. 1971. “Impact of population growth”. *Science* 171: 1212–1217.

Ehrlich, P. y J. Holdren. 1972. “A bulletin dialogue on the ‘Closing Circle’: Critique: One dimensional ecology”. *Bulletin of the Atomic Scientists* 28(5): 16–27.

EIA (2019). “Average tested heat rates by prime mover and energy source, 2010–2020”. *U.S. Energy Information Administration* [base de datos]. Electricidad. Disponible en https://www.eia.gov/electricity/annual/html/epa_08_02.html.

EIA (2021). “How much carbon dioxide is produced when different fuels are burned?”. *U.S. Energy Information Administration*. Frequently asked questions. Disponible en <https://www.eia.gov/tools/faqs/faq.php?id=73&t=11>.

EIA (s.f.). “Data: International”. *U.S. Energy Information Administration*. Consulta realizada en abril de 2022 en <https://www.eia.gov/international/data/world>.

Electricidad (2022). “Misión tecnológica busca impulsar industria del hidrógeno verde en Chile”. *Electricidad. La revista energética de Chile*. Publicado el 13 de mayo. Disponible en <https://www.revistaei.cl/2022/05/13/mision-tecnologica-busca-impulsar-industria-del-hidrogeno-verde-en-chile/>.

ENARGAS (s.f.). “Indicadores de calidad”. *Enargas*. Ente Nacional Regulador del Gas. Consulta realizada en abril de 2022 en <https://www.enargas.gob.ar/secciones/transporte-y-distribucion/indicadores-calidad.php>.

Energypedia (2011). “Wind energy country analysis Argentina”. *Energypedia*. Disponible en https://energypedia.info/wiki/Wind_Energy_Country_Analysis_Argentina.

Enríquez, A. y Sáenz, C. (2021). “Primeras lecciones y desafíos de la pandemia de COVID-19 para los países del SICA”. *Serie Estudios y Perspectivas* (México), n.º 189. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Disponible en <http://hdl.handle.net/11362/46802>.

EPA (2021). Green infrastructure for climate resiliency. *United States Environmental Protection Agency*. Disponible en <https://www.epa.gov/green-infrastructure/green-infrastructure-climate-resiliency>.

Epstein, K. (2008). “NYC’s living lesson. Case study The Solaire. High performing buildings”. *High Performing Buildings*, verano de 2008. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. Disponible en <https://www.hpbmagazine.org/content/uploads/2020/04/08Su-The-Solaire-New-York-NY.pdf>.

EquilibriumGlobal (2019). “Sostenibilidad ambiental. Repasando el pasado para mirar el futuro del planeta”. *EquilibriumGlobal*. Disponible en <https://equilibriumglobal.com/sobre-la-historia-de-la-sostenibilidad-ambiental/>.

Erbach, G. y Jensen, L. (2021). “EU hydrogen policy. Hydrogen as an energy carrier for a climate-neutral economy”. *Briefing. Towards climate neutrality*. European Parliamentary Research Service. Climate Action Research and Tracking Service, Members’ Research Service PE 689.332. Disponible en [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/689332/EPRS_BRI\(2021\)689332_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/689332/EPRS_BRI(2021)689332_EN.pdf).

Escribano, G. (2020) “Energía y COVID-19 en América Latina: un impacto heterogéneo por sectores y países”. *Real Instituto Elcano*. Disponible en <https://www.realinstitutoelcano.org/analisis/energia-y-covid-19-en-america-latina-un-impacto-heterogeneo-por-sectores-y-paises/>.

Fajardo-Dolci, G., Gutiérrez, J. P. y García-Saisó, S. (2015). “Acceso efectivo a los servicios de salud: operacionalizando la cobertura universal en salud”. *Salud Pública de México*, 57(2), 180–186. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0036-36342015000200014&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

- FAO (2017). *La seguridad alimentaria futura del mundo pelagra debido a múltiples desafíos*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Disponible en <https://www.fao.org/news/story/es/item/471772/icode/>.
- FAO (2019). *GEMI – Monitoreo integrado del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 6. Metodología de monitoreo paso a paso para el indicador 6.4.1*. Disponible en <https://www.fao.org/3/ca8484es/ca8484es.pdf>.
- FAO (2020). *Global Forest Resources Assessment* [base de datos]. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Consulta realizada en julio de 2022 en <https://fra-data.fao.org/>.
- FAO (s.f.). *AQUASTAT Database* [base de datos]. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Consulta realizada en mayo de 2022 en <https://www.fao.org/aquastat/statistics/query/index.html>.
- FAO y ONU-Agua (2021). *Progress on water-use efficiency. 2021 Update. Global status and acceleration needs for SDG indicator 6.4.1, 2021*. Rome. Disponible en <https://www.unwater.org/publications/progress-on-water-use-efficiency-641-2021-update/>.
- Fay, M. y Morrison, M. (2007). *Infraestructura en América Latina y el Caribe. Acontecimientos recientes y desafíos principales*. Banco Mundial. Disponible en <https://doi.org/10.1596/978-9-5883-0713-8>.
- Fay, M., Andrés, L., Fox, C., Narloch, U., Straub, S. y Slawson, M. (2017). *Rethinking infrastructure in Latin America and the Caribbean. Spending better to achieve more*. Washington, D.C.: Banco Mundial. Licencia: CC BY 3.0 IGO. Disponible en <http://hdl.handle.net/10986/26390>.
- Feng, K., Hubacek, K., Liu, Y., Marchán, E. y Vogt-Schill, A. (2018). “Efectos distributivos de los impuestos a la energía y de la eliminación de los subsidios energéticos en América Latina y el Caribe”. *Documento de trabajo del BID*, n.º IDB-WP-947. Disponible en <http://dx.doi.org/10.18235/0001331>.
- Field, C., Barros, V., Mach, K. y Mastrandrea, M. (2014). *IPCC, 2014: Climate change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: Global and sectorial aspects*. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (pp. 35-94.). Cambridge University Press.
- Filipović, S., Verbič, M. y Radovanović, M. (2015). “Determinants of energy intensity in the European Union: A panel data analysis”, *Energy*, 92: 547-555.
- Fischer, R. (2020). “Implicancias regulatorias de las nuevas tecnologías”. Documento inédito.
- Florence School of Regulation (2021). “Between green and blue: A debate on turquoise hydrogen”. *EUI. Gas*. Disponible en <https://fsr.eui.eu/between-green-and-blue-a-debate-on-turquoise-hydrogen/>.
- FMI (2020). *World economic outlook*. Fondo Monetario Internacional. Disponible en <https://www.imf.org/en/Publications/WEO>.
- FMI (2021). “Fossil fuels subsidies by country and fuel database”. *Climate change — Fossil fuel subsidies*. Fondo Monetario Internacional. Disponible en <https://www.imf.org/en/Topics/climate-change/energy-subsidies>.
- Frisari, G. L., Mills, A., Silva Zuniga, M. C., Ham, M., Donadi, E., Shepherd, C. y Pohl, I. (2020). *Climate resilient public private partnerships: A toolkit for decision makers*. Banco Interamericano de Desarrollo. Disponible en <http://dx.doi.org/10.18235/0002365>.
- Fundación Bariloche (1976). “Modelo mundial latinoamericano”. *Nueva Sociedad*, 22: 16-29.
- García, L., Vieitez, D., Berto, M., Mascle-Allemand, A., Hinojosa, S., Benavente, F. y Muñoz, J., (2021). *Asociaciones público-privadas en el sector de agua potable y saneamiento en América Latina y el Caribe: entorno, factores críticos de éxito y recomendaciones*. Banco Interamericano de Desarrollo. Disponible en <http://dx.doi.org/10.18235/0003178>.

Gatti, L. V., Basso, L. S., Miller, J. B., Gloor, M., Gatti Domingues, L., Cassol, H. L., Tejada, G., Aragao, L., Nobre, C., Peters, W., Marani, L., Arai, E., Sanches, A., Correa, S., Anderson, L., Von Randow, C., Correia, C., Crispim, S. y Neves, R. A. (2021). "Amazonia as a carbon source linked to deforestation and climate change". *Nature*, 595(7867), 388-393. Disponible en <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03629-6>.

Ghofrani, Z., Sposito, V. y Faggian, R. (2017). "A comprehensive review of blue-green infrastructure concepts". *International Journal of Environment and Sustainability*, 6(1).

GIH y Oxford Economics (2017). *Global infrastructure outlook. Infrastructure investment needs: 50 countries, 7 sectors to 2040*. Global Infrastructure Hub. Disponible en <https://cdn.gihub.org/outlook/live/methodology/Global+Infrastructure+Outlook+-+July+2017.pdf>.

Giovanella, L., Feo, O., Faria, M., Tobar, S. e Instituto Suramericano de Gobierno en Salud (2012). *Sistemas de salud en Suramérica: desafíos para la universalidad, la integralidad y la equidad*. Río de Janeiro: ISAGS. Disponible en <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2019/10/816019/678763-sistemas-de-salud-en-america-del-sur.pdf>.

Girardi, S. N., Carvalho, C. L., Araújo, J. F., Farah, J. M. y Maas, L. W. D. (2013). "Índice de escasez de médicos no Brasil: estudo exploratório no âmbito da Atenção Primária". *O trabalho em Saúde: abordagens quantitativas e qualitativas*, 171-186.

Global Petrol Prices (2022). "Natural gas prices". *Global Petrol Prices*. Consultado en abril de 2022 en https://www.globalpetrolprices.com/natural_gas_prices/.

Gómez Rincón, J. C. (2021). "Situación actual de la pandemia y el paciente con cáncer". *Revista Colombiana de Cancerología*, 25(2), 61-64. Disponible en <https://doi.org/10.35509/01239015.810>.

González-Block, M. A., Baladrán, A., Méndez Hernández, E., Allin, S., Reyes-Morales, H. y Cahuana-Hurtado, L. (2020). *Health systems in transition. Mexico*. Toronto: University of Toronto Press. Disponible en <https://doi.org/10.3138/9781487538422>.

González-Mahecha, E., Lecuyer, O., Hallack, M., Bazilian, M. y Vogt-Schilb, A. (2019). *Las emisiones comprometidas y el riesgo de activos abandonados en el sector eléctrico de América Latina y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo. Disponible en <http://dx.doi.org/10.18235/0001827>.

GPMB (2019). *A world at risk: Annual report on global preparedness for health emergencies*. Junta de Vigilancia Mundial de la Preparación. Disponible en <https://www.gpmb.org/annual-reports/annual-report-2019>.

Guarino, J. (2021). "Hidrógeno verde: anuncian inversión de más de u\$s8.000 millones en Río Negro". *Ámbito*, 8 de noviembre. Disponible en <https://www.ambito.com/energia/hidrogeno/verde-anuncian-inversion-mas-us8000-millones-rio-negro-n5312981>.

Guibovich, G., Zamora, V. y Castillo, A. (2022). *Salud y medio ambiente*. Gobierna Consultores. Documento Sectorial CAF.

GWP (2000). "Integrated water resources management". *TAC Background Papers*, n.º 4. Disponible en <https://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/publications/background-papers/04-integrated-water-resources-management-2000-english.pdf>.

GWP (2018). *Preparing to adapt: The untold story of water in climate change adaptation processes*. Global Water Partnership. Disponible en <https://www.gwp.org/globalassets/global/events/cop24/gwp-ndc-report.pdf>.

GWP Centroamérica (2013). *Guía para la aplicación de la gestión integrada del recurso hídrico (GIRH) a nivel municipal*. Asociación Mundial para el Agua. Tegucigalpa, Honduras.

Hagen, A., Jaakkola, N. y Vogt, S. (2019). "The interplay between expectations and climate policy: compensation for stranded assets". En *IAEE Energy Forum, Cuarto Trimestre* (pp. 29-31). Asociación Internacional para la Economía Energética. Disponible en <https://www.iaee.org/newsletter/issue/101>.

Hallegatte, S., Rentschler, J. y Rozenberg, J. (2019). *Lifelines: The resilient infrastructure opportunity. Sustainable infrastructure*. Washington, D.C.: Banco Mundial. Licencia: CC BY 3.0 IGO. Disponible en <http://hdl.handle.net/10986/31805>.

Hallegatte, S., Vogt-Schilb, A., Rozenberg, J., Bangalore, M. y Beaudet, C. (2020). "From poverty to disaster and back: A review of the literature". *Economics of Disasters and Climate Change*, 4(1), 223-247. Disponible en <https://doi.org/10.1007/s41885-020-00060-5>.

Hermann, A., Koferl, P. y Mairhofer, J. P. (2016). "Climate risk insurance: New approaches and schemes". *Documento de trabajo de Investigación Económica*. Alemania.

Hu, Q. y Xu, L. (2021). "An overview on Lithium-ion batteries recycling processes". *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1885, n.º 3, p. 032031. IOP Publishing.

Iacobucci, G. (2021). "How is the pandemic affecting non-covid services?". *BMJ*, 372, n.º 215. Disponible en <https://doi.org/10.1136/bmj.n215>.

IB-NET (s.f.). "Tariff benchmarking". *IBNET Tariff* [base de datos]. International Benchmarking Network of the World Bank y Global Water Intelligence. Consulta realizada en abril de 2022 en <https://tariffs.ib-net.org/sites/IBNET/VisualSearch?RegionId=4&Weight=0&ServiceId=2&YearId=2020&perPage=50>.

IFC (2016). "How to make infrastructure climate resilient". Disponible en <https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/cde071c1-57cc-48b1-824d-bb6df0ec01f0/Note+14+EMCompass+-+How+to+Make+Infrastructure+Climate+Resilient.pdf?MOD=AJPERES&CVID=lvk4jT2>.

ILEC, UNEP-DHI, Unesco-IHP, Unesco-IOC y PNUMA (2016a). "Water system information sheets: Central America & Caribbean". En Talau-McManus, L. (ed.). *Transboundary water: A global compendium*, vol. 6-annex B. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Programa de Evaluación de Aguas Transfronterizas. Disponible en <http://geftwap.org/publications/vol-6-annex-b>.

ILEC, UNEP-DHI, Unesco-IHP, Unesco-IOC y PNUMA (2016b). "Water system information sheets: Southern America". En Talau-McManus, L. (ed.). *Transboundary water: A global compendium*, vol. 6-annex C. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Programa de Evaluación de Aguas Transfronterizas. Disponible en <http://geftwap.org/publications/vol-6-annex-c>.

Infralatam (2021). "Public investment in economic infrastructure". *Infralatam* [base de datos]. Datos publicados en enero de 2021, modificados en enero de 2022. Disponibles en infralatam.info

Institute for Global Health Sciences (2021). *La respuesta de México al COVID-19: Estudio de caso*. UCSF. Disponible en https://globalhealthsciences.ucsf.edu/sites/globalhealthsciences.ucsf.edu/files/la_respuesta_de_mexico_al_covid_esp.pdf.

International Gas Union (2021). *Global Wholesale Gas Price Survey 2021*. Disponible en <https://www.igu.org/resources/global-wholesale-gas-price-survey-2021/>.

IPBES (2019). *Global assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Brondízio, E. S., Settele, J., Díaz, S. y Ngo, H. T. (eds). Bonn, Alemania: IPBES Secretariat. ISBN: 978-3-947851-20-1.

IPCC (2005). *Carbon dioxide capture and storage*. Metz, B., Davidson, O., de Coninck, H., Loos, M. y Meyer, L. (eds.). Cambridge University Press, UK; p. 431. Disponible en <https://www.ipcc.ch/report/carbon-dioxide-capture-and-storage/>.

IPCC (2007). "Resumen técnico". En Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K. B., Tignor, M. y Miller, H.L. (eds.), *Cambios climáticos 2007: base física de la ciencia. Aportes del Grupo de Trabajo I al Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambios Climáticos*. Cambridge (UK) y Nueva York (EE. UU.): Cambridge University Press. Disponible en <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/ar4-wg1-ts-sp.pdf>.

- IPCC (2013). *Cambio climático: Bases físicas*. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del IPCC. Resumen para responsables de política, resumen técnico y preguntas frecuentes. Disponible en <https://www.ipcc.ch/languages-2/spanish/ipcc-en-espanol-publications/>.
- IPCC (2021). *Climate change 2021: The physical science basis*. Grupo de Trabajo I. Disponible en <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-i/>
- IPCC (2022a). *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability*. Grupo de Trabajo II. Disponible en <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/>.
- IPCC (2022b). *Climate change 2022: Mitigation of climate change*. Grupo de Trabajo III. Disponible en <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-3/>.
- IPE (2021, febrero 9). “Inversión de pandemia”. *Instituto Peruano de Economía*. Disponible en <https://www.ipe.org.pe/portal/inversion-de-pandemia-salud/>.
- IRENA (2016). End-of-life management: Solar photovoltaic panels. Agencia Internacional de la Energía Renovable y Agencia Internacional de la Energía. Disponible en https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2016/IRENA_IEAPVPS_End-of-Life_Solar_PV_Panels_2016.pdf.
- IRENA (2017a). *Stranded assets and renewables: How the energy transition affects the value of energy reserves, buildings and capital stock*. Abu Dhabi: Agencia Internacional de la Energía Renovable. Disponible en <https://www.irena.org/publications/2017/Jul/Stranded-Assets-and-Renewables>.
- IRENA (2017b). “Renewable energy auctions: Analysing 2016”. Abu Dhabi: Agencia Internacional de la Energía Renovable.
- IRENA (s.f). “Energy transition”. *Agencia Internacional de la Energía Renovable*. Disponible en <https://www.irena.org/energytransition>.
- ITF (2020). “Decarbonising Argentina’s transport system: Charting the way forward”, *International Transport Forum Policy Papers*, n.º 75, París: OECD Publishing. Disponible en <https://doi.org/10.1787/cc6ccd51-en>.
- ITF (2021). *ITF transport outlook 2021*. Executive summary. París: OECD Publishing. Disponible en <https://doi.org/10.1787/e8125f08-en>. Base de datos disponible en https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=ITF_OUTLOOK_NON_URB_GOODS_DOM, accedida en junio 2022.
- Jaldin, M. y Márquez, M. (2017). “Curso asociaciones público privadas en salud. Módulo 3: Servicios no clínicos y equipamiento médico y mobiliario clínico en una APP de salud. Unidad 2: Equipamiento médico clínico en una APP de salud”. Banco Interamericano de Desarrollo. Disponible en <http://dx.doi.org/10.18235/0002259>.
- Jimenez, R. y Mercado, J. (2014). “Energy intensity: A decomposition and counterfactual exercise for Latin American countries”. *Energy Economics*, 42: 161-171.
- Jouravlev, A. (2003). “Los municipios y la gestión de los recursos hídricos”. *Serie Recursos Naturales e Infraestructura*, n.º 66. LC/L.2003-P. Santiago, Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Disponible en <http://hdl.handle.net/11362/6429>.
- Kaika, D. y Zervas, E. (2013). “The environmental Kuznets curve (EKC) theory—Part A: Concept, causes and the CO₂ emissions case”. *Energy Policy*, 62: 1392-1402. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.07.131>.
- Kepler Cheuvreux (2014). *Stranded assets, fossilised revenues*. Energy Transition and Climate Change. ESG Sustainability Research, Kepler Cheuvreux.
- Khamis Ibrahim, N. (2020). “Epidemiologic surveillance for controlling Covid-19 pandemic: Types, challenges and implications”. *Journal of Infection and Public Health*, 13(2020), 1630-1638. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2020.07.019>.

Kozulj, R. (2004). "La industria del gas natural en América del Sur: situación y posibilidades de la integración de mercados". *Serie Recursos Naturales e Infraestructura*, 77. División de Recursos Naturales e Infraestructura, CEPAL. Santiago de Chile: CEPAL. Disponible en <http://hdl.handle.net/11362/6447>.

Lazard (2021). *Levelized cost of energy, levelized cost of storage, and levelized cost of hydrogen*. 28 de octubre de 2021. Disponible en <https://www.lazard.com/perspective/levelized-cost-of-energy-levelized-cost-of-storage-and-levelized-cost-of-hydrogen>.

Lentini, E. (2015). *El futuro de los servicios de agua y saneamiento*. Banco Interamericano de Desarrollo y CAF. Disponible en <https://publications.iadb.org/es/publicacion/15452/el-futuro-de-los-servicios-de-agua-y-saneamiento-en-america-latina-desafios-de>.

Lentini (2022). *Hacia una agenda de seguridad hídrica para América Latina y el Caribe 2030*. Caracas: CAF. Disponible en <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1881>.

Lentini, E. y Ferro, G. (2014). "Políticas tarifarias y regulatorias en el marco de los Objetivos de Desarrollo del Milenio y el derecho humano al agua y al saneamiento". *Serie Recursos Naturales e Infraestructura*, n.º 164. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Disponible en <http://hdl.handle.net/11362/36621>.

Lima, M., Pontes, L., Vasconcelos, A., de Araujo Silva Junior, W. y Wu, K. (2022). "Economic aspects for recycling of used lithium-ion batteries from electric vehicles". *Energies* 15(6): 2203. Disponible en <https://doi.org/10.3390/en15062203>.

Liu, P. y Barlow, C. Y. (2017). "Wind turbine blade waste in 2050". *Waste Management*, 62, 229–240. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.02.007>.

López de Benito, J. (2018). "Qué es el hidrógeno y para qué sirve". *EnergyNews*. Disponible en <https://www.energynews.es/que-es-el-hidrogeno/>.

Lowy Institute (2021). "Covid performance by region". *Lowy Institute*. Disponible en <https://interactives.lowyinstitute.org/features/covid-performance/embed/region/>.

Lucena, J. y Lucena, K. (2019): "Wind energy in Brazil: an overview and perspectives under the triple bottom line". *Clean Energy*, 3(2), 69–84. Disponible en <https://doi.org/10.1093/ce/zkz001>.

Mandle, L., Griffin, R., Goldstein, J., Acevedo-Daunas, R., Camhi, A., Lemay, M., Rauer, E. y Peterson, V. (2016). *Natural capital and roads: Managing dependencies and impacts on ecosystem services for sustainable road investments*. Banco Interamericano de Desarrollo. Disponible en <https://publications.iadb.org/en/publication/17173/natural-capital-and-roads-managing-dependencies-and-impacts-ecosystem-services>.

Marquez, P. V. y Joly, D. J. (1986). "A historical overview of the ministries of Public Health and the medical programs of the social security systems in Latin America". *Journal of Public Health Policy*, 7(3), 378–394. Disponible en <https://doi.org/10.2307/3342464>.

Martín, L. y Justo, J. (2015). "Análisis, prevención y resolución de conflictos por el agua en América Latina y el Caribe". *Serie Recursos Naturales e Infraestructura*, n.º 171 (LC/L.3991). Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Disponible en <http://hdl.handle.net/11362/37877>.

Matheri, A., Belaid, M., Njenga, C. y Ngila, J. (2022). "Water and wastewater digital surveillance for monitoring and early detection of the COVID-19 hotspot: industry 4.0". *International Journal of Environmental Science and Technology*. Disponible en <https://doi.org/10.1007/s13762-022-03982-7>.

Maxwell, S. L., Fuller, R. A., Brooks, T. M. y Watson, J. E. (2016). "Biodiversity: The ravages of guns, nets and bulldozers". *Nature*, 536(7615), 143. Disponible en <https://doi.org/10.1038/536143a>.

Mayor of London (2021). "Green infrastructure". *Mayor of London*. What we do, Environment. Página creada en 2015. Modificada en agosto de 2021. Greater London Authority. Disponible en <https://www.london.gov.uk/what-we-do/environment/parks-green-spaces-and-biodiversity/green-infrastructure>.

- McKinsey & Company (2021). "Hydrogen insights. A perspective on hydrogen investment, market development and cost competitiveness". Disponible en <https://hydrogencouncil.com/wp-content/uploads/2021/02/Hydrogen-Insights-2021-Report.pdf>.
- Meadows, Do., Meadows, De., Randers, J. y Behrens, W. (1972). *Los límites del crecimiento: informe al Club de Roma sobre el predicamento de la Humanidad*. New York: Universe Books.
- Mercadier, A., Cont, W. y Ferro, G. (2016). "Economies of scale in Peru's water and sanitation sector". *Journal of Productivity Analysis*, vol. 45(2): 215-228. Springer.
- Merke, F., Stuenkel, O. y Feldmann, A. (2021). "Remaining regional governance in Latin America". *Documento de trabajo*, junio. Carnegie Endowment for International Peace. Disponible en https://carnegieendowment.org/files/Merke_Stuenkel_and_Feldman_Latin_America.pdf.
- Ministerio de la Ciudadanía (2019). "Programa Cisternas". Publicado el 29 de noviembre de 2019. Modificado el 12 de septiembre de 2022. Disponible en <https://www.gov.br/cidadania/pt-br/acoes-e-programas/inclusao-productiva-rural/acesso-a-agua-1/programa-cisternas>.
- Ministerio de Energía de Chile (2018). *Plan de Adaptación al Cambio Climático en el Sector Energía*. Disponible en <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/11/PLAN-DE-ADAPTACION-ENERGIA.pdf>.
- Ministerio de Energía y Ministerio de Hacienda (2021). *Proyecto de Ley: Impulsa la producción y uso del hidrógeno verde en el país*. Cámara de Diputadas y Diputados de Chile. Disponible en <https://www.camara.cl/legislacion/ProyectosDeLey/tramitacion.aspx?prmID=15247&prmBOLETIN=14756-08>.
- Ministerio del Medio Ambiente de Chile (2020). "Atlas de riesgos climáticos". *ARCLIM*. Disponible en <https://arclim.mma.gob.cl/>.
- Ministerio de Salud de Argentina (2018). *Fuerza de trabajo en el sector salud en Argentina-Datos 2016*. Observatorio Federal de Recursos Humanos en Salud. Disponible en <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/20180918-fuerza-trabajo-sector-salud-2016.pdf>.
- Ministerio de Salud de Perú (2022). "Conocer establecimientos de salud del primer nivel de atención". *Gob.pe*. Actualización del 8 de mayo de 2022. Disponible en <https://www.gob.pe/16727-conocer-establecimientos-de-salud-del-primer-nivel-de-atencion>
- Minoja, L., Henríquez Cortez, C. y Gischler, C. (2022). "Building resilience comes at a higher initial cost. How can we better finance it?". *Hablemos de sostenibilidad y cambio climático* [blog]. Banco Interamericano de Desarrollo. Disponible en <https://blogs.iadb.org/sostenibilidad/en/building-resilience-comes-at-a-higher-initial-cost-how-can-we-better-finance-it/>.
- MIT Technology Review (2021). "The green future index 2021: A ranking of 76 economies on their progress and commitment toward building a low-carbon future". *MIT Technology Review*. Disponible en <https://www.technologyreview.com/2021/01/25/1016648/green-future-index/>.
- Miyamoto International (2021). *Overview of engineering options for increasing infrastructure resilience in the Caribbean: 360o Resilience Background Paper*. Washington, D.C.: Banco Mundial. Disponible en <http://hdl.handle.net/10986/36407>.
- Moller, S. (2020). "Intervenciones sociosanitarias y uso de las tecnologías de la industria 4.0 para enfrentar la enfermedad por coronavirus (COVID-19) en América Latina y el Caribe". *Serie Políticas Sociales*, 234, 69. CEPAL. Disponible en <http://hdl.handle.net/11362/45868>.
- Mongelluzzo, M. (2021). "Permer: federalismo y energías limpias". *Más Energía*. Disponible en <https://mase.lmneuquen.com/permer/permer-federalismo-y-energias-limpias-n854103>.
- Montañez, V. (2018). "Análisis del gasto de bolsillo en salud en Perú". Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Disponible en <https://eprints.ucm.es/id/eprint/49480/1/T40330.pdf>.

Mújica, O. J. y Pachas, P. E. (2021). “Desigualdades sociales en la mortalidad durante la COVID-19 en Lima y Callao”. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 38(1), 183-184. Disponible en <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2021.381.6740>.

National Grid (2020). *National grid to launch £10m trial project to test if hydrogen can heat homes and industry*. Disponible en <https://www.nationalgrid.com/5-aug-2020-national-grid-launch-ps10m-trial-project-test-if-hydrogen-can-heat-homes-and-industry>.

Negro-Calduch, E., Azzopardi-Muscat, N., Nitzan, D., Pebody, R., Jorgensen, P. y Novillo-Ortiz, D. (2021). “Health information systems in the COVID-19 pandemic: A short survey of experiences and lessons learned from the European region”. *Frontiers in Public Health*, 9, 1-7. Disponible en <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.676838>.

NOAA (2020). “Can we slow or even reverse global warming?”. Disponible en <https://www.climate.gov/news-features/climate-qa/can-we-slow-or-even-reverse-global-warming>.

NOAA (s.f.). “Ocean acidification: The other carbon dioxide problem”. *PMEL Carbon Program*. Disponible en <https://www.pmel.noaa.gov/co2/story/Ocean+Acidification>.

Novaes Mejdalani, A, Chueca, J., Lopez Soto, D., Ji, Y. y Hallack, M. (2019). “Implementación de políticas de medición neta en América Latina y el Caribe: diseño, incentivos y mejores prácticas”. *Nota técnica del Banco Interamericano de Desarrollo IDB-TN-1594*. Disponible en <http://dx.doi.org/10.18235/0001463>.

OCDE (2015). *Principios de gobernanza del agua de la OCDE*. Disponible en <https://www.oecd.org/cfe/regionaldevelopment/OECD-Principles-Water-spanish.pdf>.

OCDE (2018). “Riesgos urgentes y emergentes del agua en Argentina”. En *Gobernanza del agua en Argentina*. París: OECD Publishing. Disponible en <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/f8509bda-es/index.html?itemId=/content/component/f8509bda-es>.

OCDE (2020). “COVID-19, crisis y fragilidad”. *COVID-19. Medidas políticas clave de la OCDE*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. Disponible en <https://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/covid-19-crisis-y-fragilidad-8ea010df/>.

OCDE (2021a). *Climate finance provided and mobilised by developed countries aggregate trends updated with 2019 data*. Disponible en <https://www.oecd-ilibrary.org/deliver/03590fb7-en.pdf?itemId=/content/publication/03590fb7-en&mimeType=pdf>.

OCDE (2021b). “Forward-looking scenarios of climate finance provided and mobilised by developed countries in 2021-2025. Technical note”. *Climate finance and the USD 100 billion goal*. París: OECD Publishing. Disponible en <https://www.oecd-ilibrary.org/deliver/a53aac3b-en.pdf?itemId=%2Fcontent%2Fpublication%2Fa53aac3b-en&mimeType=pdf>.

OCDE (2021c). “Health spending”. *OECD Data* [base de datos]. Health resources. Disponible en <http://data.oecd.org/healthres/health-spending.htm>.

OCDE (2021d). “Biodiversity, natural capital and the economy: A policy guide for Finance, Economic and Environment ministers”. *OECD Environment Policy Papers*, n.º 26. París: OECD Publishing. Disponible en <https://www.oecd.org/environment/biodiversity-natural-capital-and-the-economy-1a1ae114-en.htm>.

OCDE y Banco Mundial (2020). *Panorama de la salud: Latinoamérica y el Caribe 2020*. Disponible en <https://doi.org/10.1787/740f9640-es>.

OLADE (2020). “Generación distribuida en Latinoamérica”. *CapevLAC – OLADE*. Disponible en <https://capevlac.olade.org/blog/generacion-distribuida-en-latinoamerica/>.

OLADE (2021). *Declaración Ministerial de LI Reunión de Ministros de la Organización Latinoamericana de Energía*. Disponible en <https://www.olade.org/noticias/declaracion-ministerial-de-li-reunion-de-ministros-de-la-organizacion-latinoamericana-de-energia>.

OLADE (s.f). "Matriz de balance energético". *Sistema de Información energética de Latinoamérica y el Caribe* [base de datos]. Consulta realizada en junio de 2022 en <https://sielac.olade.org/WebForms/Reportes/ReporteBalanceEnergetico.aspx?or=600&ss=2&v=1>.

Olivas Martínez, A., Cárdenas Fragoso, J. L., Jiménez, J. V., Lozano Cruz, O. A., Ortiz Brizuela, E., Tovar Méndez, V., Medrano Borrromeo, C., Martínez Valenzuela, A., Román Montes, C., Martínez Guerra, B., González Lara, M. F. Hernández Gilsoul, T., Herrero, A. G., Tamez Flores, K., Ochoa Hein, E., Ponce de León, A.I., Galindo Fraga, A., Kershenobich Stalnikowitz, D. y Sifuentes-Osornio, J. (2021). "In-hospital mortality from severe COVID-19 in a tertiary care center in Mexico City; causes of death, risk factors and the impact of hospital saturation". *PLOS ONE*, 16(2), e0245772. Disponible en <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245772>

OMM/Naciones Unidas (2021). *United in science 2021. A multi-organization high-level compilation of the latest climate science information*. Organización Meteorológica Mundial. Disponible en https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10794

OMS (2006). *The world health report 2006: Working together for health*. Organización Mundial de la Salud. Disponible en <https://apps.who.int/iris/handle/10665/43432>.

OMS (2008a). "Reglamento Sanitario Internacional (2005)". Disponible en <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241580496>.

OMS (2008b). *Declaración de Kampala y prioridades para la acción internacional*. Organización Mundial de la Salud. Disponible en <https://apps.who.int/iris/handle/10665/77831>.

OMS (2010). *Monitoring the building blocks of health systems: A handbook of indicators and their measurement strategies*. Organización Mundial de la Salud. Disponible en <https://apps.who.int/iris/handle/10665/258734>.

OMS (2013). *A universal truth: No health without a workforce*. Organización Mundial de la Salud. Disponible en https://www.who.int/publications/m/item/hrh_universal_truth.

OMS (2016). *Global strategy on human resources for health: Workforce 2030*. Organización Mundial de la Salud. Disponible en <https://apps.who.int/iris/handle/10665/250368>.

OMS (2018). "Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM)". Disponible en [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/millennium-development-goals-\(mdgs\)](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/millennium-development-goals-(mdgs)).

OMS (2020). "SDG Target 3.c | Health workforce: Substantially increase health financing and the recruitment, development, training and retention of the health workforce in developing countries, especially in least developed countries and small island developing States". *The Global Health Observatory* [base de datos]. Disponible en <https://www.who.int/data/gho/data/themes/topics/indicator-groups/indicator-group-details/GHO/sdg-target-3.c-health-workforce>.

OMS (2021a). "Cambio climático y salud". *Organización Mundial de la Salud*. Notas descriptivas. Disponible en <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>.

OMS (2021b). "Cronología de la respuesta de la OMS a la COVID-19". *Organización Mundial de la Salud*. Comunicado de prensa. Disponible en <https://www.who.int/es/news/item/29-06-2020-covidtimeline>.

OMS (2021c). *E-SPAR Public. State party annual report*. Organización Mundial de la Salud. Disponible en <https://extranet.who.int/e-spar#capacity-score>.

OMS (2021d). "En la COP26, los países se comprometen a desarrollar sistemas de salud compatibles con el clima". *Organización Mundial de la Salud*. Comunicado de prensa. Disponible en <https://www.who.int/es/news/item/09-11-2021-countries-commit-to-develop-climate-smart-health-care-at-cop26-un-climate-conference>.

OMS (2021e). *2021 WHO health and climate change global survey report*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Disponible en <https://www.who.int/publications/i/item/9789240038509>.

OMS (2021f). *Global strategy on digital health 2020–2025*. Organización Mundial de la Salud. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Disponible en <https://apps.who.int/iris/handle/10665/344249>.

OMS (2021g). “Indicators”. *The Global Health Observatory* [base de datos]. Disponible en <https://www.who.int/data/gho/data/indicators>.

OMS (2021h). *COP26 special report on climate change and health: The health argument for climate action*. Organización Mundial de la Salud. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Disponible en <https://apps.who.int/iris/handle/10665/346168>.

OMS (2021i). “Contaminación del aire ambiente (exterior)”. *Organización Mundial de la Salud*. Notas descriptivas. Disponible en [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health).

ONU (1987). *Nuestro futuro común*. Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Oxford University Press.

ONU (2017). *Herramienta de auto-evaluación para la resiliencia frente a desastres a nivel local*. Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres. Disponible en <https://eird.org/camp-10-15/docs/herramienta-evaluacion.pdf>.

ONU (s.f.). *SDG Indicators Data Base* [base de datos]. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. Consulta realizada en agosto de 2022 en <https://unstats.un.org/sdgs/dataportal/database>.

ONU-Agua (2020). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2020. Agua y cambio climático*. Programa Mundial de la Unesco de Evaluación de los Recursos Hídricos. Disponible en <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000372985.locale=en>.

ONU-Agua (2021). “Progress on integrated water resources management”. *Tracking SDG 6 series: Global indicator 6.5.1 updates and acceleration needs*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Disponible en <https://www.unwater.org/publications/progress-on-integrated-water-resources-management-651-2021-update/>.

ONU-Agua (2022). *UN world water development report 2022. Groundwater: Making the invisible visible*. Programa Mundial de la Unesco de Evaluación de los Recursos Hídricos. París: Unesco. Disponible en <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380721>.

ONU Medioambiente y Cepei (2018). *Gobernanza ambiental y la Agenda 2030. Avances y buenas prácticas en América Latina y el Caribe*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio ambiente. Panamá. Disponible en <https://cepei.org/documents/gobernanza-ambiental-y-la-agenda-2030/>.

OPS (2011). “Estrategia y plan de acción sobre eSalud”. Disponible en <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/7663/CD51-13-s.pdf?sequence=4&isAllowed=y>.

OPS (2016). *La eSalud en la región de las Américas: Derribando las barreras a la implementación*. Resultados de la Tercera Encuesta Global de eSalud de la Organización Mundial de la Salud. Disponible en <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/31287/9789275319253-spa.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.

OPS (2020a). *Recursos humanos para la salud en el marco de pandemia de COVID-19. Programa Subregional para América del Sur*. Disponible en <http://www.orasconhu.org/sites/default/files/21%20webinar%20OPS%20Presentacio%CC%81n%20de%20RHS%20para%20ORAS.pdf>.

OPS (2020b). “Directora de la OPS advierte sobre interrupciones en servicios de salud esenciales debido a la COVID-19”. *Organización Panamericana de la Salud*. Noticias Disponible en <https://www.paho.org/es/noticias/4-8-2020-directora-ops-advierte-sobre-interrupciones-servicios-salud-esenciales-debido>.

OPS (2020c). “Las funciones esenciales de la salud pública en las Américas: Una renovación para el siglo XXI”. *Serie Salud Universal*. Disponible en https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/53125/9789275322659_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

OPS (2021a). “COVID-19 ocasiona impactos «devastadores» en las mujeres, afirma la Directora de la OPS”. *Organización Panamericana de la Salud*. Noticias. Disponible en <https://www.paho.org/es/noticias/26-5-2021-covid-19-ocasiona-impactos-devastadores-mujeres-afirma-directora-ops>.

Ortiz-Hernández, L. y Pérez-Sastré, M. A. (2020). “Inequidades sociales en la progresión de la COVID-19 en población mexicana”. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 44, 1. Disponible en <https://doi.org/10.26633/RPSP.2020.106>.

OutletMinero (2017). “Chile desarrolla combustible dual hidrógeno-diésel para camiones mineros”. *OutletMinero*. Disponible en <https://outletminero.org/chile-desarrolla-combustible-dual-hidrogeno-diesel-para-camiones-mineros/>.

OWID (s.f.a). Living Planet Index. *Our World in Data*, con datos recopilados por el World Wildlife Fund (WWF) y la Zoological Society of London (ZSL). Consulta realizada en abril de 2022 en <https://ourworldindata.org/living-planet-index>.

OWID (s.f.b). “Beach litter”. *Our World in Data*, con datos de diferentes fuentes recopilados por las Naciones Unidas. Consulta realizada en mayo de 2022 en <https://ourworldindata.org/grapher/beach-litter>.

OWID (s.f.c). “Share of marine territorial waters that are protected”. *Our World in Data*, con información de la Base de Datos Mundial sobre Áreas Protegidas del PNUMA. Consulta realizada en mayo de 2022 en <https://ourworldindata.org/grapher/marine-protected-areas>.

OWID (s.f.d). “Gas consumption by region”. *Our World in Data*, con información de Statistical Review of World Energy. Consulta realizada en abril de 2022 en <https://ourworldindata.org/grapher/natural-gas-consumption-by-region>.

OWID (s.f.e). “COVID-19 data explorer”. *Our World in Data*, con datos del COVID-19 Data Repository by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) de la Johns Hopkins University. Consulta realizada en mayo de 2022 en <https://ourworldindata.org/explorers/coronavirus-data-explorer>.

Ozment, S., González, M., Schumacher, A., Oliver, E., Morales, G., Gartner, T., Silva, M., Watson G. y Grünwaldt, A. (2021). *Soluciones basadas en la naturaleza en América Latina y el Caribe: situación regional y prioridades para el crecimiento*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo e Instituto de Recursos Mundiales. Disponible en <http://dx.doi.org/10.18235/0003687>.

Pacific Institute (2022). “Water conflict chronology”. *The World’s Water*. Oakland, CA: Pacific Institute. Disponible en <https://www.worldwater.org/water-conflict/>.

Paltán, H., Basani, M., Minaya, V. y Rezzano, N. (2020). “Servicios de agua potable y saneamiento resilientes en América Latina y el Caribe”. *Nota técnica*, n.º IDB-TN-01988. Banco Interamericano de Desarrollo. Disponible en <http://dx.doi.org/10.18235/0002596>.

Paltsev, S., Morris, J., Kheshgi, H. y Herzog, H. (2021). “Hard-to-abate sectors: The role of industrial carbon capture and storage (CCS) in emission mitigation”. *Applied Energy*, 300, 117322. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.117322>.

Paredes, R. (2020). “Renovables, la mejor vacuna de seguridad energética en tiempos del COVID-19”. *Energía para el futuro* [blog]. Banco Interamericano de Desarrollo. Disponible en <https://blogs.iadb.org/energia/es/renovables-la-mejor-vacuna-de-seguridad-energetica-en-tiempos-del-covid-19/>.

- Pendrill, F., Persson, U. M., Godar, J., Kastner, T., Moran, D., Schmidt, S. y Wood, R. (2019). "Agricultural and forestry trade drives large share of tropical deforestation emissions". *Global Environmental Change*, 56, 1-10. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.03.002>.
- Peña, H. (2016). "Desafíos de la seguridad hídrica en América Latina y el Caribe". *Serie Recursos Naturales e Infraestructura*, n.º 178. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Disponible en <http://hdl.handle.net/11362/40074>.
- Peña, H., Solanes, M. y Jouravlev, A. (2019). *Proceso regional de las Américas Foro Mundial del Agua 2018: El agua como motor de desarrollo*. Banco Interamericano de Desarrollo. Disponible en <http://dx.doi.org/10.18235/0002237>.
- Perea Flores, A. (2018). "Organización y financiamiento de los sistemas de salud en América Latina". Disponible en [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con5_uibd.nsf/8746ABE0D0F44EB7052582170075E3D0/\\$FILE/10.AccesoUniversaLosServiciosdeSalud.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con5_uibd.nsf/8746ABE0D0F44EB7052582170075E3D0/$FILE/10.AccesoUniversaLosServiciosdeSalud.pdf).
- Pienknagura, S., Roldós, J. y Werner, A. (2020). "Pandemic persistence clouds Latin America and Caribbean recovery". *IMF Blog*. Fondo Monetario Internacional. Disponible en <https://blogs.imf.org/2020/10/22/pandemic-persistence-clouds-latin-america-and-caribbean-recovery/>.
- PNUMA (1974). "Declaración de Cocoyoc". *Documentos de proyectos e investigación*. Disponible en <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/34958>.
- PNUMA (2021a). *State of finance for nature 2021*. Nairobi: Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Disponible en <https://www.unep.org/resources/state-finance-nature>.
- PNUMA (2021b). "Movilidad eléctrica: Avances en América Latina y el Caribe 2020". Panamá: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Oficina para América Latina y el Caribe. Disponible en www.movelatam.org/informe2020.
- PNUMA-DHI (2021). "Brazil: Country survey instrument for SDG indicator 6.5.1". *National reporting on status of IWRM implementation 2020*. Disponible en <http://iwrmdataportal.unepdhi.org/IWRMDataJsonService/Service1.svc/DownloadReportingRound/Brazil>.
- PNUMA y Panel Internacional de Recursos (2019). *Global resources outlook 2019: Natural resources for the future we want*. Disponible en <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/27517>.
- Podestá, A. (2020). "Gasto público para impulsar el desarrollo económico e inclusivo y lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible". *Serie Macroeconomía del Desarrollo*, n.º 214. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Disponible en <http://hdl.handle.net/11362/46276>.
- Pörtner, H. O., Scholes, R. J., Agard, J., Archer, E., Arneeth, A., Bai, X., ... y Ngo, H. (2021). *Scientific outcome of the IPBES-IPCC co-sponsored workshop on biodiversity and climate change (Version 5)*. Zenodo. Disponible en <https://doi.org/10.5281/zenodo.5101125>.
- Poz, D. y Roberto, M. (2013). "A crise da força de trabalho em saúde". *Cadernos de Saúde Pública*, 29, 1924-1926. Disponible en <https://doi.org/10.1590/0102-311XPE011013>.
- Pratt, L. y J. Ortega (2019). "Agricultura protegida en México. Elaboración de la metodología para el primer bono verde agrícola certificado". *Nota Técnica IDB-TN-1668*. Banco Interamericano de Desarrollo. Disponible en <http://dx.doi.org/10.18235/0001705>.
- Proactivo (2019). "Cómo Cerro Verde decidió tratar el agua servida proveniente de los desagües". *ProActivo*. Disponible en <https://proactivo.com.pe/como-cerro-verde-decidio-tratar-el-agua-servida-proveniente-de-los-desagües/>.
- Prussi, M., Yugo, M., De Prada, L., Padella, M. y Edwards, R. (2020). "JEC well-to-wheels report v5". EUR 30284 EN. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. ISBN 978-92-76-20109-0. Disponible en <http://dx.doi.org/10.2760/100379>.

- Ritchie, H. y Roser, M. (2021a). "Threats to wildlife". En *Biodiversity*. Publicado en línea en *OurWorldInData.org*. Disponible en <https://ourworldindata.org/threats-to-wildlife>.
- Ritchie, H. y Roser, M. (2021b). *Forests and deforestation*. Publicado en línea en *OurWorldInData.org*. Disponible en <https://ourworldindata.org/forests-and-deforestation>.
- Ritchie, H., Roser, M., Mispy, J. y Ortiz-Ospina, E. (2018). "Measuring progress towards the Sustainable Development Goals." *SDG-Tracker.org*. Disponible en <https://sdg-tracker.org>.
- Ritchie, H., Roser, M. y Rosado, P. (2020). *CO₂ and greenhouse gas emissions*. Publicado en línea en *OurWorldInData.org*. Recuperado en mayo de 2022 de <https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions>.
- Robles, M., Rubio, M., y Stampini, M. (2015). "¿Las transferencias monetarias han sido capaces de llegar a los pobres en América Latina y el Caribe?". *Resumen de Políticas*, 246. Banco Interamericano de Desarrollo. Disponible en <https://publications.iadb.org/es/publicacion/17026/las-transferencias-monetarias-han-sido-capaces-de-llegar-los-pobres-de-america>.
- Rodríguez Pardina, M., Rojas, D. y Fernández, S. (2022). *Documento sectorial. Transición energética y medio ambiente*. Mimeo.
- Rodríguez, C., Mamani, I. y Herrera Cagnetta, A. (2019). "SMARTWATER para la detección de fugas de agua". XXV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC). Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, 14 al 18 de octubre de 2019.
- Rojas Bolivar, D. E. (2016). "Características de la población peruana que no busca atención médica por deficiencias de la calidad de atención en salud en el periodo 2005-2015". Repositorio de Tesis. UNMSM. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12672/5075>.
- Rojas, F. (2014). "Políticas e institucionalidad en materia de agua potable y saneamiento en América Latina y el Caribe". *Serie Recursos Naturales e Infraestructura*, n.º 166. CEPAL. Disponible en <http://hdl.handle.net/11362/36776>.
- Rojas, F. (2020). "Impactos del COVID-19 en agua y saneamiento en América Latina". *Visiones* [blog]. 2 de julio. Disponible en <https://www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2020/07/impactos-del-covid19-en-agua-y-saneamiento-en-america-latina/>.
- Rojas, F. (2022). *Diálogo Regional del Agua 2022. Inversión y financiamiento*. Presentación. Disponible en https://www.cepal.org/sites/default/files/presentations/dialogo_regional_del_agua_2022_abril27.pdf.
- Rojas, F., Peñaherrera, F., Orellana, C., Castañeda, H., Armijos, L., Burbano, L., Morales, A., Rodrigues, P., Real, C., Rispo, A., Valverde, O., Alonso, A. y Bianchi, F. (2019). *Estrategia del Agua 2019-2022*. Caracas: CAF. Disponible en <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1455>.
- Rojas, M., Andrades, J., Córdoba, J., Quintero, Y. y Mejías, J. (2020). *Riesgo climático y estrategias financieras para su mitigación en el sector agua y saneamiento en ALC-Escenarios climáticos: Identificación de escenarios y recopilación de acuerdos para su mitigación*. Banco Interamericano de Desarrollo. Disponible en <http://dx.doi.org/10.18235/0002326>.
- Rovira, C., Sánchez-Masferrer, M. y Rovira, M. (2020). "Is rainwater harvesting a solution for water access in Latin America and the Caribbean? An economic analysis for underserved households in El Salvador". Disponible en <http://dx.doi.org/10.18235/0002689>.
- Rozenberg, J. y Fay, M. (2019). "Overview of infrastructure investment needs in low- and middle-income countries by 2030". *Beyond the gap*. Policy Note 1/6. Grupo Banco Mundial. Disponible en https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/31291/33266_Policy_Note_1.pdf.

Sachs, J., Kroll, Ch., Lafortune, G. Fuller, G. y Woelm, F. (2021). *Sustainable development report 2021: The Decade of Action for the Sustainable Development Goals*. Cambridge University Press. Disponible en <https://doi.org/10.1017/9781009106559>.

Sánchez Molina, P. (2022). "Shell Brasil pondrá en marcha la primera planta de hidrógeno verde del país". *PV Magazine*, 23 de mayo. Disponible en <https://www.pv-magazine-latam.com/2022/05/23/shell-brasil-pondra-en-marcha-la-primera-planta-de-hidrogeno-verde-del-pais/>.

Sánchez Úbeda, E., González Portela, J., Muñoz San Roque, A., Chueca, E. y Hallack, M. (2021). *Impacto del COVID-19 en la demanda de energía eléctrica en Latinoamérica y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo. Disponible en <http://dx.doi.org/10.18235/0003379>.

Sanguinetti, P., Moncarz, P., Vaillant, M., Allub, L., Juncosa, F., Barril, D., Cont. W. y Lalanne, Á. (2021). *RED 2021: Caminos para la integración: facilitación del comercio, infraestructura y cadenas globales de valor*. Caracas: CAF. Disponible en <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1823>.

Saravia, S., Gil, M., Blanco, E., Llavona, A. y Naranjo, L. (2020). *Desafíos hídricos en Chile y recomendaciones para el cumplimiento del ODS 6 en América Latina y el Caribe*. CEPAL. Disponible en <http://hdl.handle.net/11362/46503>.

Satchwell, A., Cappers, P. y Barbose, G. (2019). "Current developments in retail rate design: Implications for solar and other distributed energy resources". *eScholarship*. Lawrence Berkeley National Laboratory. Disponible en <https://escholarship.org/uc/item/1bc7t5gz>.

Schewe, J., Heinke, J., Gerten, D., Haddeland, I., Arnell, N. W., Clark, D. B., Dankers, R., Eisner, S., Fekete, B., Colón-González, F., Gosling, S., Kim, H., Liu, X. Masaki, Y., Portmann, F., Satoh, Y., Stacke, T., Tang, Q., Wada, Y., Wisser, D., Albrechet, T., Frieler, K., Piontek, F., Warszawski, L. y Kabat, P. (2013) "Multimodel assessment of water scarcity under climate change". *Proceedings of the National Academy of Sciences of America*, 111(9): 3245-3250. Disponible en <https://doi.org/10.1073/pnas.1222460110>.

Schwärzel, K., Zhang, L., Strecker, A. y Podlasly, C. (2018). "Improved water consumption estimates of black locust plantations in China's loess plateau". *Forests*, vol. 9, n.º 4. Disponible en <https://doi.org/10.3390/f9040201>.

SDGF (2015). "De los ODM a los ODS". *Fondo para los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Disponible en <https://www.sdgfund.org/es/de-los-odm-los-ods>.

Secretaría de la CMNUCC (2021). "Nationally determined contributions under the Paris Agreement. Synthesis report by the secretariat". Naciones Unidas. Disponible en https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma2021_08_adv_1.pdf.

SEI (2019). "Connections between the Paris Agreement and the 2030 Agenda: The case for policy coherence". *Stockholm Environment Institute*. Disponible en <https://www.sei.org/publications/connections-between-the-paris-agreement-and-the-2030-agenda/>.

SELA (2021). "Buenas prácticas en la lucha contra el COVID-19 en América Latina y el Caribe". *Sistema Económico Latinoamericano y del Caribe*. Disponible en <http://www.sela.org/es/centro-de-documentacion/base-de-datos-documental/bdd/64040/buenas-practicas-en-la-lucha-contra-el-covid-19>.

Silberman, P., Medina, A., Diaz Bazán, J., López, E. y Dursi, C. (2020). "Políticas de planificación y gestión del talento humano del Ministerio de Salud de Argentina durante la pandemia de COVID-19". *Revista Argentina de Salud Pública*, 12, 11-11. Disponible en http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-810X2020000300011.

SIWI (2020). "How landscapes and water mitigate climate change". *Reporte de Políticas*. Estocolmo: Stockholm International Water Institute. Disponible en <https://siwi.org/publications/how-landscapes-and-water-mitigate-climate-change/>.

- Spavieri, S. (2019). "A First estimation of fossil-fuel stranded assets in Venezuela due to climate change mitigation". *IAEE Energy Forum, Fourth Quarter*. Disponible en <https://www.iaee.org/en/publications/newsletterdl.aspx?id=841>.
- SRA-LA (2021, marzo 31). "Crisis en los hospitales de Latinoamérica por COVID-19". *Sociedad de Análisis de Riesgo Latinoamericana*. Disponible en <https://srala.org/crisis-en-los-hospitales-de-latinoamerica-por-covid-19/>.
- St. John, J. (2020). "Green hydrogen in natural gas pipelines: Decarbonization solution or pipe dream?". *Greentechmedia*, noviembre. Disponible en <https://www.greentechmedia.com/articles/read/green-hydrogen-in-natural-gas-pipelines-decarbonization-solution-or-pipe-dream>.
- Stankovic, M, Hasanbeigi, A. y Neftenov, N. (2020). "Use of 4IR technologies in water and sanitation in Latin America and the Caribbean". *Nota técnica 1910*. Banco Interamericano de Desarrollo. Disponible en <http://dx.doi.org/10.18235/0002343>.
- Steffen, W., Rockström, J., Richardson, K., Lenton, T. M., Folke, C., Liverman, D., Summerhayes, C., Barnosky, A., Cornell, S., Crucifix, M., Donges, J., Fetzer, I., Lade, S., Scheffer, M., Winkelmann, R. y Schellnhuber, H. J. (2018). "Trajectories of the Earth System in the Anthropocene". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(33), 8252-8259. Disponible en <https://doi.org/10.1073/pnas.1810141115>.
- Sum4All (2019). *Global roadmap of action toward sustainable mobility green mobility. Sustainable mobility for all*. Washington, D.C. Licencia: Creative Commons Attribution CC BY 3.0.
- Sun, X., Jia, M., Xu, Z., Liu, Z., Liu, X. y Liu, Q. (2022). "An investigation of the determinants of energy intensity in emerging market countries". *Energy Strategy Reviews*, 39-100790: 1-10.
- Tall, A., Lynagh, S., Blanco Vecchi, C., Bardouille, P., Montoya Pino, F., Shabahat, E., Stenek, V., Stewart, F., Power, S., Paladines, C. Neves, P. y Kerr, L. (2021). *Enabling private investment in climate adaptation and resilience: Current status, barriers to investment and blueprint for action*. Washington, D.C.: Banco Mundial. Disponible en <http://hdl.handle.net/10986/35203>.
- The Commonwealth Fund (2020). *International profiles of health care systems*. Disponible en https://www.commonwealthfund.org/sites/default/files/2020-12/International_Profiles_of_Health_Care_Systems_Dec2020.pdf.
- Thomson, E. (2021). "Water is such a big deal in Chile that it's getting a ministry". *Bloomberg*. Green/Climate adaptation. Disponible en https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-03-31/water-is-such-a-big-deal-in-chile-that-it-s-getting-a-ministry?mc_cid=a98e62a1ca&mc_eid=08d1e3c954.
- Torres, F. (2020, abril 9). "Sin respiro: unidades de cuidados intensivos necesitan 700 médicos". *Salud con lupa*. Disponible en <https://saludconlupa.com/entrevistas/sin-respiro-unidades-de-cuidados-intensivos-necesitan-700-medicos/>.
- Uchôa, V. (2021). "Brasil apuesta por el hidrógeno verde para el mercado global". *OpenDemocracy*, 6 de diciembre. Disponible en <https://www.opendemocracy.net/es/democraciaabierta-es/brasil-mercado-global-hidrogenio-verde/>.
- UNDRR (2017). *Words into action guidelines. National disaster risk assessment*. Disponible en <https://www.undrr.org/publication/words-action-guidelines-national-disaster-risk-assessment>.
- Unesco y CODIA (2022). "Cooperación en materia de aguas transfronterizas en América Latina y el Caribe". *Documento técnico n.º 45*. París: Unesco. Disponible en <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381006.locale=en>.
- Unión Europea (2005). "Centro Europeo para la Prevención y el Control de las Enfermedades (ECDC)". *Unión Europea*. Instituciones, leyes, presupuesto. Disponible en https://european-union.europa.eu/institutions-law-budget/institutions-and-bodies/institutions-and-bodies-profiles/ecdc_es.

Union for International Cancer Control (2020). *El distanciamiento social y la crisis económica durante la pandemia por COVID-19 redujeron el control del cáncer en América Latina lo que resultará en un aumento de diagnósticos en etapa tardía y de los gastos para su atención*. Reporte resumido. Disponible en <https://www.uicc.org/sites/main/files/atoms/files/Ca%CC%81ncer%20y%20Covid%20LA%20resumen%20documento%20de%20posicio%CC%81n.pdf>.

UNISDR (2015). *Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030*. Naciones Unidas. Disponible en https://www.unisdr.org/files/43291_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf.

Universidad de Cambridge y WEC (2014). *Cambio climático: Implicaciones para el sector energético*. Hallazgos claves del Quinto Informe de Evaluación (AR5) del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Disponible en <https://www.worldenergy.org/assets/images/imported/2014/06/Publicacion-Cambio-Climatico-implicaciones-para-el-sector-energetico-IPCCC-AR5.pdf>.

Universidad de Notre Dame (2020). “ND-GAIN Country Index”. *Notre Dame Global Adaptation Initiative*. Disponible en <https://gain.nd.edu/our-work/country-index/>.

Urteaga, J. y Hallack, M. (2021). “Eficiencia energética en el sector residencial en América Latina y el Caribe”. *Nota conceptual*. Banco Interamericano de Desarrollo. Disponible en <https://blogs.iadb.org/energia/es/eficiencia-energetica-en-america-latina-y-el-caribe-por-que-importa/>

Uruguay Presidencia (2018, julio 12). “Inversión en los servicios de salud pública aumentó 187 % en los últimos 13 años”. *Uruguay Presidencia*. Disponible en <https://www.gub.uy/presidencia/comunicacion/noticias/inversion-servicios-salud-publica-aumento-187-ultimos-13-anos>.

Vandermeel, J. (2020). “Preventing climate change with BECCS: bioenergy with carbon capture and storage”. *Princeton Student Climate Initiative*. Disponible en <https://psci.princeton.edu/tips/2020/11/15/preventing-climate-change-with-beccs-bioenergy-with-carbon-capture-and-storage>.

Vela-Ruiz, J., Ramos, W. y Cruz-Vargas, J. (2020). “Desafíos en la atención de los pacientes con cáncer durante la pandemia COVID-19”. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 37(3), 580-581. Disponible en http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342020000300580.

Verbeek, B.-J. (2021). “German energy giants claim billions in public funds for loss-making Dutch coal-fired power plants”. *Compensation for stranded assets?* Centre for Research on Multinational Corporations (SOMO). Disponible en <https://www.somo.nl/compensation-for-stranded-assets/>.

Vignolo, J., Vacarezza, M., Álvarez, C. y Sosa, A. (2011). “Niveles de atención, de prevención y atención primaria de la salud”. *Archivos de Medicina Interna*, 33(1), 7-11. Disponible en http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-423X2011000100003.

Warner, S., Chapman, D. y Dickens, C. (2020). “Good ambient water quality”. En Leal Filho, W., Azul, A. M., Brandli, L., Lange Salvia, A., Wall, T. (eds) *Clean water and sanitation*. Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals. Springer, Cham. Disponible en https://doi.org/10.1007/978-3-319-70061-8_83-1.

Water Environment Federation (2019). “Distributed systems overview”. *Distributed Systems Fact Sheet Series*. Disponible en https://www.wef.org/globalassets/assets-wef/3---resources/topics/a-n/distributed-systems/technical-resources/wsec-2019-fs-012-wef_wrf_distributed_sytems_overview.pdf.

WBCSD (2017). *Business guide to circular water management: Spotlight on reduce, reuse and recycle*. Ginebra: World Business Council for Sustainable Development. Disponible en www.wbcsd.org/Programs/Food-Land-Water/Water/Resources/spotlight-on-reduce-reuse-and-recycle.

WEC (2021). *World energy trilemma index*. World Energy Council. Disponible en https://www.worldenergy.org/assets/downloads/WE_Trilemma_Index_2021.pdf?v=1634811254.

WEF (2021). *Fostering effective energy transition 2021 edition*. Foro Económico Mundial. Disponible en <https://www.weforum.org/reports/fostering-effective-energy-transition-2021/in-full>.

Weikert Bicalho, F. (2021). “Infraestructura resiliente: un imperativo para el desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe”. *Serie Comercio Internacional*, n.º 160. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Disponible en <http://hdl.handle.net/11362/46646>.

WWF (2019). “Options for the SDG environment targets maturing in 2020”. Documento de debate. Fondo Mundial en favor de la Naturaleza. Disponible en http://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/discussion_paper___options_for_maturing_2020_environment_targets___final_1.pdf.

WWAP (2016). *Programa Mundial de la Unesco de Evaluación de los Recursos Hídrico: Agua y empleo*. París: Unesco. Disponible en <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000243938>.

WWAP (2018). *Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2018. Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua*. Unesco Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos. Disponible en <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261494>.

Xie, M. (2006). “Integrated water resources management (IWRM) - Introduction to principles and practices”. En *Africa regional workshop on IWRM*. Nairobi: Instituto Banco Mundial.

Yépez-García, A. y Anaya, F. (2017). *La nueva opción energética: gas natural para Centroamérica*. Banco Interamericano de Desarrollo. Disponible en <http://dx.doi.org/10.18235/0000705>.

Yépez-García, R., Ji, Y., Hallack, M. y López Soto, D. (2019). *¡A todas luces! La electricidad en América Latina y el Caribe 2040*. Banco Interamericano de Desarrollo. Disponible en https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/%C2%A1A_todas_luces_La_electricidad_en_Am%C3%A9rica_Latina_y_el_Caribe_2040_es_es.pdf.

Zattara, E. y Aizen, M. (2021). “Worldwide occurrence records suggest a global decline in bee species richness”. *One Earth*, 4(1), 114-123. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.12.005>.

