



TRANSPORTE 2050

# EL CAMINO HACIA LA DESCARBONIZACIÓN Y LA RESILIENCIA CLIMÁTICA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE



## **Autores**

Agustina Calatayud  
María Eugenia Rivas  
Jessica Camacho  
Carlos Beltrán  
Mariano Ansaldo  
Eduardo Café



CON LA COLABORACIÓN DE:





---

## Catalogación en la fuente proporcionada por la Biblioteca Felipe Herrera del Banco Interamericano de Desarrollo

Transporte 2050: el camino hacia la descarbonización y la resiliencia climática en América Latina y el Caribe / Agustina Calatayud, María Eugenia Rivas, Jessica Camacho, Carlos Beltrán, Mariano Ansaldo, Eduardo Café.

p. cm. — (Monografía del BID ; 1129)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Transportation-Environmental aspects-Latin America. 2. Transportation-Environmental aspects-Caribbean Area. 3. Sustainable transportation-Latin America. 4. Sustainable transportation-Caribbean Area. 5. Carbon dioxide mitigation-Peru-Latin America. 6. Carbon dioxide mitigation-Caribbean Area. 7. Climatic changes-Government policy-Latin America. 8. Climatic changes-Government policy-Caribbean Area. I. Calatayud, Agustina. II. Rivas, María Eugenia. III. Camacho, Jessica. IV. Beltrán, Carlos. V. Ansaldo, Mariano. VI. Café, Eduardo. VII. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Transporte. VIII. Serie.

IDB-MG-1129

**Palabras clave:** transporte, cambio climático, Acuerdo de París, NDC, calidad del aire, transporte urbano, transporte carretero, transporte marítimo, transporte aéreo, logística urbana, América Latina y el Caribe.

**Clasificaciones JEL:** L91, Q53, Q54, Q55, Q56, N70.

Copyright © 2023 Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons CC BY 3.0 IGO (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo/legalcode>). Se deberán cumplir los términos y condiciones señalados en el enlace URL y otorgar el respectivo reconocimiento al BID.

En alcance a la sección 8 de la licencia indicada, cualquier mediación relacionada con disputas que surjan bajo esta licencia será llevada a cabo de conformidad con el Reglamento de Mediación de la OMPI. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil (CNUDMI). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones que forman parte integral de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta obra son exclusivamente de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del BID, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



# Contenidos

<b>Resumen Ejecutivo</b>	<b>18</b>
<hr/>	
<b>Introducción</b>	<b>39</b>
<hr/>	
<b>1. El transporte como sujeto activo y pasivo del cambio climático en América Latina y el Caribe</b>	<b>41</b>
1.1. Contribución del transporte a las emisiones de GEI	45
1.2. Determinantes de las tendencias de emisiones del transporte en ALC	58
1.2.1. Factores socioeconómicos	58
1.2.2. Factores de desarrollo urbano	59
1.2.3. Factores de desarrollo del transporte	61
1.2.4. Factores de desarrollo tecnológico	68
1.3. Impacto del CC en el sector transporte de ALC	76
1.4. Determinantes de la vulnerabilidad del sector transporte frente al CC en ALC	81
1.4.1. Ubicación geográfica	81
1.4.2. Redundancia	83
1.4.3. Estándares de diseño	88
1.4.4. Condiciones económicas	89
1.5. Conclusiones del diagnóstico para ALC	95
<hr/>	
<b>2. El riesgo de no actuar hoy</b>	<b>97</b>
2.1. “Business as usual”: Escenarios de emisiones del sector transporte en ALC	100
2.2. Desafíos del CC para el transporte en ALC	109
2.3. Conclusiones de los escenarios futuros	125
<hr/>	

# Contenidos

<b>3.</b>	<b>1,5 grados: Compromisos internacionales de la región en la lucha contra el cambio climático</b>	<b>126</b>
3.1.	El transporte en el marco de las NDCs de los países de la región	128
3.2.	Disponibilidad de otros mecanismos para priorizar al sector transporte en la lucha contra el CC	143
3.3.	Conclusiones de la adopción de mecanismos del CMNUCC en ALC	157
<hr/>		
<b>4.</b>	<b>Moviendo la frontera verde en el transporte</b>	<b>159</b>
4.1.	Marco normativo e institucional para el sector transporte	162
4.2.	Medidas para la descarbonización y adaptación de la movilidad urbana	177
4.2.1.	Medidas de mitigación	178
4.2.2.	Medidas de adaptación al CC	205
4.3.	Medidas para la descarbonización y adaptación del transporte carretero	211
4.3.1.	Medidas de mitigación	212
4.3.2.	Medidas de adaptación al CC	232
4.4.	Medidas para la descarbonización y adaptación del transporte marítimo	242
4.4.1.	Medidas de mitigación	243
4.4.2.	Medidas de adaptación al CC	253
4.5.	Medidas para la descarbonización y adaptación del transporte aéreo	259
4.5.1.	Medidas de mitigación	260
4.5.2.	Medidas de adaptación al CC	275
4.6.	Conclusiones de las buenas prácticas internacionales en materia de política pública	280
<hr/>		

# Contenidos

<b>5.</b>	<b>Hoja de ruta para la descarbonización y la resiliencia del transporte en ALC</b>	<b>282</b>
5.1.	Acciones generales: Priorización en el plan sectorial e identificación de fuentes de fondeo y financiamiento para el desarrollo de sistemas de transporte limpios y resilientes	292
5.2.	Hoja de ruta para la descarbonización y la resiliencia de la movilidad urbana	307
5.2.1.	Visión estratégica	311
5.2.2.	Instrumentos de política	315
5.2.3.	Marco institucional	324
5.2.4.	Alianzas estratégicas	326
5.3.	Hoja de ruta para la descarbonización y la resiliencia del transporte carretero	329
5.3.1.	Visión estratégica	331
5.3.2.	Instrumentos de política	333
5.3.3.	Marco institucional	342
5.3.4.	Alianzas estratégicas	344
5.4.	Hoja de ruta para la descarbonización y la resiliencia del transporte marítimo	347
5.4.1.	Visión estratégica	353
5.4.2.	Instrumentos de política	355
5.4.3.	Marco institucional	364
5.4.4.	Alianzas estratégicas	366
5.5.	Hoja de ruta para la descarbonización y la resiliencia del transporte aéreo	368
5.5.1.	Visión estratégica	372
5.5.2.	Instrumentos de política	373
5.5.3.	Marco institucional	378
5.5.4.	Alianzas estratégicas	379
5.6.	Conclusiones de las hojas de ruta para ALC	381
	Referencias	383

# Contenidos

<b>A.</b>	<b>Anexo: Perfil de transporte y cambio climático de los países de ALC</b>	<b>409</b>
	A1. Argentina	410
	A2. Bahamas	413
	A3. Barbados	415
	A4. Belice	417
	A5. Bolivia	419
	A6. Brasil	421
	A7. Chile	423
	A8. Colombia	425
	A9. Costa Rica	427
	A10. Ecuador	430
	A11. El Salvador	432
	A12. Guatemala	434
	A13. Guyana	436
	A14. Haití	438
	A15. Honduras	440
	A16. Jamaica	442
	A17. México	444
	A18. Nicaragua	447
	A19. Panamá	449
	A20. Paraguay	451
	A21. Perú	453
	A22. República Dominicana	455
	A23. Surinam	457
	A24. Trinidad y Tobago	459
	A25. Uruguay	461

<b>Cap.1.</b>	<b>Figura 1.1.</b> Parámetros que afectan las emisiones de transporte	45
	<b>Figura 1.2.</b> Emisiones mundiales de CO2 derivadas de la quema de combustible por sector en 1990, 2000, 2010 y 2019	46
	<b>Figura 1.3.</b> Emisiones de CO2 del sector transporte derivados de la quema de combustibles para los países de ALC y por regiones (2019)	50
	<b>Figura 1.4.</b> Emisiones históricas del sector transporte por región (1990-2019)	51
	<b>Figura 1.5.</b> Distribución de emisiones de CO2 por modo de transporte según región y evolución por modo de transporte para ALC	52
	<b>Figura 1.6.</b> Emisiones por modo de transporte en ALC (2019)	53
	<b>Figura 1.7.</b> Acoplamiento entre emisiones de CO2 del sector transporte y PIB para ALC (2000-2019)	55
	<b>Figura 1.8.</b> Emisiones de CO2 del sector transporte derivadas de la quema de combustibles (ALC, 2019)	56
	<b>Figura 1.9.</b> Emisiones de CO2 del sector transporte en ALC (por país)	57
	<b>Figura 1.10.</b> Expansión territorial de zonas urbanas de ALC	60
	<b>Figura 1.11.</b> Tiempo de viaje, distancia de viaje y tiempo de espera del transporte público en ALC y en economías avanzadas	62
	<b>Figura 1.12.</b> Partición modal transporte de carga en ALC (2019)	64
	<b>Figura 1.13.</b> Edad promedio de la flota de transporte automotor de carga (países seleccionados)	66
	<b>Figura 1.14.</b> Año de implementación de normas sobre emisiones para vehículos pesados	66
	<b>Figura 1.15.</b> Adopción de buses eléctricos en países de ALC	69
	<b>Figura 1.16.</b> Evolución histórica de la frecuencia anual de inundaciones, tormentas, deslizamientos y temperaturas extremas en ALC (1900-2021)	76
	<b>Figura 1.17.</b> Número de inundaciones y ciclones tropicales experimentados por los países de ALC desde 1900	77
	<b>Figura 1.18.</b> Relación entre las interrupciones y la calidad de la infraestructura de transporte y PIB per cápita	89

	<b>Figura 1.19.</b> Daños anuales promedio ocasionados por desastres naturales	91
<b>Cap.2.</b>	<b>Figura 2.1.</b> Emisiones de CO2 proyectadas para ALC derivadas del transporte interurbano de mercancías bajo el escenario <i>Current Ambition</i>	105
	<b>Figura 2.2.</b> Emisiones de CO2 proyectadas para ALC derivadas del transporte interurbano de pasajeros bajo el escenario <i>Current Ambition</i>	106
	<b>Figura 2.3.</b> Emisiones de CO2 proyectadas para ALC derivadas del transporte urbano bajo el escenario <i>Current Ambition</i>	107
	<b>Figura 2.4.</b> Evolución de emisiones de CO2 bajo dos escenarios de política en ALC	108
	<b>Figura 2.5.</b> Reducción de emisiones de CO2 del transporte requeridas para alcanzar objetivos del Acuerdo de París en ALC bajo el escenario <i>High Ambition</i>	109
	<b>Figura 2.6.</b> Incremento proyectado en el nivel medio del mar hacia 2100 bajo SSP5-P8.5 para los aeropuertos costeros de la región ubicados a 10 metros o menos sobre el nivel del mar	113
	<b>Figura 2.7.</b> Incremento proyectado en el nivel medio del mar hacia 2100 bajo SSP5-8.5 para los puertos marítimos de la región ubicados a 10 metros o menos sobre el nivel del mar	115
	<b>Figura 2.8.</b> Países de la región según porcentaje de red vial expuesta a incrementos muy altos en el número de días al año con temperaturas superiores a 35°C hacia 2050 bajo RCP 8.5	118
	<b>Figura 2.9.</b> Países de la región según porcentaje de red vial expuesta a incrementos muy altos en la precipitación máxima acumulada en 5 días consecutivos hacia 2050 bajo RCP 8.5	119
<b>Cap.3.</b>	<b>Figura 3.1.</b> Porcentaje de emisiones de CO2 totales y del sector transporte cubierto por las NDCs de segunda generación en ALC	129
	<b>Figura 3.2.</b> Resumen del análisis de la evolución de las NDCs de ALC	139
	<b>Figura 3.3.</b> Número de países de ALC con metas cuantificables en sus NDCs	142
	<b>Figura 3.4.</b> Interacciones entre los mecanismos previstos por el CMNUCCC	154

# Índice de figuras

<b>Cap.4.</b>	<b>Figura 4.1.</b> Articulación entre NDC e instrumentos nacionales, locales y sectoriales de CC	173
	<b>Figura 4.2.</b> Descarbonización y adaptación de la movilidad urbana	177
	<b>Figura 4.3.</b> Descarbonización y adaptación del transporte carretero	211
	<b>Figura 4.4.</b> Descarbonización y adaptación del transporte marítimo	242
	<b>Figura 4.5.</b> Medidas para reducir las emisiones en el transporte marítimo	244
	<b>Figura 4.6.</b> Combustibles alternativos y su producción	251
	<b>Figura 4.7.</b> Descarbonización y adaptación del transporte aéreo	259
	<b>Figura 4.8.</b> Insumos para SAF	265
	<b>Figura 4.9.</b> Estrategias de descarbonización para aeropuertos	270
<b>Cap.5.</b>	<b>Figura 5.1.</b> Transporte y CC: Una visión sistémica	286
	<b>Figura 5.2.</b> Aspectos claves para la definición de la hoja de ruta: Clasificación de países según nivel de priorización y disponibilidad de políticas de transporte y CC	289
	<b>Figura 5.3.</b> Definición de principales metas de descarbonización y adaptación del transporte al CC en la región	291
	<b>Figura 5.4.</b> Prioridades estratégicas en la planificación para la descarbonización y adaptación del sector transporte	293
	<b>Figura 5.5.</b> Coordinación y sinergias intersectoriales para la descarbonización y adaptación del sector transporte	294
	<b>Figura 5.6.</b> Monto total fondos climáticos en el sector transporte por región (2000-2022)	304
	<b>Figura 5.7.</b> Fondos climáticos en el sector transporte en ALC (2000-2022)	304
	<b>Figura 5.8.</b> Evolución histórica de los fondos climáticos en el sector transporte en ALC (2000-2022)	305
	<b>Figura 5.9.</b> Protocolo de seguridad en plataforma en caso de actividad eléctrica en Argentina	371

# Índice de tablas

<b>Cap.1.</b>	<b>Tabla 1.1.</b> Modelos de implementación de buses eléctricos en países de ALC	<b>70</b>
	<b>Tabla 1.2.</b> Estado de las políticas e incentivos para vehículos eléctricos en países de ALC	<b>71</b>
	<b>Tabla 1.3.</b> Impactos de cambios en las variables climáticas promedio y eventos climáticos extremos por modo de transporte	<b>79</b>
<b>Cap.2.</b>	<b>Tabla 2.1.</b> Fuentes de información empleadas en el análisis regional de exposición	<b>111</b>
<b>Cap.3.</b>	<b>Tabla 3.1.</b> Metas y medidas de mitigación para el sector transporte en las NDCs de los países de ALC	<b>130</b>
	<b>Tabla 3.2.</b> Síntesis de los mecanismos previstos por el CMNUCC los países de ALC que mencionan al transporte	<b>151</b>
<b>Cap.4.</b>	<b>Tabla 4.1.</b> Políticas de movilidad urbana implementadas a nivel internacional	<b>209</b>
	<b>Tabla 4.2.</b> Políticas de transporte carretero implementadas a nivel internacional	<b>240</b>
	<b>Tabla 4.3.</b> Políticas de transporte marítimo implementadas a nivel internacional	<b>258</b>
	<b>Tabla 4.4.</b> Niveles de certificación de gestión de carbono en aeropuertos (ACA)	<b>272</b>
	<b>Tabla 4.5.</b> Políticas de transporte aéreo implementadas a nivel internacional	<b>279</b>
<b>Cap.5.</b>	<b>Tabla 5.1.</b> Instrumentos para el fondeo de activos de infraestructura de transporte en ALC	<b>297</b>
	<b>Tabla 5.2</b> Detalle de financiamiento climático en el sector transporte en ALC	<b>302</b>
	<b>Tabla 5.3</b> Vencimiento concesiones terminales contenedores (Top 15 2021, ALC)	<b>359</b>
	<b>Tabla 5.4</b> Aeropuertos certificados por ACI en ALC	<b>369</b>

# Índice de recuadros

<b>Cap.1.</b>	<b>Recuadro 1.1.</b> Transporte, contaminación del aire e impacto en la salud	47
	<b>Recuadro 1.2.</b> Emisiones contaminantes en las ciudades de ALC	63
	<b>Recuadro 1.3.</b> Importación de vehículos usados en países de la región	67
	<b>Recuadro 1.4.</b> Transporte y matriz eléctrica en América Latina y el Caribe	74
	<b>Recuadro 1.5.</b> Vulnerabilidad de los países del Caribe	81
	<b>Recuadro 1.6.</b> Análisis de redundancia para la red vial de Colombia	83
	<b>Recuadro 1.7.</b> Vulnerabilidad de la Hidrovía Paraná-Paraguay e impacto en la economía paraguaya	87
	<b>Recuadro 1.8.</b> Relación entre ingreso y interrupciones en el servicio de transporte público por inundaciones	92
<b>Cap.2.</b>	<b>Recuadro 2.1.</b> Descarbonización del transporte y definición de escenarios	101
	<b>Recuadro 2.2.</b> Impacto del incremento en el nivel del mar sobre los puertos de Panamá	116
	<b>Recuadro 2.3.</b> Exposición de la red vial de El Salvador a temperaturas extremas	121
<b>Cap.3.</b>	<b>Recuadro 3.1.</b> Integración de políticas de cambio climático y transporte: Chile y Colombia como ejemplos para ALC	155
<b>Cap.4.</b>	<b>Recuadro 4.1.</b> Priorización del CC dentro de los planes de transporte	163
	<b>Recuadro 4.2.</b> La importancia de la transformación digital para la mitigación y adaptación al CC	172
	<b>Recuadro 4.3.</b> El rol del sector privado en la descarbonización y resiliencia del transporte	175
	<b>Recuadro 4.4.</b> Planificación integral de la movilidad urbana sostenible	179
	<b>Recuadro 4.5.</b> El desarrollo urbano orientado al transporte público	187
	<b>Recuadro 4.6.</b> Impuesto verde a fuentes móviles en Chile: Evaluación de impacto	196
	<b>Recuadro 4.7.</b> Combustibles alternativos	214
	<b>Recuadro 4.8.</b> Regulación sobre tarificación de la infraestructura vial: Directiva Eurovignette	216
	<b>Recuadro 4.9.</b> Instrumentación de etiqueta de eficiencia energética y Centro de Control y Certificación Vehicular (3CV) de Chile	218

# Índice de recuadros

	<b>Recuadro 4.10.</b> Evaluación de nuevas tecnologías mediante LCA	228
	<b>Recuadro 4.11.</b> Ejemplos de instrumentos utilizados para promover el desarrollo de SAF	266
	<b>Recuadro 4.12.</b> Guía para la adaptación y resiliencia del sector aéreo de la OACI	276
<b>Cap.5.</b>	<b>Recuadro 5.1.</b> Bonos verdes de transporte en ALC	299
	<b>Recuadro 5.2.</b> Medidas de adaptación planificadas en el transporte urbano en ALC	309
	<b>Recuadro 5.3.</b> Descarbonización del transporte público en la región: priorización, metas e instrumentos	312
	<b>Recuadro 5.4.</b> Política de electromovilidad en Colombia: Articulación de visión, planificación e instrumentos de política	320
	<b>Recuadro 5.5.</b> Guatemala: Uso de piloto para definir normativa de biocombustibles y estimar potencial de reducción de emisiones de CO <sub>2</sub> en el sector transporte	322
	<b>Recuadro 5.6.</b> Sistemas de bicicletas públicas en ALC	323
	<b>Recuadro 5.7.</b> Promoviendo la electrificación del transporte público en Bogotá	327
	<b>Recuadro 5.8.</b> Analizando la resiliencia de la red vial en ALC	332
	<b>Recuadro 5.9.</b> Incorporando la resiliencia en las Asociaciones Público-Privadas (APP) de transporte en Colombia	337
	<b>Recuadro 5.10.</b> Iniciativas de eco-conducción en la región	338
	<b>Recuadro 5.11.</b> Innovación en pavimentos	340
	<b>Recuadro 5.12.</b> La importancia de una adecuada gestión de activos viales	341



# Abreviaciones

<b>ACA</b>	Airport Carbon Accreditation
<b>ACI</b>	Consejo Internacional de Aeropuertos
<b>ACI-LAC</b>	Airports Council International – Latin America & the Caribbean
<b>ADCOM</b>	Comunicaciones de Adaptación
<b>ALC</b>	América Latina y el Caribe
<b>APP</b>	Asociaciones Público-Privadas
<b>BC</b>	Carbón Negro u Hollín
<b>BCSD</b>	Método de Corrección de Sesgo y Desagregación Espacial
<b>BEV</b>	Battery Electric Vehicle
<b>BID</b>	Banco Interamericano de Desarrollo
<b>BRT</b>	Sistema de Autobús de Tránsito Rápido
<b>CBI</b>	Climate Bonds Initiative
<b>CC</b>	Cambio Climático
<b>CITEPA</b>	Centro Técnico Interprofesional de Estudios sobre la Contaminación Atmosférica
<b>CMNUCC</b>	Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático
<b>CO</b>	Monóxido de Carbono
<b>CO2</b>	Dióxido de Carbono
<b>CORSIA</b>	Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation
<b>CSO</b>	Chief Sustainability Officer
<b>CTF</b>	Fondo de Tecnología Limpia
<b>EEDI</b>	Índice de Diseño de Eficiencia Energética
<b>EPOC</b>	Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica



<b>ESG</b>	Criterios Ambientales, Sociales y de Gobernanza
<b>ESI</b>	Environmental Ship Index
<b>ETS</b>	Sistema de Comercio de Emisiones
<b>GCF</b>	Fondo Verde para el Clima
<b>GEF</b>	Fondo para el Medio Ambiente Mundial
<b>GEI</b>	Gases de Efecto Invernadero
<b>GtCO<sub>2</sub></b>	Gigatoneladas de Dióxido de Carbono
<b>HC</b>	Hidrocarburos no Metánicos
<b>I+D</b>	Investigación y Desarrollo
<b>IA</b>	Inteligencia Artificial
<b>IAPH</b>	International Association of Port Harbours
<b>IDEAM</b>	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
<b>IDF</b>	Intensidad-Duración-Frecuencia
<b>IKI</b>	International Climate Initiative
<b>INDC</b>	Intended Nationally Determined Contributions
<b>IPCC</b>	Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático
<b>IRF</b>	International Road Federation
<b>ITF</b>	International Transport Forum
<b>ITS</b>	Sistemas Inteligentes de Transporte
<b>LCA</b>	Análisis de Ciclo de Vida
<b>LEZ</b>	Zonas de Bajas Emisiones
<b>LT-LEDS</b>	Estrategias a Largo Plazo para un Desarrollo Bajo en Emisiones
<b>MaaS</b>	Movilidad como un Servicio
<b>MCG</b>	Modelos de Circulación General
<b>MIPyME</b>	Micro, Pequeñas y Medianas Empresas
<b>MtCO<sub>2</sub></b>	Millones de Toneladas de Dióxido de Carbono
<b>MtCO<sub>2</sub>eq</b>	Millones de Toneladas de Dióxido de Carbono Equivalente



<b>NAMAs</b>	Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación
<b>NAPAs</b>	Programas de Acción de Adaptación Nacional
<b>NAPs</b>	Planes Nacionales de Adaptación
<b>NDCs</b>	Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional
<b>NFU</b>	Neumáticos Fuera de Uso
<b>NO2</b>	Dióxido de Nitrógeno
<b>NOx</b>	Óxidos de Nitrógeno
<b>OACI</b>	Organización de Aviación Civil Internacional
<b>OCDE</b>	Organización para la Cooperación y Desarrollo Economico
<b>ODS</b>	Objetivos de Desarrollo Sostenible
<b>OIT</b>	Organización Internacional del Trabajo
<b>OMI</b>	Organización Marítima Internacional
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud
<b>PHEV</b>	Plug-in Hybrid Electric Vehicle
<b>PIANC</b>	Asociación de Infraestructura de Transporte Acuático
<b>PIB</b>	Producto Interno Bruto
<b>PKM</b>	Pasajero-kilómetro
<b>PM</b>	Material Particulado
<b>PMR</b>	Asociación para la Preparación de Mercados
<b>PPCR</b>	Programa Piloto para la Resiliencia Climática
<b>RCP</b>	Trayectorias de Concentración Representativas
<b>RENAMI</b>	Registro Nacional de Medidas de Mitigación
<b>SAF</b>	Combustibles Sostenibles de Aviación
<b>SBN</b>	Soluciones Basadas en la Naturaleza
<b>SBS</b>	Mezcla Asfáltica Modificada con Polímeros
<b>SEEMP</b>	Plan de Manejo de Eficiencia Energética en Buques
<b>SIAT-NDC</b>	Sistema de Información de los Avances en Transversalidad



<b>SIDS</b>	Pequeños Estados Insulares en Desarrollo
<b>SIIVRA</b>	Sistema Integrador de Información sobre Vulnerabilidad, Riesgo y Adaptación
<b>SINAMECC</b>	Sistema Nacional de Métrica de Cambio Climático
<b>SOE</b>	Empresas de Propiedad Estatal
<b>SREP</b>	Expansión del Programa de Energía Renovable para Países de Bajos Ingresos
<b>SSP</b>	Trayectorias Socioeconómicas Compartidas
<b>SUMP</b>	Planes Sostenibles de Movilidad Urbana
<b>Tasmax</b>	Temperatura máxima diaria
<b>TCFD</b>	Grupo de Trabajo en Divulgación de Información Financiera Relacionada con el Clima
<b>TfL</b>	Transport for London
<b>TIC</b>	Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
<b>TKM</b>	Tonelada-kilómetro
<b>TOD</b>	Desarrollo Orientado al Transporte
<b>TTW</b>	Tank to Wheel
<b>UE</b>	Unión Europea
<b>UITP</b>	Unión Internacional de Transporte Público
<b>WTT</b>	Well to Tank
<b>WWF</b>	Fondo Mundial para la Naturaleza



## Agradecimientos

Este estudio contó con la valiosa colaboración del International Transport Forum (ITF) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), la International Association of Public Transport (UITP), la International Road Federation (IRF), la International Association of Port and Harbors (IAPH), el Foro Económico Mundial (FEM) y Airports Council International - Latin America & Caribbean (ACI-LAC). Los autores agradecen a los participantes de las entrevistas y mesas redondas organizadas por estas instituciones, que contaron con la presencia de autoridades de gobierno, empresas privadas y academia, para validar las buenas prácticas identificadas y la hoja de ruta propuesta.

Este trabajo no hubiera sido posible sin la excelente asistencia de investigación de Vileydy González, Cindy Leal y Dickel Schweitzer. Los autores agradecen los destacados insumos provistos por Adrien Vogt-Schilb e Hipólito Talbot-Wright sobre biocombustibles; Alejandra Caldo y Adriana Calle sobre nuevas tecnologías; Claudia Díaz sobre seguridad vial; Christopher Persaud y Lynn Scholl sobre adaptación de infraestructura en el Caribe; Cristián Navas sobre movilidad sostenible y gestión de demanda en Chile; Jean-Pol Armijos sobre resiliencia de la infraestructura en Ecuador; Mauricio Bayona sobre el Canal de Panamá; Natalia Ariza sobre movilidad eléctrica y adaptación de la infraestructura en Colombia; Paula Castillo sobre financiamiento privado para impulsar la movilidad eléctrica; Paula Cruz sobre nuevos materiales de construcción e Hidrovía Paraná-Paraguay; Rafael Poveda sobre transporte aéreo en Bolivia; René Cortés sobre movilidad eléctrica en Guatemala; Raúl Rodríguez sobre movilidad eléctrica en la región y a todos los especialistas de la División de Transporte del BID que colaboraron con la elaboración de las fichas por país.

Los autores agradecen los valiosos comentarios del Prof. Juan Pablo Bocarejo, quien ofició como revisor externo de esta publicación; de Tomás Serebrisky, Ana María Pinto, Esteban Diez-Roux, Alfred Grunwaldt, Lynn Scholl, Ernesto Montero, Claudia Díaz, Roberto Aiello, Reinaldo Fioravanti, Manuel Rodríguez, Raúl Rodríguez, Alejandra Caldo y Cristián Navas del BID; de los especialistas de las áreas de energía, cambio climático y riesgos del BID y de BID Invest que participaron en las mesas de trabajo durante la preparación de este estudio; Stephen Perkins y John Pitchard de ITF; Jamie Wylie y Thibault Villien De Gabiole de FEM; Dionisio González, Arthur Cormier y miembros de UITP; y Gonzalo Alcaraz de IRF. La edición gráfica estuvo a cargo de Cleiman.





## Resumen ejecutivo

**El sector transporte cumple un rol clave en el desarrollo socioeconómico al permitir el movimiento de personas y mercancías.** El transporte impacta directa e indirectamente en el desarrollo socioeconómico a través de diferentes canales, que incluyen desde los costos logísticos que enfrentan las firmas al transportar sus mercancías, hasta el efecto en la calidad de vida para los usuarios del transporte público, si disponen de servicios eficientes y de calidad. El transporte influye en 76 metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), distribuidas en 17 ODS (45%) (UNOPS et al., 2021). En particular, es un catalizador para mejorar la inclusión social y la equidad en la región, permitiendo el acceso de poblaciones vulnerables a oportunidades de trabajo, salud y educación, contribuyendo así a romper con el círculo de pobreza y desigualdad (Scholl et al., 2022). Por su parte, la inversión en infraestructura, con sus efectos positivos en empleo, accesibilidad y desarrollo económico, es clave para alcanzar los ODS. En este sentido, se espera que si América Latina y el Caribe (ALC) invierte anualmente el 1,4% de su Producto Interno Bruto (PIB) hasta 2030, podrá cerrar sus brechas en infraestructura vial, aeropuertos y transporte público y avanzar en el cumplimiento de tales objetivos (Brichetti et al., 2021).

**El transporte desempeña un doble papel en el Cambio Climático (CC)** (véase Capítulo 1). Por un lado, con el 25% de las emisiones a nivel mundial, el transporte es el segundo mayor contribuyente de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) derivado de la quema de combustible, por detrás de la generación de electricidad y calefacción (Figura R.1.a). A su vez, el volumen de emisiones del sector se ha incrementado significativamente en las últimas décadas, pasando de 4,6 Gigatoneladas de dióxido de carbono (GtCO<sub>2</sub>) en 1990 a 8,3 GtCO<sub>2</sub> en 2019 (Figura R.1.b). Asimismo, las emisiones en el sector empeoran la calidad del aire, generando impactos negativos significativos en la salud. Por otro lado, el sector transporte es altamente vulnerable a los efectos del CC. El incremento en la intensidad y frecuencia de los eventos climáticos extremos genera daños en las infraestructuras de transporte e interrupciones en los servicios provistos, lo que se traduce en mayores costos económicos y sociales.

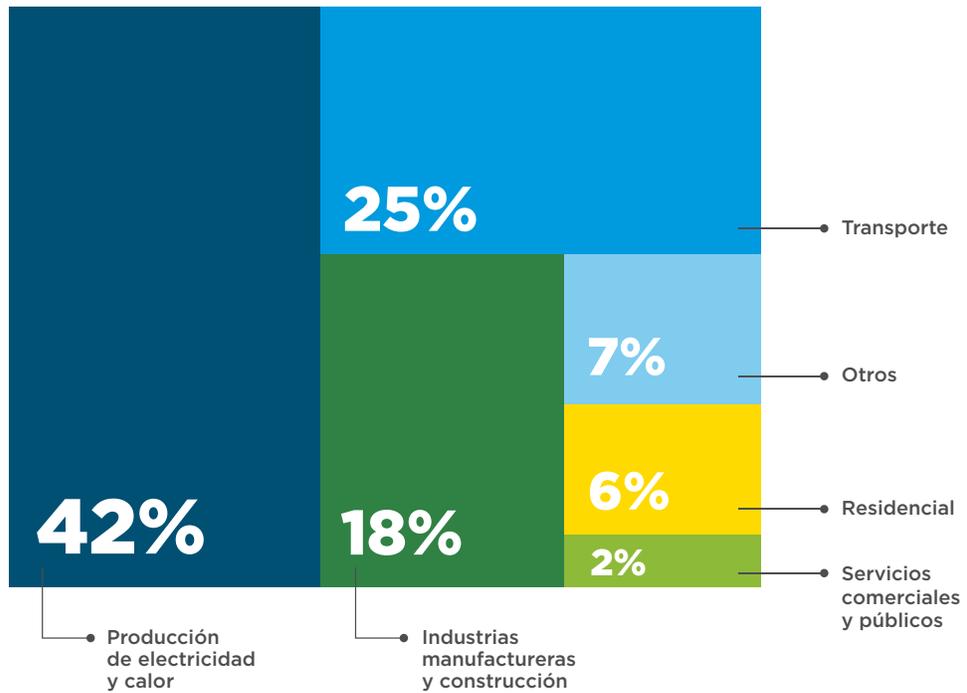


FIGURA R.1.

Emisiones mundiales de CO2 derivadas de la quema de combustible por sector en 1990, 2000, 2010 y 2019

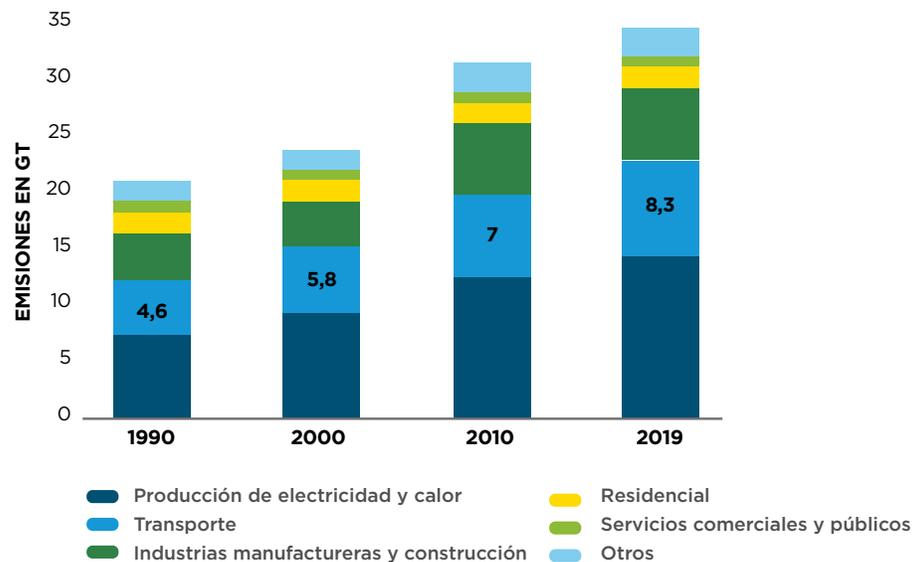
R.1.a

Participación (2019)



R.1.b

Emisiones totales (1990-2019)



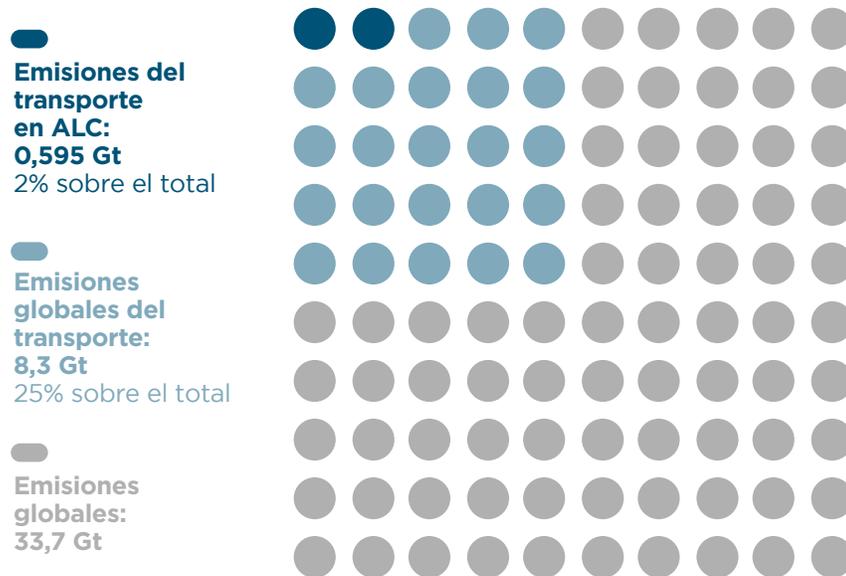
Fuente: Elaboración propia con datos de IEA (2022f).

Nota: Emisiones del sector transporte incluyen emisiones procedentes de los búnkeres marítimos y de aviación (combustible consumido en transporte internacional).

A nivel mundial, los países de ALC tienen una participación reducida sobre el total de emisiones de CO<sub>2</sub> del sector transporte. La región representa el 9% de las emisiones globales del transporte (2% si se consideran las emisiones de todos los sectores, Figura R.2.), frente al 32% de Asia Pacífico y el 28% de Norteamérica. Per cápita, el promedio de emisiones de CO<sub>2</sub> de ALC se ubicó en 0,95 toneladas en 2019, por encima de China y levemente por encima del promedio global (0,9 toneladas per cápita), pero muy por debajo del promedio de países de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) y de Estados Unidos, que alcanzaron valores de 2,6 y 5,4 toneladas per cápita, respectivamente. Ahora bien, en consonancia con la evolución global, las emisiones del transporte en la región han venido en aumento, alcanzando valores de 595 millones de toneladas de dióxido de carbono (MtCO<sub>2</sub>) en 2019, frente a 281 MtCO<sub>2</sub> en 1990. Asimismo, la participación de la región en el total global pasó de 7% a 9% entre 1990 y 2019, mientras Norteamérica y Europa presentaron disminuciones significativas (-11 y -7, puntos porcentuales, respectivamente) (Figura R.3.). Sin embargo, cabe destacar que ALC está lejos de los niveles de crecimiento verificados en Asia Pacífico, región que duplicó su participación mundial en tres décadas.

FIGURA R.2.

#### Participación del sector transporte de ALC y del sector transporte global dentro de las emisiones globales de CO<sub>2</sub> (2019)



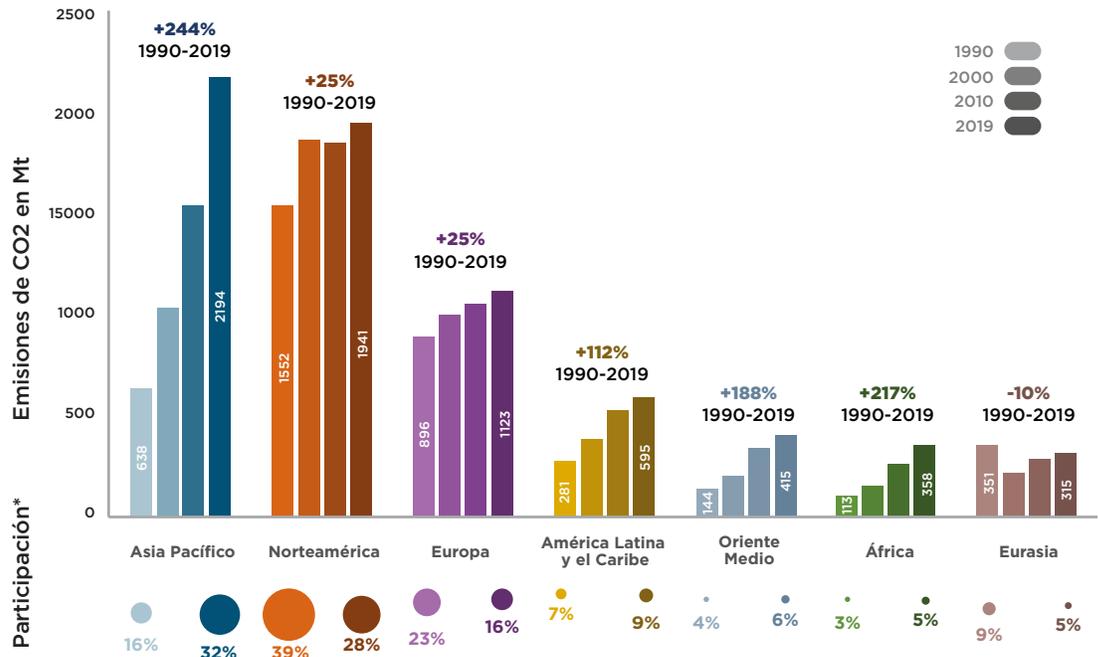
**Fuente:** Elaboración propia con datos de IEA (2022f).

**Nota:** El valor regional de ALC no incluye emisiones de búnkeres marítimos y de aviación, ni el transporte por tubería.



FIGURA R.3.

Emissiones históricas del sector transporte por región (1990-2019)



Fuente: Elaboración propia con datos de IEA (2022g, 2022f, 2022e).

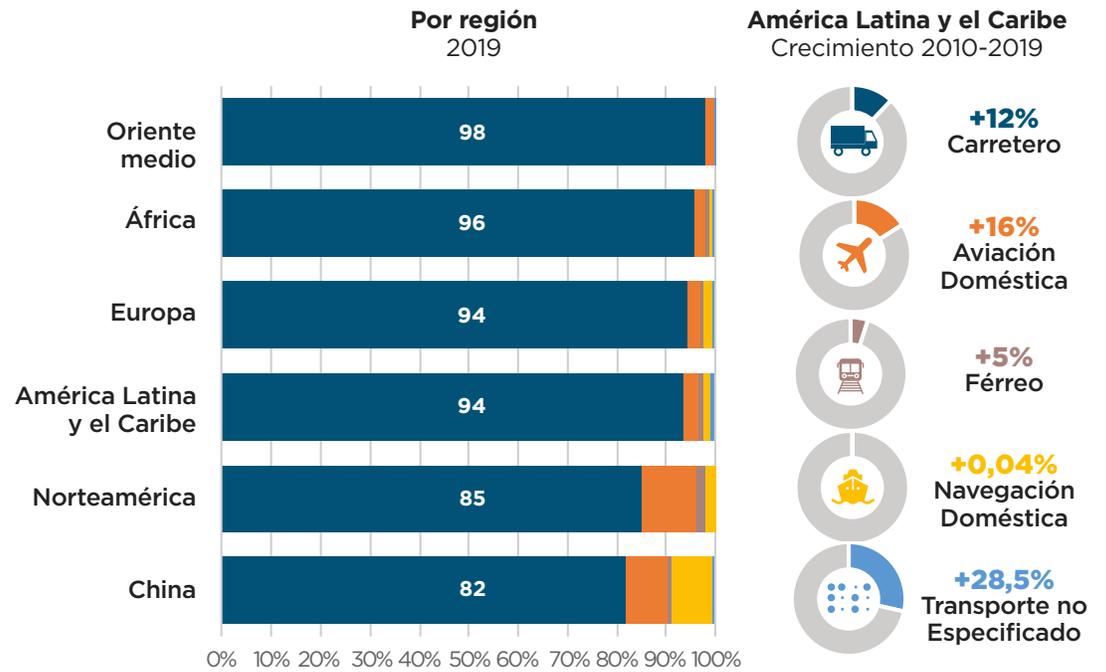
Nota: Datos en millones de toneladas de CO<sub>2</sub> - MtCO<sub>2</sub>. No se incluyen emisiones de búnkeres marítimos y de aviación al no poder ser asignados a nivel nacional o regional (1,3 GtCO<sub>2</sub> del total de 8,3 GtCO<sub>2</sub> de emisiones globales del sector transporte en 2019). La clasificación de los países en las regiones se hizo conforme a IEA (2023c), salvo México, que se clasificó en ALC, por lo que Norteamérica incluye en el gráfico solamente a Canadá y Estados Unidos.

El sector transporte es la mayor fuente de emisiones de CO<sub>2</sub> en la región, representando el 40% de las emisiones totales. El modo carretero es el principal contribuyente de las emisiones del transporte, ascendiendo al 92% del total del sector. La aviación doméstica contribuye con el 4%, la navegación doméstica con el 2% y el modo férreo con el 1% (Figura R.4.). La mayor parte de las emisiones proviene del transporte de pasajeros, con el 56% de las emisiones del sector. De estas, el 46% proviene del transporte terrestre y el 9% del transporte aéreo (Figura R.5.).



FIGURA R.4.

Distribución de emisiones de CO<sub>2</sub> por modo de transporte según región y evolución por modo de transporte para ALC

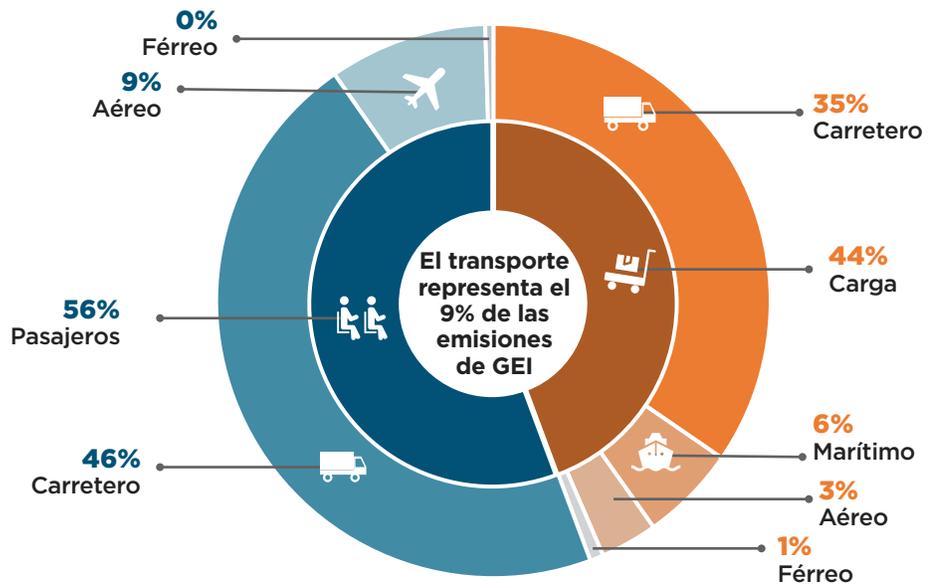


Fuente: Elaboración propia con datos de IEA (2022g, 2022f, 2022e).

Nota: El análisis por regiones y modo no incluye emisiones de búnkeres marítimos y de aviación, ni el transporte por tubería.

FIGURA R.5.

## Emisiones por modo de transporte en ALC (2019)



**Fuente:** Elaboración propia con datos proyectados de ITF (2023a).

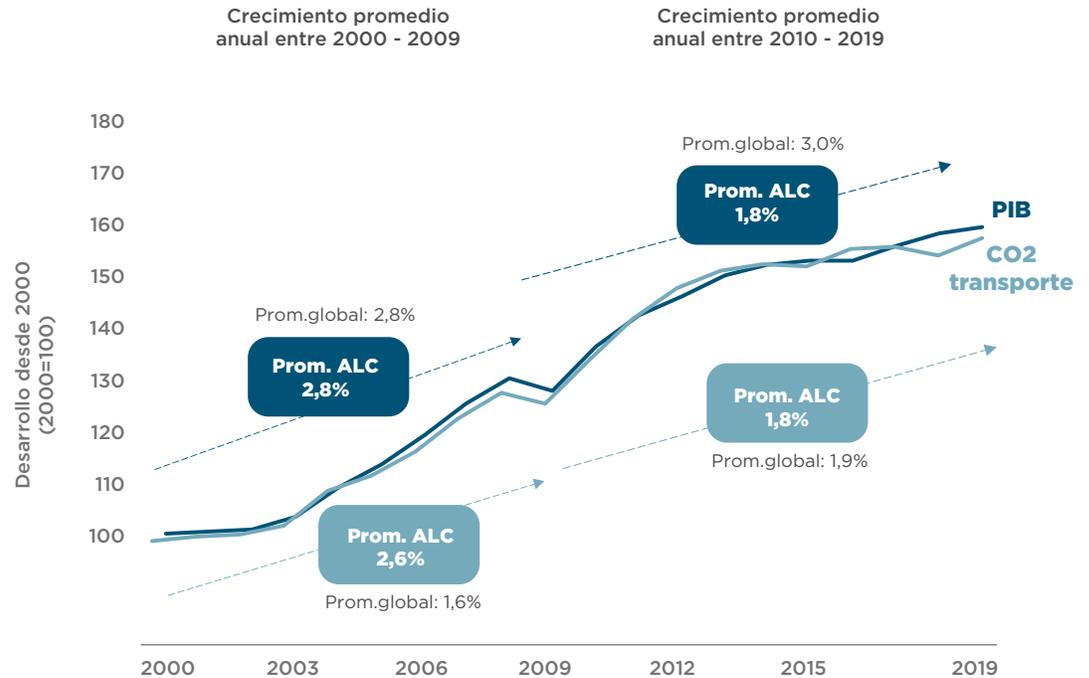
**Nota:** Las emisiones corresponden a *Tank-to-wheel*. El transporte de carga aéreo no contabiliza la carga que se transporta en los aviones de pasajeros.

**En la región existe un acoplamiento entre crecimiento económico y emisiones de CO<sub>2</sub> del transporte.** En el período 2000-2009, el crecimiento promedio anual del PIB en ALC fue de 2,8%, mientras que las emisiones del transporte aumentaron en 2,6%. Del mismo modo, en el período 2010-2019 se registró un aumento promedio de 1,8% tanto del PIB como de las emisiones del transporte (Figura R.6.). El transporte carretero fue el principal generador de estas emisiones. Este acoplamiento presenta un importante desafío para la región y, en general, para los países en desarrollo. Las economías avanzadas crecieron sobre la base de un modelo intensivo en carbono (Awaworyi Churchill et al., 2021). En cambio, los países en desarrollo enfrentan el desafío de impulsar el crecimiento en el contexto del CC. Así, la cuestión es cómo conciliar el crecimiento económico con la transición energética.



FIGURA R.6.

### Acoplamiento entre emisiones de CO2 del sector transporte y PIB para ALC (2000-2019)



**Fuente:** Elaboración propia con base en SLOCAT (2021b), IEA (2022g) y Banco Mundial (2023).

**Nota:** Los países analizados para ALC son: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Surinam, Trinidad y Tobago y Uruguay. Venezuela no se incluye por la falta de disponibilidad de datos del PIB en este periodo. Los promedios globales consideran a todos los países, incluyendo a ALC.

El Acuerdo de París reconoce la necesidad de una transición justa, señalando que debe tenerse en cuenta el contexto económico, social y medioambiental de cada país, y haciendo énfasis en la adopción de un enfoque gradual para los países en desarrollo. Con el fin de luchar contra la amenaza que supone el CC para la vida, 196 países suscribieron el Acuerdo de París en 2015, en el contexto del Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). Este es un acuerdo vinculante que reúne esfuerzos conjuntos de las naciones firmantes para limitar el calentamiento global por debajo de los 2 grados Celsius -preferiblemente 1,5 grados Celsius- en comparación con los niveles preindustriales (UNFCCC, 2022). La transición justa en el marco del Acuerdo de París implica reconocer que no todos los países deben caminar al mismo ritmo en la descarbonización de sus economías. Los países con mayor nivel de emisiones y mayor disponibilidad de recursos deben tener mayor responsabilidad en acelerar la transición. En efecto, el 1% más rico



del mundo es responsable del 17% de las emisiones globales de CO<sub>2</sub>; el 9% siguiente representa el 31,8%; la franja del 40% ubicada en el medio es asimismo responsable del 40% de las emisiones; y el 50% más pobre representa apenas el 12% (UNCTAD, 2022a). Así, las economías avanzadas deben comenzar por realizar el mayor esfuerzo hacia 2030, permitiendo a los países en desarrollo transitar gradualmente hacia un modelo de crecimiento bajo en carbono. Con la dilación correspondiente, este patrón también debería replicarse a nivel regional: dado que las economías relativamente más ricas son responsables de la mayoría de las emisiones de la región, se espera que ellas lideren las mayores reducciones de emisiones en ALC.

**La región necesita invertir más y mejor en infraestructura para cerrar la brecha de desarrollo y alcanzar los ODS.** Los ODS establecen un marco para avanzar hacia sistemas de transporte sostenible. El transporte contribuye directamente a cinco objetivos relacionados a la seguridad vial (meta 3.6), la eficiencia energética (ODS 7.3), la infraestructura sostenible (meta 9.1), el acceso urbano (meta 11.2) y los subsidios a los combustibles fósiles (meta 12.c). Además, el transporte contribuye indirectamente a los ODS de productividad agrícola (meta 2.3), contaminación atmosférica (meta 3.9), acceso al agua potable (meta 6.1), ciudades sostenibles (meta 11.6), reducción de pérdida de alimentos (meta 12.3), y adaptación y mitigación al CC (metas 13.1 y 13.2) (SLOCAT, 2023). En efecto, la infraestructura y los servicios de transporte son clave para la construcción de sociedades más inclusivas y sostenibles (Serebrisky et al., 2020). En ALC, los sistemas masivos de transporte público incrementan el acceso a empleo y educación, a la vez que la inversión en infraestructura carretera reduce los tiempos de viaje y los costos de transporte de bienes e insumos, aumenta la productividad, mejora el acceso a mercados, crea empleo e incrementa los ingresos de la población beneficiada por las inversiones, contribuyendo a disminuir la pobreza. Para generar estos beneficios, a la vez que la región cumple con sus metas de reducción de emisiones en un contexto de transición justa, será crítico incrementar las inversiones, mejorar la eficiencia del gasto y aumentar la participación privada en el sector.

**La crisis climática brinda la oportunidad de apostar por un nuevo modelo de transporte, que esté al servicio de mejorar la equidad y la calidad de vida de los ciudadanos.** Para ello se requiere contar con una visión sistémica de cambio, donde no solo se apunte a reemplazar los combustibles fósiles por la energía eléctrica, sino que el objetivo sea lograr un transporte más sostenible, eficiente, seguro e inclusivo, que provea acceso a oportunidades a todos por igual (Figura R.7). Con este propósito, es fundamental cambiar la forma en la que se

mueven las personas y las mercancías, sobre la base de estrategias particulares para cada modo de transporte, coordinación de acciones en otras áreas de gobierno y bajo el paraguas de un plan nacional que establezca la visión y los lineamientos generales para el sector.

FIGURA R.7.

**Transporte y cambio climático: Una visión sistémica**



**Fuente:** Elaboración propia.

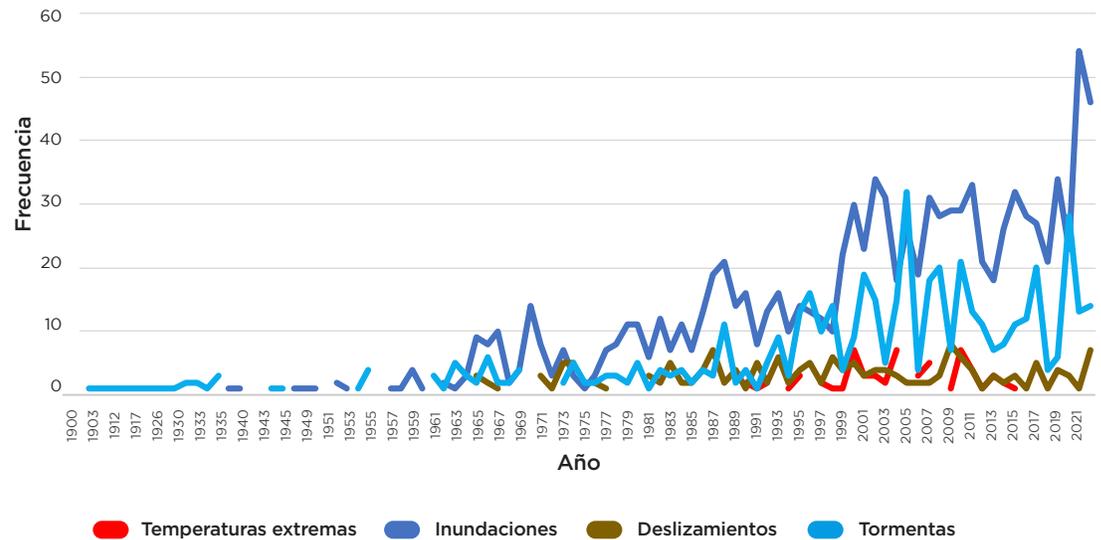
**Nota:** Se consideran los subsectores de transporte más relevantes para la región.

**La visión sistémica también implica reforzar la resiliencia climática del transporte.** La región se ve afectada significativamente por los efectos negativos del CC (IEA, 2022g; IPCC, 2014a). La temperatura promedio en la región pasó de aumentar 0,1°C por década entre 1961 y 1990, a crecer 0,2°C por década entre 1991 y 2021, mientras que el nivel medio del mar está creciendo a tasas superiores a la media global (WMO, 2022). Por su parte, ALC experimenta cada vez más desastres naturales (Figura R.8), con países como Brasil, Colombia, México, Perú, Argentina y Haití concentrando la mayor frecuencia de los mismos. El impacto de eventos climáticos extremos en los sistemas de transporte está generando enormes pérdidas para la región, especialmente en los países de menores ingresos y a las poblaciones vulnerables quienes, a su vez, tienen mayor dificultad para recuperarse.



El sector transporte es la mayor fuente de emisiones de CO2 en la región, representando el 40% de las emisiones totales. El modo carretero alcanza el 92% de tales emisiones, la aviación doméstica el 4%, la navegación doméstica el 2% y el modo férreo el 1%.

FIGURA R.8.

**Evolución histórica de la frecuencia anual de inundaciones, tormentas, deslizamientos y temperaturas extremas en ALC (1900-2021)**

Fuente: Elaboración propia con datos sobre desastres naturales de EM-DAT (2023).

**Esta situación se agravará de no tomar medidas decisivas** (véase Capítulo 2). Según estimaciones propias, en transporte aéreo la exposición de aeropuertos a incrementos del nivel del mar podría afectar las actividades turísticas y la conectividad misma de ciertas zonas, especialmente en los países insulares. En el transporte marítimo, el potencial aumento del nivel del mar afectaría a puertos clave en la red marítima regional, como los puertos de Panamá y Cartagena. Asimismo, impactaría en la mayoría de los puertos de Centroamérica, con un riesgo importante para las actividades económicas de esta subregión. La infraestructura vial de los países de menor ingreso estará especialmente expuesta a incrementos extremos de temperatura, con su consiguiente impacto en las necesidades de inversión frente a presupuestos muy limitados. Por su parte, las precipitaciones extremas serán los factores de mayor preocupación para la red de carreteras de América del Sur, donde se proyecta que más del 45% de la red vial en varios países experimente incrementos muy altos en el valor máximo de precipitación acumulada durante cinco días consecutivos.

**En el escenario de “business as usual”, las emisiones del sector se incrementarán significativamente.** No tomar medidas decisivas para descarbonizar el transporte en ALC tendrá como consecuencia un incremento



de las emisiones del sector en torno al 17% para 2050 respecto a 2019, muy lejos de los niveles requeridos para lograr el objetivo del Acuerdo de París. El transporte de mercancías tendría los mayores incrementos. En efecto, el transporte carretero interurbano crecería en torno al 23%, producto del aumento de la actividad económica. De la misma manera, a nivel urbano, el transporte de carga sería el mayor emisor de CO<sub>2</sub>, con un incremento de 40% entre 2019 y 2050. Contrariamente, cumplir con el objetivo del Acuerdo de París requiere que ALC reduzca las emisiones del transporte en 47% a 2050, respecto a los niveles de 2019.

**Los próximos dos años serán clave para catalizar el cambio sistémico.** Es tiempo de actuar. Los desafíos que presenta el CC para la supervivencia de la humanidad requieren que la lucha contra éste sea un pilar incuestionable de la política pública en la región. Son cuatro las áreas de acción para los países de ALC a fin de generar un *big push* que les permita avanzar en la descarbonización y la resiliencia climática del sector: (i) identificar a la descarbonización y la resiliencia climática como prioridades del sector, dentro de una visión de transporte eficiente, inclusivo y sostenible; (ii) desarrollar los instrumentos de política que permitan materializar estos objetivos; (iii) adecuar las instituciones para hacer frente a esta tarea; y (iv) generar alianzas estratégicas con agencias de gobierno y con los sectores privado, académico y de la sociedad civil. En el corto plazo, se requiere establecer a la descarbonización y la resiliencia climática como pilares de política pública en transporte y desarrollar el marco normativo habilitador para la transición. En el mediano plazo deben estar implementadas las políticas y programas que permitan el escalamiento de las medidas y, en el largo plazo, debe lograrse la carbono-neutralidad y el fortalecimiento de la resiliencia climática del sector (Figura R.9). En el contexto de una visión de cambio sistémico del transporte, las acciones necesarias para avanzar en la descarbonización y resiliencia climática del transporte pueden contribuir a dar respuesta a los problemas estructurales que enfrenta la región en términos de equidad, seguridad vial y sostenibilidad del sector. En este sentido, ALC debe comenzar a actuar ya e ir avanzando hacia sistemas de transporte sostenibles, a la vez de beneficiarse en forma paralela de los avances desarrollados por los países referentes en términos de mitigación y adaptación del sector.

FIGURA R.9.

**Definición de principales metas de descarbonización y adaptación del transporte al cambio climático en la región**

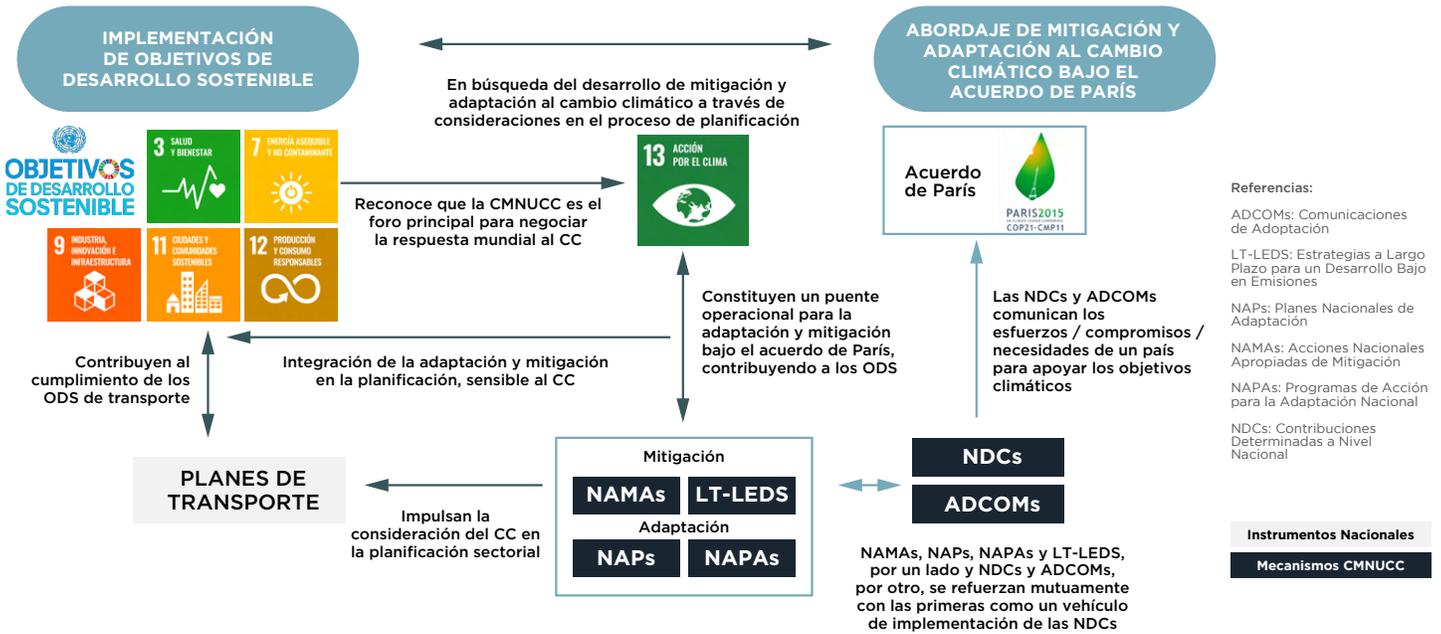
Fuente: Elaboración propia.

A nivel internacional se disponen de diferentes mecanismos de priorización y planificación dentro del CMNUCC (véase Capítulo 3). Bajo el Acuerdo de París, las partes deben presentar Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDCs, por sus siglas en inglés), que reúnen los objetivos y acciones que realizarán para reducir sus emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Adicionalmente, el CMNUCC incluye diferentes mecanismos para que los países comuniquen sus medidas y metas de mitigación y adaptación al CC, principalmente las Estrategias a Largo Plazo para un Desarrollo Bajo en Emisiones (LT-LEDS, por sus siglas en inglés), los Planes Nacionales de Adaptación (NAPs, por sus siglas en inglés), las Comunicaciones de Adaptación (ADCOM, por sus siglas en inglés), los Programas de Acción de Adaptación Nacional (NAPAs, por sus siglas en inglés) y Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMAs, por sus siglas en inglés). Estos mecanismos son coherentes entre sí y se interrelacionan (Figura R.10). Así, por ejemplo, los ejercicios de modelización de las LT-LEDS proporcionan información valiosa sobre las opciones e incertidumbres a corto y mediano plazo, que apoyan el proceso de formulación de las NDCs. Por su parte, las NAMAs permiten desagregar los objetivos nacionales de las NDCs a nivel sectorial, establecer sistemas de monitoreo y verificación y facilitar la movilización de financiación para la aplicación de las NDCs. Por otro lado, los NAPs presentan prioridades y metas sectoriales o territoriales en materia de adaptación, y las ADCOMs se utilizan como instrumentos para reportar las necesidades de apoyo en la implementación de las acciones priorizadas y los avances específicos a la fecha.



FIGURA R.10.

Interacciones entre los mecanismos previstos por el CMNUCC



Fuente: Elaboración propia con base en NDC Partnership (2023).

Si bien el transporte se encuentra mencionado en 19 de las 26 NDCs de los países de ALC, solo dos establecen metas de reducción de emisiones. Respecto a las medidas propuestas, la mayoría pertenecen al pilar “mejorar” dentro del modelo “Evitar-Cambiar-Mejorar”, con especial foco en la promoción de la electromovilidad. El transporte de mercancías y la adaptación al CC son escasamente mencionados en las NDCs, y falta información y sistemas de monitoreo para el cumplimiento de metas. Asimismo, no siempre se verifica la integración de las metas de las NDCs a las políticas y planes nacionales. Esta ausencia sugiere, por un lado, que la traducción de los objetivos de largo plazo en acciones no está planificada ni presupuestada en la política local y, por otro, cierta falta de coordinación entre las agencias involucradas en la elaboración de la NDC y las agencias con mandato sectorial.

Existe heterogeneidad en la utilización de los demás mecanismos previstos por el CMNUCC. Siete países de ALC poseen LT-LEDS, sobre 58 a nivel mundial. La mayor parte de las medidas para el transporte corresponden al ámbito de “cambiar”, promoviendo la mejora del transporte público y la movilidad activa. Al igual que en las NDCs, la atención al transporte de mercancías y a la adaptación al CC es muy limitada. Nueve países de ALC



cuentan con NAPs, sobre 45 disponibles a nivel mundial. En ellos se destaca el llamado a generar información y contar con sistemas de alerta temprana, reforzar la colaboración interinstitucional y con autoridades locales, realizar campañas de concientización y promover la innovación. Sin embargo, falta identificar claramente qué entidades son responsables de la implementación de las acciones y qué entidades colaboran en ello, cuáles son los indicadores de cumplimiento y cuáles las fuentes de financiamiento. Solamente Haití tiene un NAPA y en él no se hace referencia al transporte. Finalmente, en la región existen diversas NAMAs relacionadas con el sector donde se establecen acciones para la movilidad urbana principalmente. Dada la característica no vinculante de estos mecanismos, es clave incluirlos en los instrumentos de planificación nacionales.

**Las acciones implementadas por los países referentes brindan buenas prácticas y lecciones para generar un marco de políticas coherente, que incentive la descarbonización y la resiliencia climática del transporte en ALC** (véase Capítulo 4). Todos los países referentes cuentan con un conjunto de planes que ponen a la lucha contra el CC como uno de los principales desafíos del sector. Unido a la lucha contra el CC, en los planes se mencionan objetivos adicionales como: (i) posicionarse como *first movers* en la transición; (ii) mitigar el impacto económico de la transición energética en sectores clave para la economía, como la industria automotriz, la marítima o la aérea; (iii) atraer inversiones y generar empleos verdes que compensen por los que puedan perderse en la transición; (iv) liderar el establecimiento de estándares a nivel mundial; y (v) mejorar la calidad de vida vía reducción de las emisiones locales y de la contaminación ambiental. A la vez, todos los países referentes mencionan a la adaptación al CC dentro de los retos más importantes del sector y poseen estrategias sectoriales y subsectoriales, nacionales y locales al respecto.

**A nivel nacional y local, identificar a la descarbonización y la resiliencia climática como prioridades del sector requiere introducir cambios en los instrumentos de planificación.** El documento principal para hacerlo es el Plan Nacional de Transporte o similar, donde debe reconocerse la importancia de estos aspectos para el futuro del transporte, en todos sus modos, así como para el logro de los objetivos del Acuerdo de París y la promoción de un modelo de desarrollo amigable con el medioambiente. En el Plan debe establecerse la visión sobre la cual generar posteriormente planes e instrumentos específicos para diferentes modos de transporte o subsectores. Esto debe ser realizado por la autoridad a cargo del sector, en coordinación

con las autoridades medioambientales y de energía. La coordinación resulta fundamental dada la interconexión entre la descarbonización del transporte y la transformación energética. Asimismo, las prioridades deben ser consistentes con las metas establecidas en las NDCs del país. Las prioridades a ser identificadas en el Plan pueden resumirse según lo indicado en la Figura R.11.

FIGURA R.11.

### Prioridades estratégicas en la planificación para la descarbonización y adaptación al CC del sector transporte

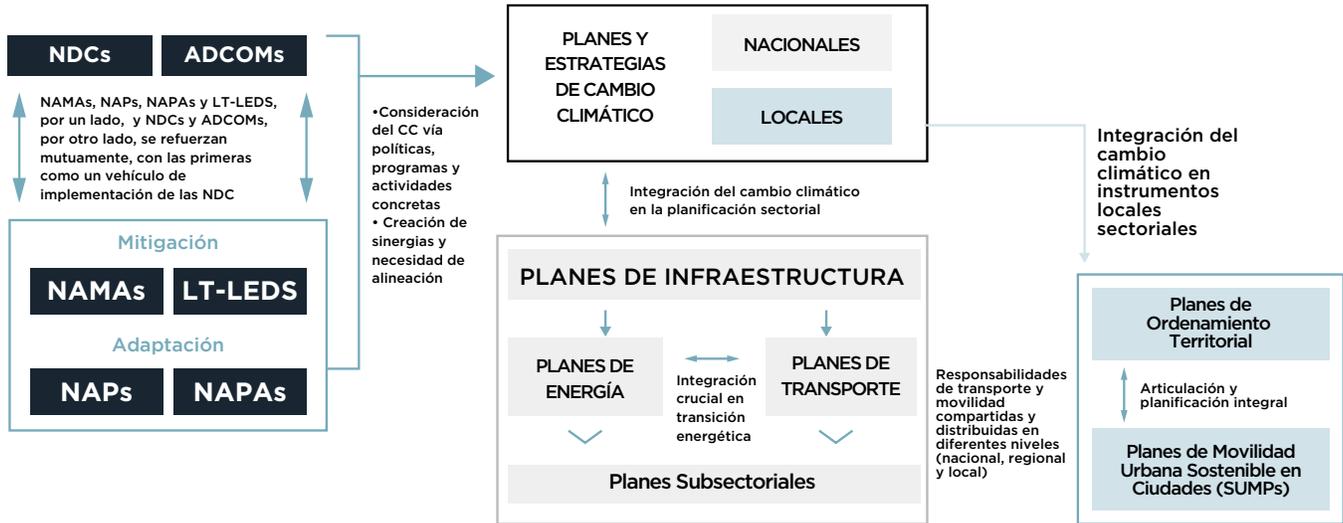
<p><b>Promover la movilidad sostenible</b> </p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Apoyar la transición a vehículos de cero emisiones (pilar "mejorar")</li><li>• Impulsar medidas para evitar realizar viajes y cambiar a modos de transporte más sostenibles, tanto en pasajeros como en mercancías</li><li>• Fortalecer la seguridad vial</li><li>• Promover la inclusión de poblaciones vulnerables</li><li>• Cerrar la brecha entre ciudades grandes, medias y pequeñas, para ofrecer una movilidad de calidad a los ciudadanos</li></ul>	<p><b>Reducir la huella de carbono global del transporte</b> </p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Considerar el análisis de ciclo de vida completo de los proyectos</li><li>• Favorecer la inter y multimodalidad para pasajeros y mercancías</li><li>• Considerar medidas internacionales y locales para los sectores de aviación y marítimo</li><li>• Vincular el transporte con la transición energética y su impacto en la economía nacional</li><li>• Utilizar soluciones basadas en la naturaleza para mejorar la adaptación del sector transporte al cambio climático y la mitigación de sus efectos</li></ul>
<p><b>Fortalecer la resiliencia de los sistemas</b> </p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Generar sistemas de información y alerta temprana</li><li>• Elaborar escenarios y adoptar metodologías de decisión bajo incertidumbre</li><li>• Combinar acciones <i>soft</i> (marco normativo) y <i>hard</i> (inversiones en infraestructura)</li></ul>	<p><b>Invertir en innovación y tecnología</b> </p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Fomentar la I+D en tecnologías para la sostenibilidad y la resiliencia climática</li><li>• Promover pilotos y <i>sandboxes</i> regulatorios para el testeado de tecnologías</li><li>• Establecer alianzas con el sector privado, académico y la cooperación internacional para capitalizar <i>quick-wins</i></li></ul>

Fuente: Elaboración propia.

**Dada la transversalidad del CC, es importante definir el rol de las agencias de gobierno en la implementación del Plan.** En general, los Ministerios de Medio Ambiente establecen las directrices sobre las metas a alcanzar en materia de lucha contra el CC. Según estos lineamientos, los Ministerios de Transporte identifican los objetivos y las acciones para el sector, mientras que los Ministerios de Energía hacen lo propio sobre la transición energética. Dada la interdependencia de las medidas en los tres sectores, es fundamental establecer mecanismos de coordinación entre ellos e identificar metas comunes y mecanismos de monitoreo de avance, en adición a la coordinación con la planificación territorial (Figura R.12.).

FIGURA R.12.

Articulación entre NDC e instrumentos nacionales, locales y sectoriales de CC



CONVENCIONES

Instrumentos Nacionales	ADCOMs: Comunicaciones de Adaptación
Mecanismos CMNUCC	LT-LEDS: Estrategias a Largo Plazo para un Desarrollo Bajo en Emisiones
Instrumentos Locales	NAPs: Planes Nacionales de Adaptación
	NAMAs: Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación
	NAPAs: Programas de Acción para la Adaptación Nacional
	NDCs: Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional

Fuente: Elaboración propia.

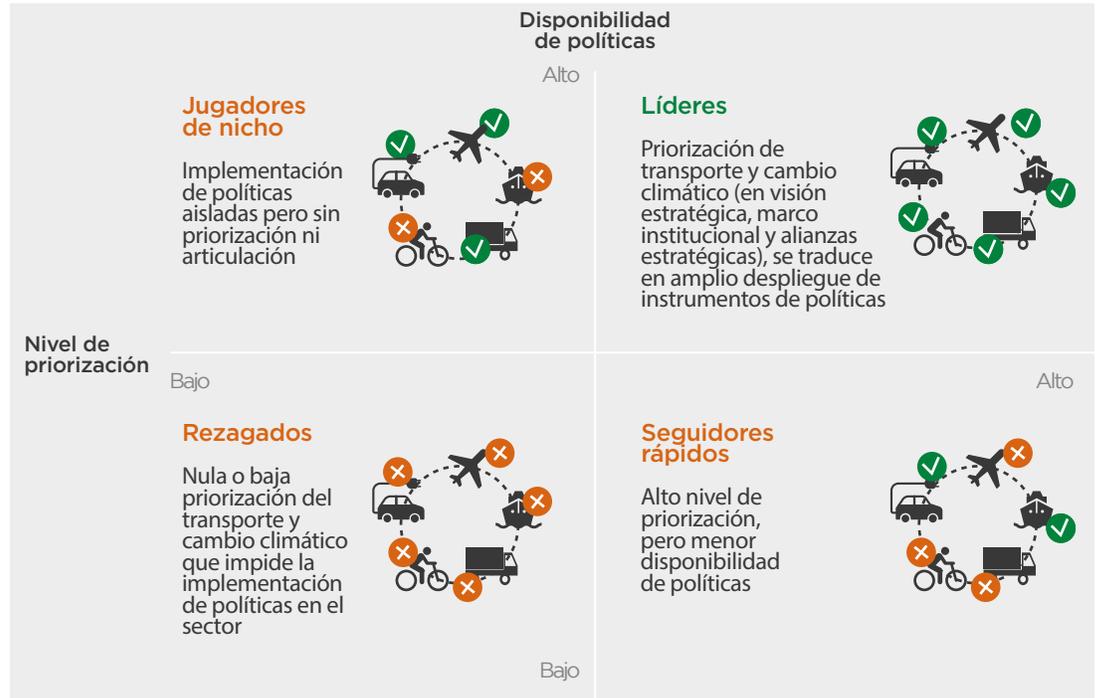
En los planes sectoriales y subsectoriales de los países referentes se establece una variedad de instrumentos para incentivar la descarbonización y la resiliencia del transporte. Estos se clasifican en cinco grupos: (i) regulaciones que limitan la emisión de contaminantes y favorecen la adaptación al CC; (ii) procesos de adquisiciones que incluyen criterios medioambientales; (iii) instrumentos de precios; (iv) incentivos no económicos; y (v) inversiones del sector público. Para su diseño e implementación han fortalecido sus agencias, contando con unidades especializadas y con sistemas de información y de tecnologías para monitorear tendencias y evaluar la efectividad de las políticas. Asimismo, establecen mecanismos de coordinación vertical, entre diferentes niveles de gobierno, apalancando las facultades de cada nivel. Finalmente, generan alianzas estratégicas con el sector privado, la academia y la sociedad civil para avanzar en la descarbonización y adaptación al CC del transporte, partiendo de la incorporación de estos actores en el diseño de los planes nacionales y subsectoriales mediante consultas previas y mesas de trabajo con el sector público, y utilizando herramientas como pilotos y acuerdos para fomentar la innovación y el desarrollo tecnológico.



**Los países de ALC parten de diferentes puntos en la construcción de un marco de políticas que impulse la descarbonización y la resiliencia climática del transporte** (véase Capítulo 5). Es posible identificar dos dimensiones que permiten visualizar la heterogeneidad en la región: (i) el nivel de priorización de las políticas de mitigación y adaptación al CC (a nivel nacional, regional y local); y (ii) la disponibilidad de estas políticas, dando lugar a cuatro grupos diferentes de países (Figura R.13). El primer grupo corresponde a los “rezagados”, donde se encuentran aquellos países que no han priorizado ni la descarbonización ni la adaptación del transporte al CC en su visión estratégica para el sector, al tiempo que tampoco han realizado avances en la implementación de políticas en esta materia. El segundo grupo de países corresponde a los “jugadores de nicho”, quienes han avanzado exitosamente en la implementación de ciertas políticas, pero en forma aislada, sin identificar al CC como una prioridad para el sector transporte, ni contar con una articulación de las políticas. El tercer grupo, corresponde a los países llamados “seguidores rápidos”, que han priorizado a la mitigación y/o adaptación al CC en su visión y estrategias para el sector, pero que están rezagados en la implementación de un marco integral de políticas. Por último, se encuentran los “líderes”, quienes han identificado al CC como un pilar para las políticas públicas del sector, tienen un conjunto de acciones para materializar esta priorización, han fortalecido a sus instituciones y han desarrollado alianzas estratégicas para el éxito de las políticas. De esta manera, la identificación de la situación inicial por parte de cada país en términos de avances de la priorización y disponibilidad de políticas de mitigación y adaptación al CC permite ajustar las acciones a tomar según las características particulares de la realidad local, al identificar las áreas de acción que requieren desarrollo y fortalecimiento.

FIGURA R.13.

**Aspectos claves para la definición de la hoja de ruta: Clasificación de países según nivel de priorización y disponibilidad de políticas de transporte y CC**



**Fuente:** Elaboración propia.

**Nota:** Un nivel alto de priorización de CC en el sector transporte por parte de los países implica el desarrollo de las áreas de acción asociadas a la visión estratégica, al marco institucional y a las alianzas estratégicas. Por otro lado, un nivel alto de disponibilidad de políticas implica un amplio despliegue del área de acción correspondiente a instrumentos de política.

**La heterogeneidad entre países también es evidente en los subsectores del transporte.** En la región se encuentran ciudades que están liderando a nivel mundial la electrificación de la flota de transporte urbano. Asimismo, hay países que están realizando pilotos para la descarbonización del transporte marítimo. Otros están focalizándose en incrementar la resiliencia climática de su red de carreteras. Así, por ejemplo, un país puede clasificarse como “jugador de nicho” en un determinado subsector, mientras que puede ser un “seguidor rápido” en otro. También pueden existir diferentes realidades dentro de un mismo país, como es el caso de la electrificación del transporte público. Finalmente, el estado de avance tecnológico y normativo en descarbonización y adaptación es muy diferente según el subsector. Por esta razón, en este documento no solo se analiza el sector a nivel general, sino que se proponen hojas de ruta para los subsectores más importantes en la región: movilidad



urbana, transporte carretero, transporte marítimo y transporte aéreo. Para ello, se parte de un *benchmark* internacional para cada subsector y se adaptan las propuestas a la realidad de ALC.

**Es importante reconocer que, en tanto conformada por países en desarrollo, la región tiene restricciones fiscales, financieras, económicas y sociales para emprender un programa agresivo de inversiones que modifique el modelo de desarrollo actual.** En consecuencia, la transición debe ser gradual y justa, siempre con el horizonte de alcanzar la carbono-neutralidad. La cooperación internacional en materia de transferencia de tecnología y buenas prácticas, así como la provisión de financiamiento climático serán fundamentales para acelerar el paso de las categorías de “rezagados”, “jugadores de nicho” y “seguidores rápidos” hacia la implementación de las políticas requeridas para la descarbonización y la resiliencia climática del transporte y, en general, para el desarrollo bajo en carbono, especialmente para los países de menores ingresos en ALC. La transición también debe asegurar que nadie quede atrás a nivel nacional, por lo que deben incluirse y considerarse acciones focalizadas para los actores que se enfrentan a mayores restricciones dentro de cada subsector.

**El desarrollo e implementación en conjunto de una batería de mecanismos de fondeo y financiamiento puede ayudar a garantizar que el sector disponga de los recursos necesarios para desarrollar sistemas de transporte eficientes, inclusivos y sostenibles.** A efectos de cerrar las brechas del sector, se requiere mejorar la eficiencia del uso de fondos y de los instrumentos utilizados, y explorar mecanismos innovadores de fondeo y financiamiento. En primer lugar, es imperativo mejorar la eficiencia en el uso de los fondos actualmente disponibles, es decir, maximizar el rendimiento de cada unidad de inversión a través de una gestión efectiva y una ejecución cuidadosa de los proyectos. En segundo lugar, es necesario buscar alternativas para incrementar el fondeo de infraestructura de transporte mediante mecanismos ya utilizados, como la eliminación de subsidios a los combustibles fósiles, el reemplazo de subsidios generales por subsidios focalizados en grupos de interés, o permitir el ajuste de las tarifas de transporte público. En tercer lugar, deberían explorarse mecanismos innovadores de fondeo que aún son poco utilizados en la región, tales como los mecanismos de captura de valor, que permiten recuperar parte de la plusvalía generada por las infraestructuras (además de considerar la planificación del uso del suelo para fomentar el desarrollo en zonas conectadas al transporte público, para facilitar el financiamiento de mejoras en el sistema), nuevos modelos comerciales en el caso del transporte público



eléctrico (como la separación de la propiedad y la operación de los buses), o los fondos climáticos, que asignan recursos para proyectos que contribuyen a la mitigación del CC y la adaptación a sus efectos, incluyendo préstamos concesionales y contribuciones de capital. Por último, las innovaciones en materia de financiamiento, como los incentivos financieros estructurados y la creación de escala a través de coaliciones de sponsors, pueden contribuir a atraer inversiones del sector privado, en adición a la promoción de las asociaciones público-privadas sensibles al CC en el sector.

**A pesar de estas dificultades, la transformación del transporte para luchar contra el CC es una tarea que debe comenzar sin dilación en ALC.** El tiempo de acción para revertir los efectos del CC se está agotando, lo que implica que los países de ALC, en el contexto de la transición justa, deben generar para 2030 el marco habilitador y las inversiones necesarias para encaminarse hacia un transporte cero-neto a 2050 y cumplir con los objetivos de un marco regulatorio internacional que será cada vez más restrictivo para el uso de combustibles fósiles. Asimismo, los países de ALC, especialmente los del Caribe y Centroamérica, serán afectados gravemente por el CC, lo que urge a incrementar la resiliencia del transporte en la región. Particularmente afectadas serán las poblaciones vulnerables, quienes poseen patrones de asentamiento y de viaje más precarios, incrementando su exposición a disrupciones en la infraestructura de transporte.

**Finalmente, la crisis climática brinda una oportunidad para la región:** impulsar una transformación sistémica del transporte puede generar nuevas fuentes de ingreso para la región en la forma de disponibilidad de producción de energía renovable para el transporte, posicionamiento estratégico en la reconfiguración de redes de transporte globales, generación de empleos verdes en el marco de la reconversión industrial y atracción de inversiones y fondos internacionales para catalizar los cambios requeridos por el sector en la lucha contra el CC.

---

# Introducción

Es tiempo de actuar. Los desafíos que presenta el Cambio Climático (CC) para la supervivencia de la humanidad requieren que la lucha contra este sea un pilar incuestionable de la política pública. Los análisis realizados por la comunidad científica indican que los países tienen menos de una década para reducir radicalmente sus emisiones y así poder evitar daños irreversibles en nuestro planeta. Para el sector transporte, uno de los mayores emisores de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a nivel mundial, la magnitud del desafío es enorme. Se requiere no solo cambiar las fuentes de energía sino también una reestructuración sistémica no vista a lo largo de su historia. Además, este cambio debe estar en plena marcha hacia 2030, prácticamente en poco más de un lustro.

A través del Acuerdo de París, los países de América Latina y el Caribe (ALC) se han comprometido a reducir sus emisiones para 2030. Ahora es el momento de implementar acciones para cumplir con este compromiso. Sin embargo, en términos generales, la región está aún muy lejos de los desarrollos de política pública que se observan en otras geografías. Esto es aplicable a todos los modos de transporte: terrestre, aéreo, marítimo y movilidad urbana. Falta de priorización, recursos limitados, lejanía de los centros de desarrollo tecnológico y características propias de los sistemas de transporte en la región son algunos de los retos que dificultan el avance del sector hacia una mayor sostenibilidad.

Esta brecha también se verifica en la preparación de las infraestructuras y servicios a los eventos climáticos extremos que trae consigo el calentamiento global. A pesar de ser una de las regiones con el mayor número de países expuestos al CC, las acciones para incrementar la resiliencia climática de carreteras, puertos, aeropuertos y sistemas de transporte público son aún reducidas. Como consecuencia, los países ya están experimentando interrupciones severas, con cierre de vías que impiden el acceso a mercados y centros de salud, de puertos que interrumpen el comercio internacional y de aeropuertos que afectan la industria del turismo, uno de los sectores más importantes para la región.

Con el fin de contribuir a un *big push* de políticas públicas, que introduzca a ALC en el sendero de acciones decisivas para la mitigación y adaptación al CC, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) se comprometió en 2021 a alinear todas sus operaciones de financiamiento con los objetivos del Acuerdo de París. Asimismo, el BID es un socio clave para el desarrollo de políticas en este ámbito, proveyendo asistencia técnica, facilitando el intercambio de conocimiento e impulsando la acción colectiva en la región.

En este contexto, el presente informe analiza el estado del transporte como sujeto activo y pasivo del CC, identifica brechas respecto a los países que están a la vanguardia de la transformación del sector a nivel mundial y propone recomendaciones de política basadas en las buenas prácticas de tales países y en el concepto de transición justa, a fin de construir una arquitectura institucional y de políticas aplicadas al transporte para acelerar el paso en el cambio sistémico que necesita el sector y lograr cumplir con los objetivos internacionales.

Para ello, durante 2022 y 2023, se revisaron más de 250 documentos de políticas, sector privado y académicos; se realizaron análisis estadísticos con técnicas de *big data*; y se celebraron mesas de trabajo con los actores relevantes a nivel mundial y regional por los diferentes modos de transporte para validar los resultados de los análisis y las recomendaciones. El estudio contó con la colaboración del *International Transport Forum* (ITF) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), la Unión Internacional de Transporte Público (UITP), la *International Association of Port Harbours* (IAPH), la *International Road Federation* (IRF) y *Airports Council International - Latin America & the Caribbean* (ACI- LAC).

Los resultados del estudio son presentados de la siguiente manera: el Capítulo 1 contiene el diagnóstico sobre transporte y CC en ALC; el Capítulo 2 presenta los escenarios a los que se enfrentaría el sector de no tomar medidas urgentes; en el Capítulo 3 se analizan los compromisos internacionales adquiridos por los países de ALC en la lucha contra el cambio climático; el Capítulo 4 presenta las mejores prácticas de un grupo de países referentes en materia de políticas públicas para promover la mitigación y la adaptación al CC por parte del sector; y el Capítulo 5 contiene las hojas de ruta con recomendaciones de corto, mediano y largo plazo, basadas en las buenas prácticas de los países referentes y en el concepto de transición justa para realizar el *big push* de la transformación verde del transporte en ALC.

# 1.



---

## El transporte como sujeto activo y pasivo del cambio climático en América Latina y el Caribe

- 1.1. Contribución del transporte a las emisiones de GEI | **43**
- 1.2. Determinantes de las tendencias de emisiones del transporte en ALC | **58**
  - 1.2.1. Factores socioeconómicos | **58**
  - 1.2.2. Factores de desarrollo urbano | **59**
  - 1.2.3. Factores de desarrollo del transporte | **61**
  - 1.2.4. Factores de desarrollo tecnológico | **68**
- 1.3. Impacto del CC en el sector transporte de ALC | **76**



# 1.



---

## El transporte como sujeto activo y pasivo del cambio climático en América Latina y el Caribe

**1.4.** Determinantes de la vulnerabilidad del sector transporte frente al CC en ALC | **81**

1.4.1. Ubicación geográfica | **81**

1.4.2. Redundancia | **83**

1.4.3. Estándares de diseño | **88**

1.4.4. Condiciones económicas | **89**

**1.5.** Conclusiones del diagnóstico para ALC | **95**





# 1. El transporte como sujeto activo y pasivo del cambio climático en América Latina y el Caribe

**Si ALC invierte anualmente el 1,4% de su PIB hasta 2030, podrá cerrar sus brechas en infraestructura de transporte y avanzar al cumplimiento de los ODS.**

El sector transporte cumple un rol clave en el desarrollo socioeconómico al permitir el movimiento de personas y mercancías. El transporte impacta directa e indirectamente en el desarrollo socioeconómico a través de diferentes canales, que incluyen desde los costos logísticos que enfrentan las firmas al transportar sus mercancías, hasta el efecto en la calidad de vida para los usuarios del transporte público si disponen de servicios eficientes y de calidad. El transporte influye en 76 metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), distribuidas en 17 ODS (45%) (UNOPS et al., 2021). En particular, es un catalizador para mejorar la inclusión social y la equidad en la región, permitiendo el acceso de poblaciones vulnerables a oportunidades de trabajo, salud y educación, contribuyendo así a romper con el círculo de pobreza y desigualdad (Scholl et al., 2022). Por su parte, la inversión en infraestructura, con sus efectos positivos en empleo, accesibilidad y desarrollo económico, es clave para alcanzar los ODS. En este sentido, se estima que si ALC invierte anualmente el 1,4% de su Producto Interno Bruto (PIB) hasta 2030, podrá cerrar sus brechas en infraestructura vial, aeropuertos y transporte público y avanzar en el cumplimiento de tales objetivos (Brichetti et al., 2021).

**El transporte desempeña un doble papel en el CC, como sujeto activo y pasivo.** Por un lado, el sector transporte representa una fuente de emisiones de GEI, responsables del CC. A pesar de que la participación de ALC en las emisiones totales de GEI a nivel mundial es reducida, así como también lo son las emisiones del transporte per cápita al compararlas con la de los países desarrollados, estas emisiones han ido en aumento. Asimismo, las emisiones en el sector generan impactos negativos significativos en la salud al empeorar la calidad del aire. Por otro lado, el sector transporte es altamente vulnerable a los efectos



del CC. El incremento en la intensidad y frecuencia de los eventos climáticos extremos genera daños en las infraestructuras de transporte e interrupciones en los servicios provistos, lo que se traduce en mayores costos económicos para las sociedades.

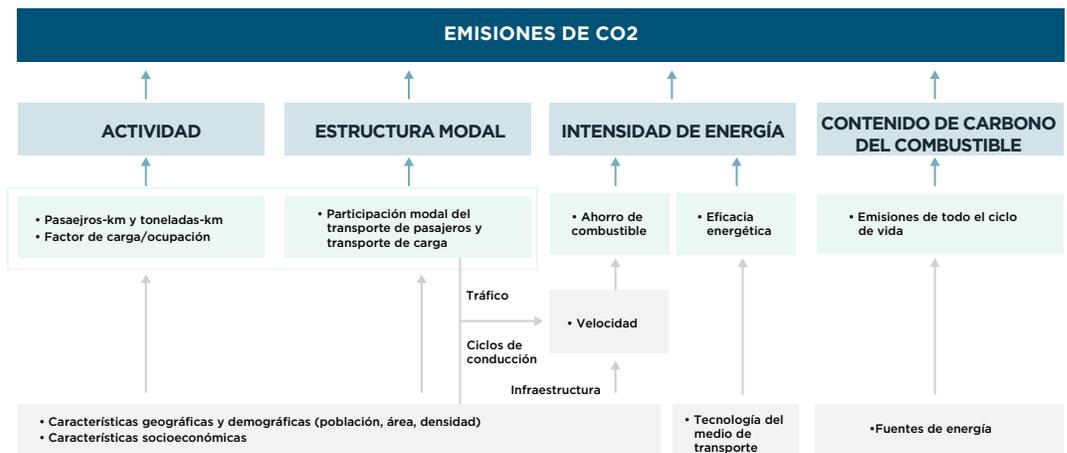
Este capítulo presenta un diagnóstico sobre la relación entre transporte y CC en ALC, partiendo de la magnitud y contextualización de emisiones de la región y su contribución al CC y al empeoramiento de la calidad del aire, para luego abordar los impactos de eventos climáticos extremos en las infraestructuras y servicios de transporte. Esta información servirá como base para comprender las tendencias históricas y el estado actual en ALC en comparación con otras regiones, así como sus diferencias intrarregionales y las particularidades presentes a nivel local. En el Capítulo 2 se presentarán las tendencias futuras para la región de no tomar acciones para revertir las proyecciones actuales.

## 1.1. Contribución del transporte a las emisiones de GEI

**El transporte es clave para reducir las emisiones de GEI y combatir el CC.** El CC se da como resultado del aumento en la concentración de GEI, los cuales actúan como una manta que envuelve la tierra, haciendo que esta retenga más calor y se produzcan cambios a largo plazo en la temperatura del planeta. El Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) es el gas mayormente responsable de dichas emisiones, siendo su principal origen el uso de combustibles fósiles para la producción de energía. En términos generales, las emisiones del sector transporte dependen del nivel de actividad (A), de la estructura modal (S), de la intensidad de energía (I) y del contenido de carbono del combustible (F), enfoque conocido como ASIF por sus siglas en inglés (Figura 1.1). Con el 25% de las emisiones a nivel mundial, el transporte es el segundo mayor contribuyente de CO<sub>2</sub> derivado de la quema de combustible, por detrás de la generación de electricidad y calefacción (Figura 1.2a). A su vez, el volumen de emisiones del sector se ha incrementado significativamente en las 33 últimas décadas, pasando de 4,6 Gigatoneladas de dióxido de carbono (GtCO<sub>2</sub>) en 1990 a 8,3 GtCO<sub>2</sub> en 2019 (Figura 1.2b).

FIGURA 1.1.

### Parámetros que afectan las emisiones de transporte



**Fuente:** Elaboración propia con base en Kii (2020) y Schipper et al. (2007).

<sup>1</sup> En línea con estudios internacionales, se toma como referencia el año 2019 para evitar distorsiones en el análisis ocasionadas por la pandemia de COVID-19.

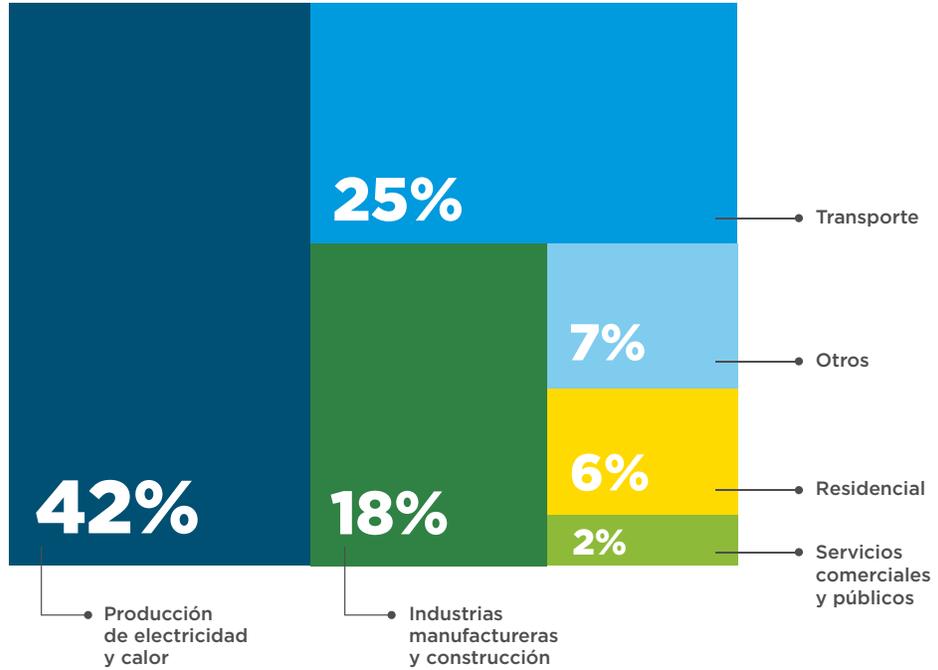


FIGURA 1.2.

**Emisiones mundiales de CO2 derivadas de la quema de combustible por sector en 1990, 2000, 2010 y 2019**

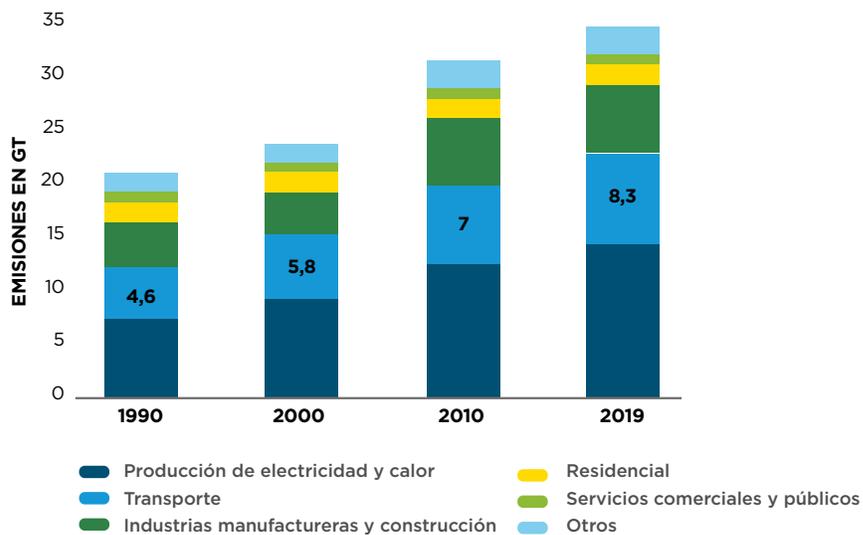
1.2.a

Participación (2019)



1.2.b

Emisiones totales  
(1990-2019)



Fuente: Elaboración propia con datos de IEA (2022f).

Nota: Emisiones del sector transporte incluyen emisiones procedentes de los búnkeres marítimos y de aviación (combustible consumido en transporte internacional).



**Además de su rol en la lucha contra el CC, el sector transporte resulta fundamental para reducir la contaminación del aire.** Aunque suelen ser abordados de manera separada, la contaminación del aire y el cambio climático son dos caras de la misma moneda. Ambos son causados mayoritariamente por las mismas fuentes y presentan soluciones similares, por lo que es importante su abordaje conjunto con especial foco en la salud de las personas. En efecto, muchas de las fuentes de contaminación del aire exterior son también fuentes elevadas de emisiones de CO<sub>2</sub>. En el caso del transporte, los contaminantes atmosféricos y los GEI comparten la misma fuente, correspondiente a las emisiones de los vehículos a combustión interna. Como se verá más adelante, si bien los países de la región no son responsables de la mayoría de las emisiones de GEI a nivel global, se beneficiarán enormemente de la reducción del consumo de combustibles fósiles y del cambio a combustibles más limpios, ya que les permitirá reducir no solo dichas emisiones sino también la contaminación atmosférica, con el consiguiente impacto positivo en la salud (Recuadro 1.1.).

#### RECUADRO 1.1.

#### Transporte, contaminación del aire e impacto en la salud

Las emisiones del transporte tienen un efecto negativo en la calidad del aire y en la salud pública. Los vehículos con motores de combustión interna que utilizan combustibles a base de petróleo, como la gasolina y el diésel, emiten Monóxido de Carbono (CO), Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>), Hidrocarburos no Metánicos (HC), óxidos de azufre, toxinas transportadas por el aire y Material Particulado (PM, por sus siglas en inglés). Entre las emisiones vehiculares más nocivas se encuentra el PM<sub>2,5</sub>, proveniente del sistema de escape del motor como resultado de la condensación de hidrocarburos. Un componente principal del PM<sub>2,5</sub> es el Carbón Negro u hollín (BC, por sus siglas en inglés), el cual absorbe sustancias tóxicas como compuestos orgánicos y metales pesados. Por su parte, el ozono es un contaminante secundario que también tiene repercusiones negativas para la salud. Los vehículos no emiten ozono directamente, sino que se forma en la atmósfera a partir de precursores de contaminantes como



**En 2022, ninguno de los países de ALC con información disponible cumplió con la guía anual de la OMS sobre PM2,5.**

el CO, HC y NOx. La exposición a estos contaminantes está asociada con una variedad de efectos nocivos en la salud y enfermedades crónicas, algunas de las cuales pueden provocar la muerte prematura. Por ejemplo, en 2017 se estimó que 2,9 millones de muertes prematuras a nivel mundial por cardiopatía isquémica, accidente cerebrovascular, Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC), cáncer de pulmón, infecciones de las vías respiratorias bajas y diabetes mellitus tipo II estuvieron asociadas con emisiones de PM2,5 y cerca de 500.000 con ozono troposférico (Stanaway et al., 2018). Dentro del sector transporte, los vehículos diésel y a gasolina son los que poseen mayor impacto en la emisión de PM2,5 (Stanaway et al., 2018). En ALC, Las muertes prematuras atribuibles a la contaminación del aire (interior y exterior) se ubican en un rango de entre 20 y 60 muertes cada 100.000 habitantes (IHME, 2019). En particular, las muertes por contaminación atmosférica procedente de combustibles fósiles se estiman en casi 69.000 (Lelieveld et al., 2019). Por su parte, el costo de pérdida de bienestar debido a muertes prematuras asociadas con material particulado equivale al 3,4% del PIB regional (Banco Mundial, 2021a).

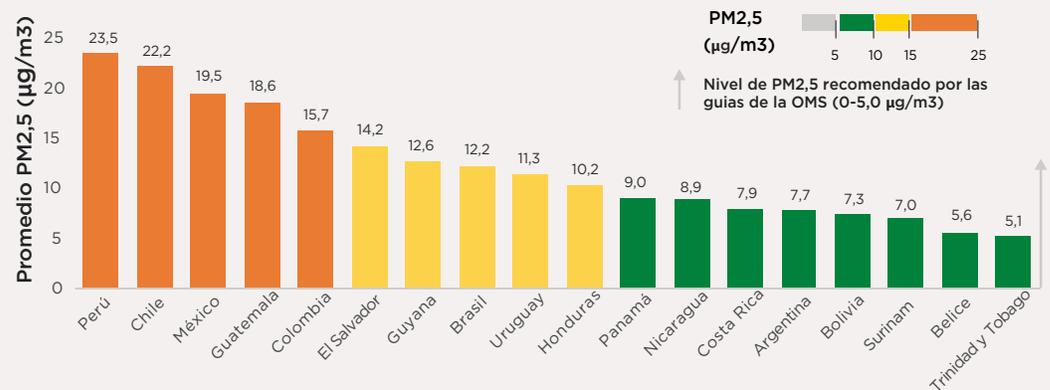
**En la región, más de 150 millones de personas viven en ciudades donde la calidad del aire es menor a lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), representando la contaminación del aire el principal riesgo ambiental para la salud pública (OPS, 2023).** En el año 2022, ninguno de los 18 países de ALC con datos disponibles cumplió con la guía anual de la OMS de PM2,5 entre 0 - 5,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 1.1.1), de acuerdo con el ranking de calidad del aire de IQAir (IQAir, 2022). Ahora bien, es importante considerar que los promedios nacionales esconden la heterogeneidad de las distintas ciudades que conforman el promedio. Así, por ejemplo, en el caso de Argentina, de las seis ciudades con las que se cuenta con mediciones en el año 2022, se obtuvo que dos ciudades exceden el nivel establecido por la OMS entre 2 y 3 veces (rango entre 10 y 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), mientras que las restantes cuatro ciudades exceden el valor entre 1 y 2 veces (rango entre 5 y 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). A nivel urbano, solo el 9,7% de las ciudades de la región alcanzaron la directriz de la OMS de 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Las ciudades con una concentración de PM2,5 más crítico (entre 35 y



50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) se encuentran en Perú (San Juan de Lurigancho, Vitarte, Santa Anita, y Caraballo), Chile (Quilpué y Coyhaique) y México (Metepac). El problema de la contaminación del aire se acentúa principalmente en aquellas ciudades más urbanizadas con un sistema de movilidad basado en la movilidad privada y en aquellas en que las condiciones geográficas y climáticas favorecen la concentración de masas de aire contaminado.

FIGURA 1.1.1

Ranking de calidad del aire en ALC (por país o región, 2022)



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

Nota: Nivel de PM2,5 recomendado por las guías de la OMS a septiembre de 2021: 0 - 5,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

**El problema de la contaminación del aire afecta especialmente a los niños de la región.**

En ALC, 105 millones de niños se encuentran expuestos a la contaminación del aire (UNICEF, 2023). Los niños son especialmente vulnerables a la contaminación del aire porque sus pulmones y su sistema inmunitario se encuentran en desarrollo, sumado a que sus vías respiratorias son más pequeñas, por lo que es más probable que las infecciones provoquen obstrucciones (UNICEF, 2021). Los impactos de la contaminación atmosférica producida por el tráfico en la región son diversos. En Ciudad de México (México), Santiago de Chile (Chile), San Pablo y Río de Janeiro (Brasil), se registra un aumento del riesgo de muerte por enfermedades respiratorias en lactantes y en niños de 1 a 5 años (Gouveia et al., 2018). En San Pablo se encontró que los bebés de

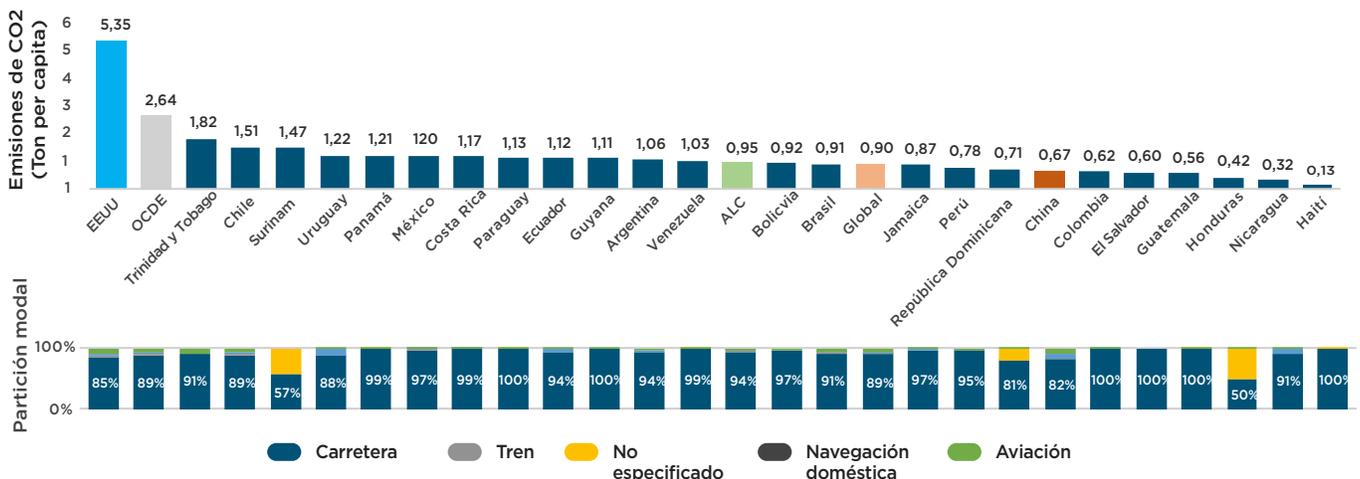


mujeres en regiones con mayores niveles de contaminación relacionada con el tráfico tenían un riesgo casi 50% mayor de muerte neonatal temprana, en comparación con las que vivían en zonas de menor contaminación (de Medeiros et al., 2009). Asimismo, en México la exposición a la contaminación relacionada con el tráfico también se ha asociado a un aumento del asma y síntomas más graves de asma y una menor función pulmonar en niños (Barraza-Villarreal et al., 2011; Romieu et al., 2003).

**ALC tiene una participación reducida sobre el total de emisiones de CO2 del sector transporte a nivel mundial.** La región representa el 9% de las emisiones globales del transporte (2% si se consideran las emisiones globales de todos los sectores), frente al 32% de Asia Pacífico y el 28% de Norteamérica. Per cápita, el promedio de emisiones de CO2 de ALC se ubicó en 0,95 toneladas en 2019, por encima de China y levemente por encima del promedio global (0,9 toneladas per cápita), pero muy por debajo del promedio de países OCDE y de Estados Unidos, que alcanzaron valores de 2,6 y 5,4 toneladas per cápita, respectivamente (Figura 1.3). Asimismo, el sector transporte es la mayor fuente de emisiones de GEI en la región, representando el 40% de las emisiones totales.

FIGURA 1.3.

**Emisiones de CO2 del sector transporte derivados de la quema de combustibles para los países de ALC y por regiones (2019)**



Fuente: Elaboración propia con datos de Banco Mundial (2023) e IEA (2022g, 2022e, 2022f).

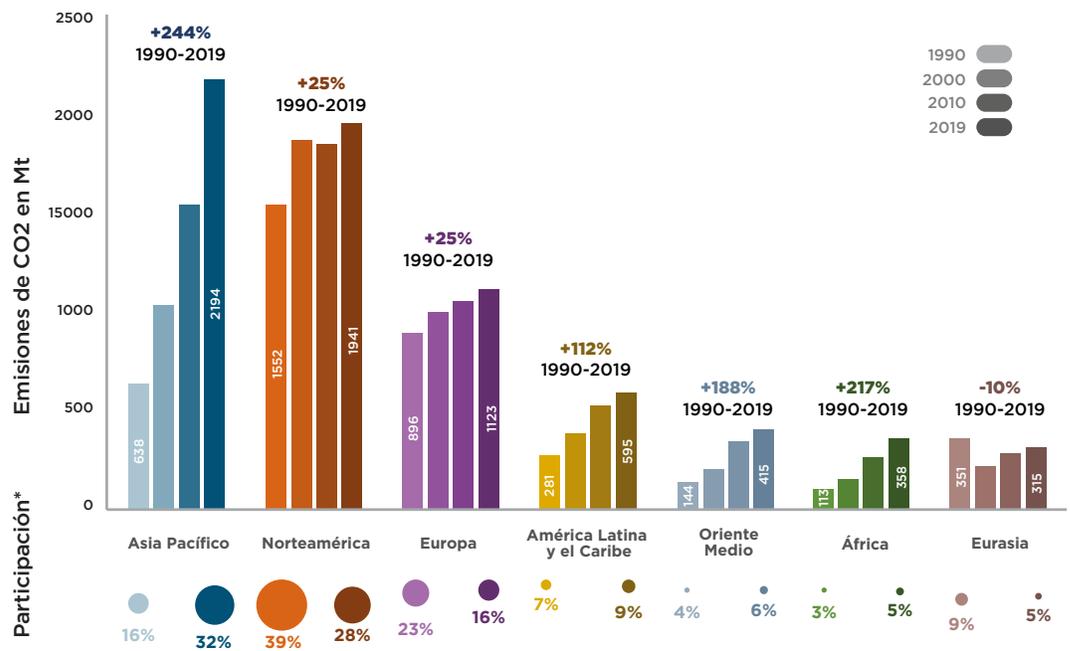
Nota: No se incluyen emisiones de búnkeres marítimos y de aviación al no poder ser asignados a nivel nacional o regional. No incluye transporte por tubería.



En consonancia con la evolución global, las emisiones del transporte en la región han venido en aumento, alcanzando valores de 595 millones de toneladas de Dióxido de Carbono (MtCO<sub>2</sub>) en 2019, frente a 281 MtCO<sub>2</sub> en 1990 (Figura 1.4). Asimismo, la participación de la región en el total global pasó de 7% a 9% entre 1990 y 2019, mientras que Norteamérica y Europa presentaron disminuciones significativas (-11 y -7, puntos porcentuales, respectivamente). Sin embargo, cabe destacar que ALC está lejos de los niveles de crecimiento verificados en Asia Pacífico, región que duplicó su participación mundial en tres décadas.

FIGURA 1.4.

Emisiones históricas del sector transporte por región (1990-2019)



Fuente: Elaboración propia con datos de IEA (2022g, 2022e, 2022f).

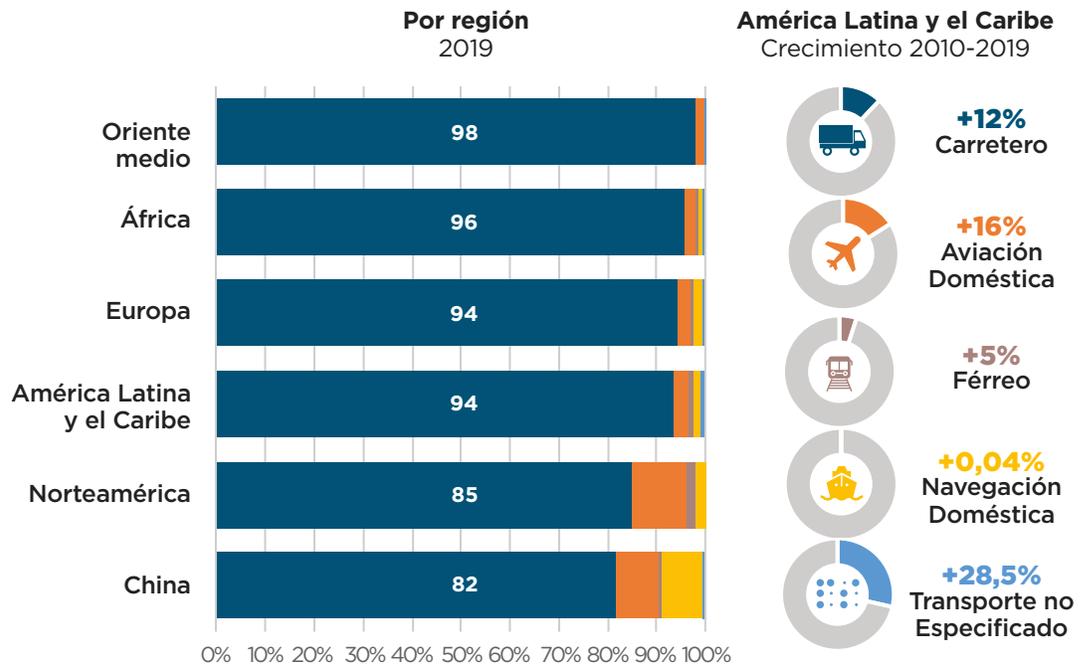
Nota: Datos en millones de toneladas de CO<sub>2</sub> - MtCO<sub>2</sub>. No se incluyen emisiones de búnkeres marítimos y de aviación al no poder ser asignados a nivel nacional o regional (1,3 GtCO<sub>2</sub> del total de 8,3 GtCO<sub>2</sub> de emisiones globales del sector transporte en 2019). La clasificación de los países en las regiones se hizo conforme a IEA (2023c), salvo México, que se clasificó en ALC, por lo que Norteamérica incluye en el gráfico solamente a Canadá y Estados Unidos.



Dentro del sector transporte en ALC, el modo carretero es el principal contribuyente de emisiones de CO<sub>2</sub>, ascendiendo al 92% del total. Esto es similar a los valores mundiales, los que oscilan entre el 82% de China y el 98% de Oriente Medio (Figura 1.5). La aviación doméstica contribuye con el 4%, la navegación doméstica con el 2% y el modo férreo con el 1%. Entre 2010 y 2019 las emisiones de la aviación doméstica fueron las que más crecieron, con una variación del 16% frente al 12% del transporte carretero y el 5% del modo férreo. Mientras las emisiones de aviación se incrementaron en todo el mundo, las correspondientes al transporte carretero tuvieron un alza mucho más marcada en los países en desarrollo.

FIGURA 1.5.

Distribución de emisiones de CO<sub>2</sub> por modo de transporte según región y evolución por modo de transporte para ALC



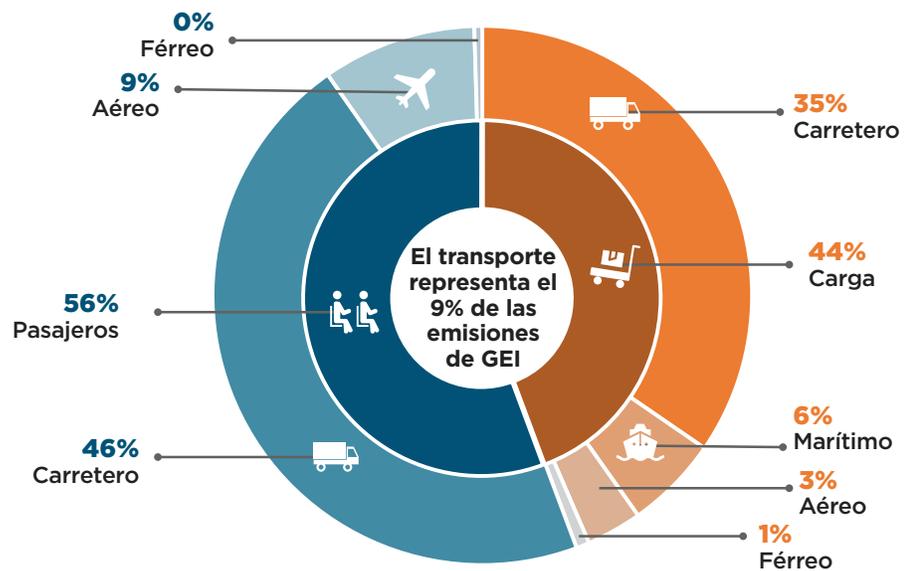
Fuente: Elaboración propia con datos de IEA (2022g, 2022f, 2022e).

Nota: El análisis por regiones y modo no incluye emisiones de búnkeres marítimos y de aviación, ni el transporte por tubería.

Al diferenciar entre pasajeros y mercancías, la mayor parte de las emisiones se concentra en los primeros. El 56% del CO<sub>2</sub> producido por el sector en ALC proviene del transporte de pasajeros, fundamentalmente del modo carretero, seguido por el transporte aéreo. En el caso de las emisiones generadas por el transporte de carga, el transporte carretero también constituye prácticamente la totalidad de las emisiones (Figura 1.6). Si se considera al modo carretero específicamente, el 48% de las emisiones provienen de los automóviles particulares y motos, el transporte de mercancías aporta con un 43%, mientras la flota de buses es responsable de un 9%.

FIGURA 1.6

Emissiones por modo de transporte en ALC (2019)



Fuente: Elaboración propia con datos proyectados de ITF (2023a).

Nota: Las emisiones corresponden a *Tank-to-wheel*. El transporte de carga aéreo no contabiliza la carga que se transporta en los aviones de los pasajeros.



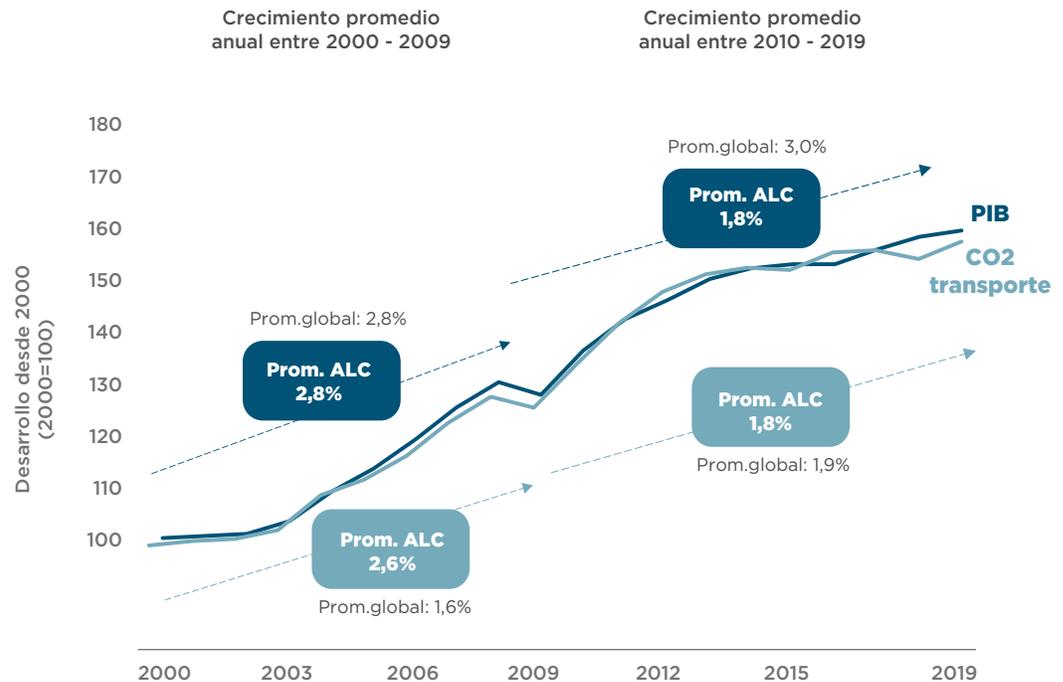
**En 2019, el transporte carretero de carga y pasajeros representó el 81% de las emisiones del sector en ALC.**

A diferencia de lo que ocurre en algunos países avanzados, en la región existe un acoplamiento entre crecimiento económico y emisiones de CO<sub>2</sub> del transporte. En el período 2000-2009, el crecimiento promedio anual del PIB en ALC fue de 2,8%, mientras que las emisiones del transporte aumentaron en 2,6%. Del mismo modo, en el período 2010-2019 se registró un aumento promedio de 1,8% tanto del PIB como de las emisiones del transporte (Figura 1.7). El transporte carretero fue el principal generador de estas emisiones. Contrario a esta tendencia, la mayoría de los países desarrollados ha logrado disociar emisiones y crecimiento. De 145 países analizados, 78 han logrado dicha disociación y 12 han registrado una disminución de las emisiones de transporte (Foster et al., 2021). Mientras que cerca del 72% de los países de renta alta se encuentran en los estados de desacoplamiento absoluto o relativo, solamente 29% de los países de renta media y baja han logrado algún nivel de desacoplamiento. En ALC, los países que han logrado un desacoplamiento relativo son Chile, Panamá, Argentina, Colombia, República Dominicana, México, Perú y Trinidad y Tobago. No obstante, es importante considerar que el análisis de desacoplamiento no tiene en cuenta el rol significativo del comercio internacional, cuyas emisiones no son asignadas a ningún país, ni a los países productores ni a los países consumidores.



FIGURA 1.7.

**Acoplamiento entre emisiones de CO2 del sector transporte y PIB para ALC (2000-2019)**



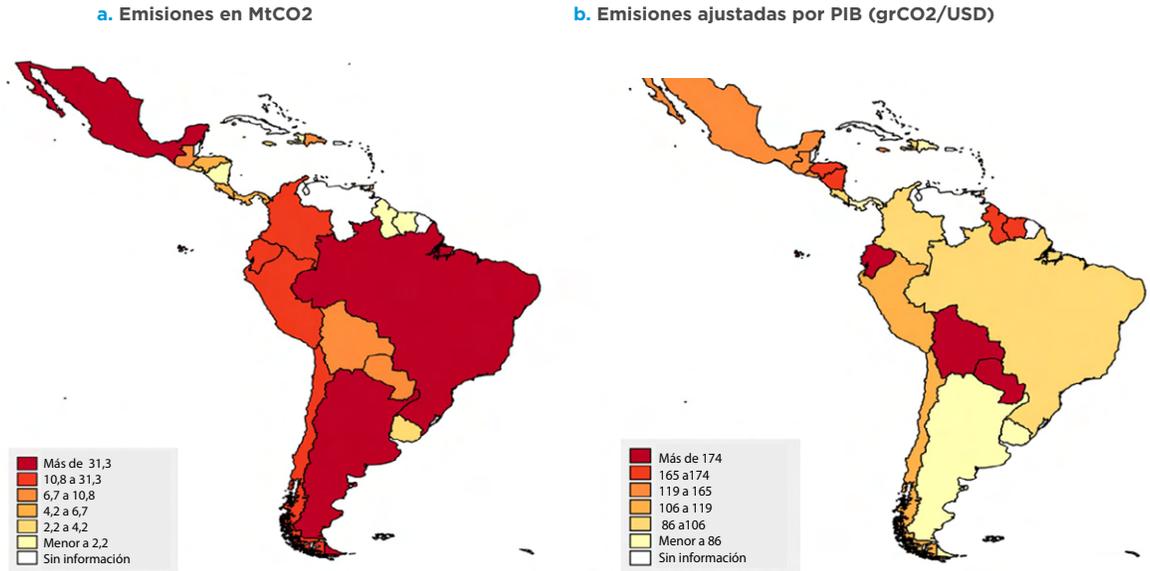
**Fuente:** Elaboración propia con base en a SLOCAT (2021b), IEA (2022g) y Banco Mundial (2023).

**Nota:** Los países analizados para ALC son: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Surinam, Trinidad y Tobago y Uruguay. Venezuela no se incluye por la falta de disponibilidad de datos del PIB en este periodo. Los promedios globales consideran a todos los países, incluyendo a ALC.

Es interesante notar que el tamaño de la economía no está directamente asociado con la intensidad de emisiones del sector. Si bien los países con mayor volumen de emisiones son Brasil, México y Argentina (Figura 1.8a) -correspondientes a las economías más grandes de la región-, al ajustar las emisiones de CO2 del transporte por el PIB, se evidencia que economías de menor dimensión como Bolivia, Ecuador, Paraguay y Guyana son las más intensivas en emisiones (Figura 1.8b). Asimismo, la mayoría de los países de la región ha experimentado un crecimiento positivo de las emisiones de CO2 ajustadas por PIB en el período 2010-2019, liderado por Jamaica, Paraguay y Ecuador (Figura 1.9).

FIGURA 1.8.

**Emisiones de CO<sub>2</sub> del sector transporte derivadas de la quema de combustibles (ALC, 2019)**



**Fuente:** Elaboración propia con base en IEA (2022g) y Banco Mundial (2023).

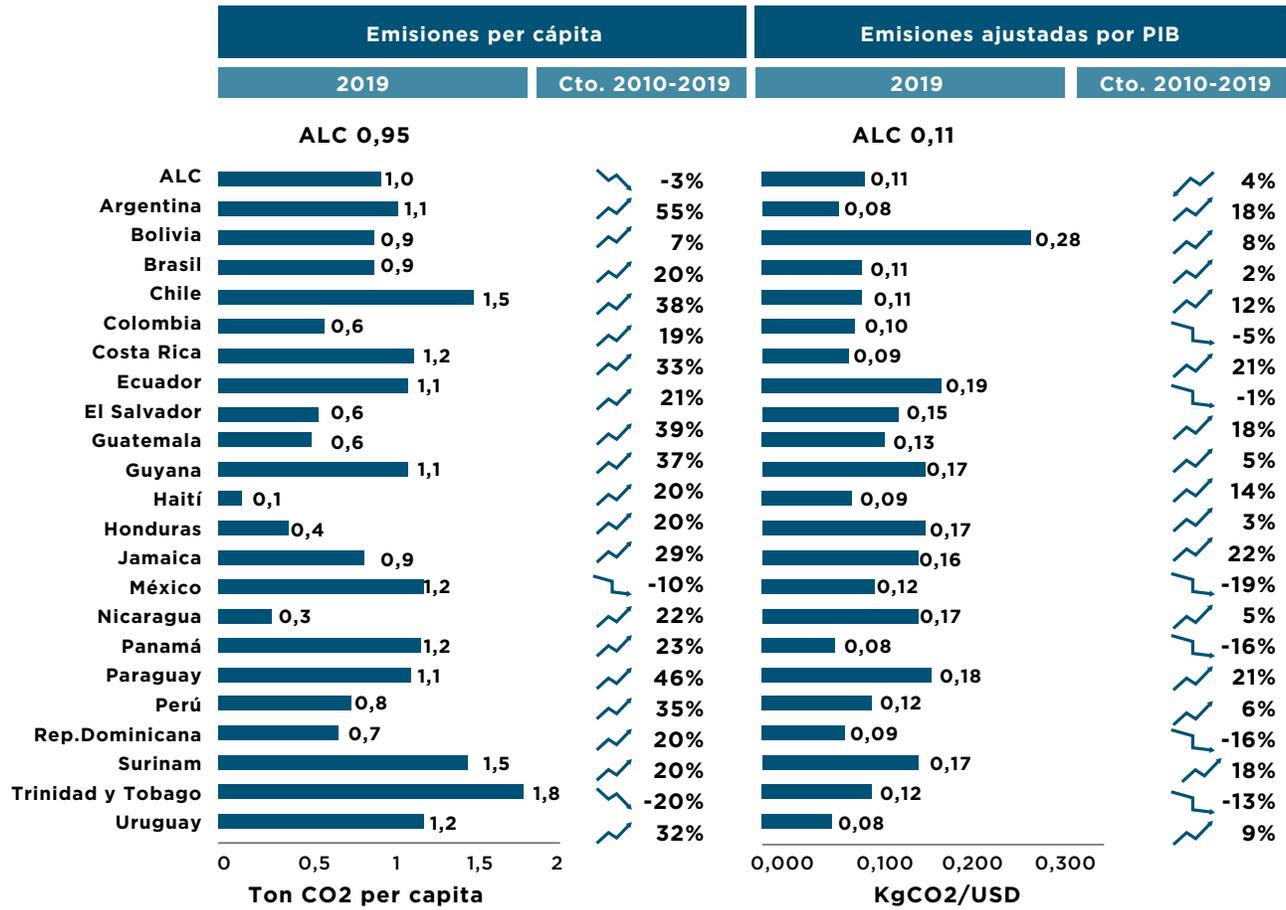
**Nota:** El PIB está en USD a precios constantes de 2010.

En suma, los países de la región presentan diferentes perfiles de emisiones. Del análisis de las emisiones de CO<sub>2</sub> en términos per cápita, las emisiones ajustadas por PIB y sus crecimientos respectivos en el período 2010-2019 (Figura 1.9), se observa una heterogeneidad significativa que responde a las características socioeconómicas y del sector transporte de cada uno de los países. La mayoría de los países presentan una tendencia de crecimiento positiva tanto en las emisiones per cápita como ajustadas por el PBI. En la siguiente sección se exploran los principales factores que inciden en las tendencias de emisiones del transporte en la región.



FIGURA 1.9.

Emisiones de CO2 del sector transporte en ALC (por país)



Fuente: Elaboración propia con datos de Banco Mundial (2023) e IEA (2022g, 2022e, 2022f).



## 1.2. Determinantes de las tendencias de emisiones del transporte en ALC

### • 1.2.1 FACTORES SOCIOECONÓMICOS

**Junto con el incremento del ingreso promedio en los países de ALC, la preferencia por el automóvil se ha acrecentado.** Si bien el número de vehículos de pasajeros en la región (159 vehículos por cada 1.000 habitantes) se encuentra por debajo de los valores reportados por las economías avanzadas como Europa y Estados Unidos (555 y 351 vehículos por cada 1.000 habitantes, respectivamente), la tasa de crecimiento entre 2015 y 2020 en ALC ha sido superior a las evidenciadas en economías avanzadas (9% frente a 3%, respectivamente) (Banco Mundial, 2023b; OICA, 2023), favorecido por el aumento de la renta disponible de las clases medias (Ferreira et al., 2012). Asimismo, en varias ciudades de la región la participación de la movilidad privada en el total de los viajes se ha incrementado, en detrimento del uso del transporte público. En Bogotá, por ejemplo, la movilidad privada aumentó su participación en el total de viajes del 16% en 2005 al 23% en 2015, mientras que el transporte público disminuyó del 57% al 45% para el mismo período (Rivas et al., 2019). Cabe resaltar también el aumento de la flota de motocicletas y de vehículos de tres ruedas en la región, que presentan una opción más asequible para la movilidad privada, los cuales aumentaron sus registros en un 23% entre 2013 y 2016, mientras que los vehículos de cuatro ruedas los aumentaron en un 8% (OMS, 2019). En adición, la pandemia de COVID-19 implicó cambios en el ámbito de la movilidad que refuerzan estas tendencias. En particular, la pandemia favoreció los modos individuales de transporte, el auge de las motocicletas y los servicios de reparto a domicilio (*delivery*) en distintas ciudades latinoamericanas (Cuadros et al., 2023).



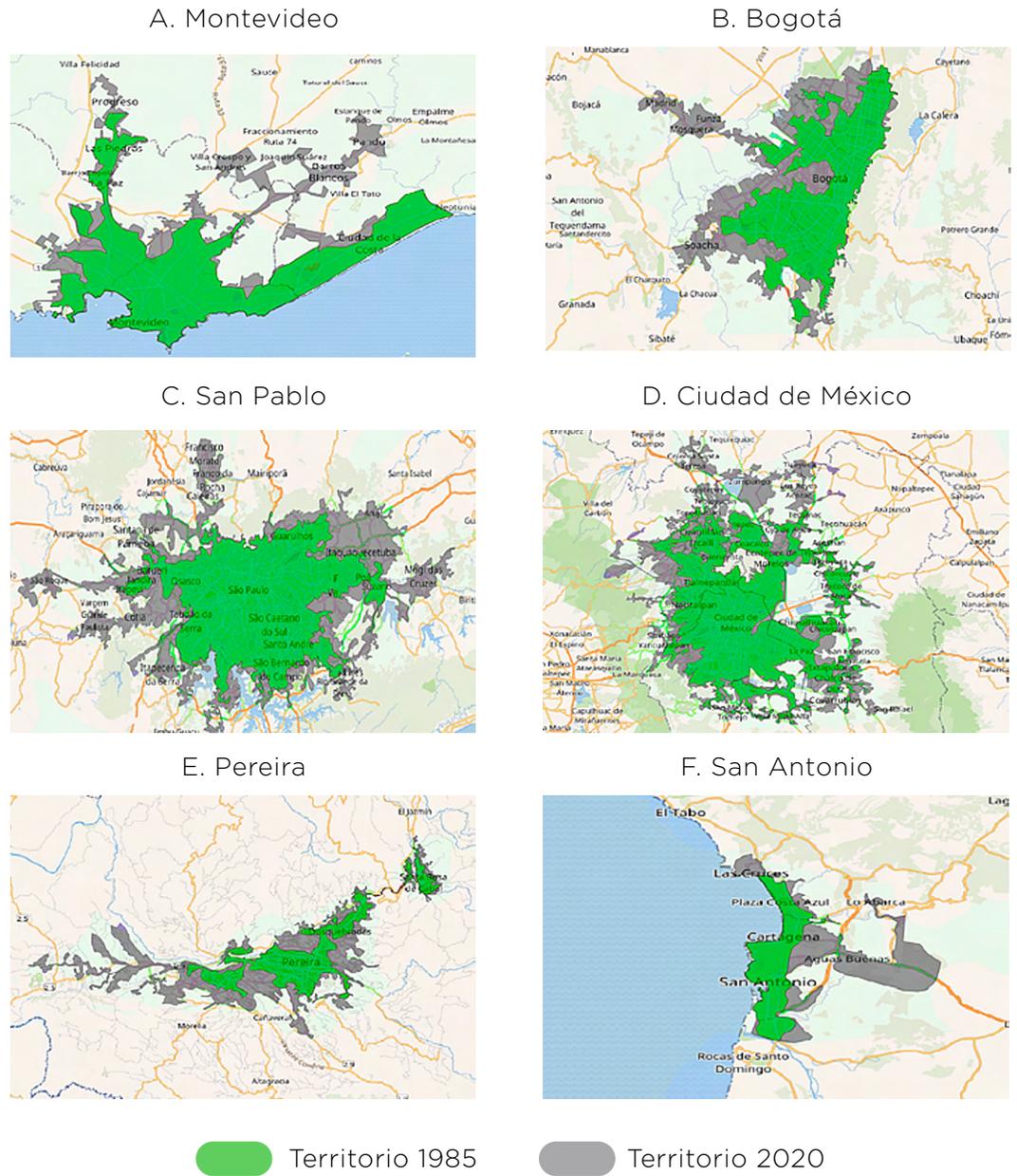
### • 1.2.2 FACTORES DE DESARROLLO URBANO

En materia de movilidad urbana, el rápido aumento de la tasa de urbanización, unido a la ausencia de planificación coordinada con el uso del suelo y el deterioro de los sistemas de transporte público, han llevado a un incremento sostenido en la motorización. Entre 1950 y 2021, la población urbana en ALC pasó del 41,3% al 81% de la población total y se espera que ascienda al 87,8% hacia 2050. En paralelo, las ciudades de la región han experimentado un proceso de expansión territorial caracterizado por la baja densidad poblacional y asentamientos informales en las zonas periféricas (Figura 1.10) (Giraldez et al., 2022). En general, este proceso no ha sido acompañado por una planificación integrada de uso del suelo y provisión de transporte. Como resultado de ello, las zonas periféricas están inadecuadamente conectadas por las redes de transporte público, al tiempo que la baja densidad de estas hace poco rentable la operación de tales servicios. Esto ha generado viajes de mayores distancias para el acceso a los servicios y oportunidades de empleos, contribuyendo a más demanda de transporte.



FIGURA 1.10.

Expansión territorial de zonas urbanas de ALC



Fuente: Giraldez et al. (2022).



**La evolución de las ciudades, en términos de entramado y densidad poblacional, impacta en el desarrollo de los sistemas de transporte.** A pesar del crecimiento poblacional en las principales capitales de la región, los cambios en la densidad urbana difieren entre ellas. Así, por ejemplo, entre 2000 y 2018, la densidad aumentó 10% en Bogotá y 5% en San Pablo, mientras que se redujo un 13% en Ciudad de México, un 8% en Lima y Santiago y un 6% en Buenos Aires (Bocarejo, 2020). Las diferencias en la densidad poblacional repercuten en la organización de las ciudades y en el desarrollo de los sistemas de transporte. En efecto, en una muestra de 300 ciudades de Brasil, Chile, Colombia y México, las mayores tasas de automóviles se asociaron con mayores niveles de complejidad de la forma urbana y de la red de calles, además de encontrar una asociación negativa entre el aumento de las tasas de automóviles entre 2010 y 2015 y la densidad de población de las ciudades, lo que sugiere que las zonas de baja densidad han estado experimentando un mayor aumento de las tasas de automóviles en las ciudades examinadas (Delclòs-Alió et al., 2023).

### ● 1.2.3 FACTORES DE DESARROLLO DEL TRANSPORTE

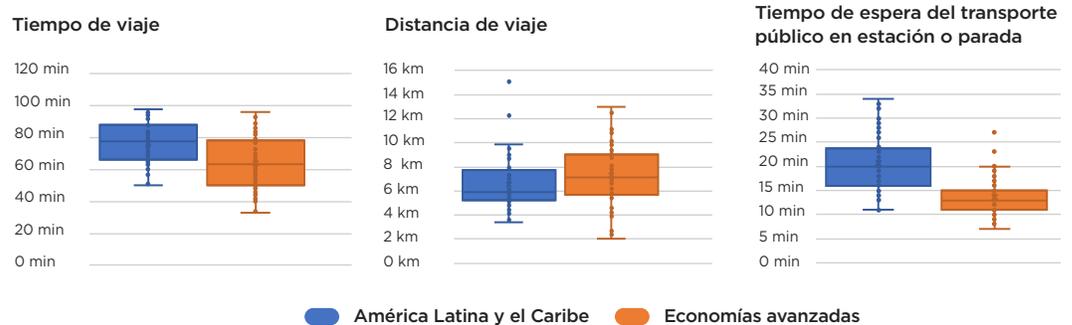
**La asignación de espacio en la infraestructura vial ha favorecido al automóvil sobre el transporte colectivo y activo.** De acuerdo con los últimos datos disponibles, el sistema vial de las 29 mayores áreas metropolitanas de ALC posee 277.000 km de extensión, de los cuales menos del 1% es de dedicación exclusiva para el transporte público y solo el 1,2% corresponde a infraestructura para movilidad activa (Estupiñan et al., 2018). Esta priorización en la asignación de infraestructura ha derivado en una mayor competitividad del automóvil en comparación con los modos alternativos. Análisis con ciudades de diferente tamaño en la región muestran que en 9 de cada 10 viajes típicos el automóvil ofrece menores tiempos de viaje que el transporte público (Giraldez et al., 2022).

**La calidad del servicio del transporte público en la región es menor a la ofrecida en muchas economías avanzadas, lo que desestimula su uso.** A pesar de su cobertura, existen deficiencias en materia de flota de transporte, accesibilidad, confiabilidad y seguridad de los pasajeros. La edad promedio de la flota del transporte público de superficie supera los 15 años, llegando incluso en algunos países a una antigüedad superior a los 20 años (frente a los 11,4 años de Europa), lo que afecta el nivel

percibido de confort y de seguridad de los usuarios, al tiempo que reduce la eficiencia operativa de las unidades. La accesibilidad al transporte también es reducida y afecta especialmente a las personas de bajos ingresos que habitan en zonas periféricas, que a menudo deben recurrir al transporte informal para movilizarse. Las personas de la región viajan una misma distancia en mayor tiempo, la espera promedio también es superior y su rango de variabilidad más amplio (Figura 1.11). Ello impacta en la confiabilidad del servicio que es, en general, mal evaluado por los usuarios (Rivas et al., 2019).

FIGURA 1.11.

**Tiempo de viaje, distancia de viaje y tiempo de espera del transporte público en ALC y en economías avanzadas**



Fuente: Rivas et al. (2019).

**Estas tendencias desestimulan el desarrollo de modos más sostenibles y contribuyen a incrementar las emisiones de CO2 de la movilidad urbana.** El transporte privado es el mayor responsable de las emisiones en algunas de las principales las ciudades de la región (Recuadro 1.2). Según estimaciones de Giraldez et al. (2022), el automóvil aporta el 67% de las emisiones totales de CO2 provenientes de la movilidad urbana, mientras que únicamente representa el 26% los viajes. Asimismo, el incremento de la motorización ha agravado la congestión en la región, con el consiguiente impacto en la contaminación. En efecto, Bedoya-Maya et al. (2022b) evidenciaron una relación positiva entre la congestión urbana y la contaminación local en las megaciudades de ALC, donde al aumentar los niveles de congestión vial por hora en un 1%, aumentan los niveles de CO en un 0,13 %, de dióxido de nitrógeno (NO2) en un 0,16 % y de PM10 en un 0,19 % durante la misma hora.



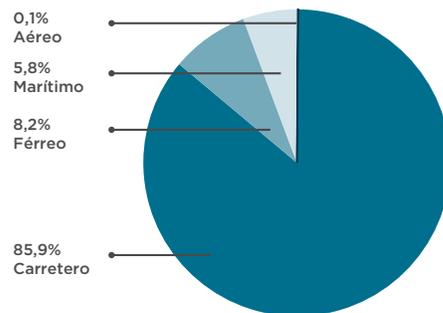
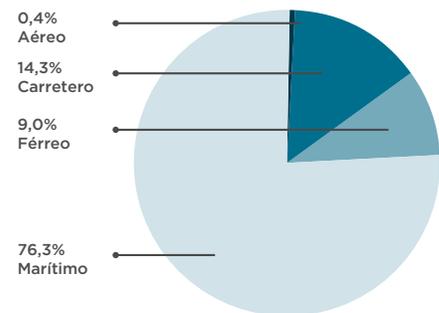
RECUADRO 1.2.

**Emisiones contaminantes en las ciudades de ALC**

Una mirada más cercana a la situación en las ciudades de ALC permite identificar las mayores fuentes de emisión del transporte. Giraldez et al. (2022) comparan las emisiones totales de CO<sub>2</sub> generadas por autobuses y automóviles en un día regular en Ciudad de México, San Pablo, Bogotá y Montevideo, valiéndose de datos de encuestas OD, distancias recorridas, demanda promedio y tasas de emisión de CO<sub>2</sub>/km de acuerdo con EEA (2019). Las estimaciones de los autores revelan que el automóvil es el modo más contaminante en las cuatro ciudades analizadas, aportando el 67% de las emisiones totales de CO<sub>2</sub> provenientes de la movilidad urbana, movilizándolo apenas el 26% los viajes. Esto representa el 98% del CO<sub>2</sub> emitido controlando por la cantidad de usuarios movilizados. Estos hallazgos no son menores, ya que el cambio climático exige esfuerzos de política pública inmediata, pero los direccionamientos de las inversiones en infraestructura y la falta de planificación integrada entre uso del suelo y transporte han repercutido en una reducción de la competitividad relativa del transporte público, que redundando en detrimento del cambio modal requerido hacia modos socioambientalmente más sostenibles, como el transporte masivo y el activo (Cavallo et al., 2020). En efecto, la inversión en infraestructura de transporte en la región ha estado concentrada en infraestructura vial para automóviles (96%), lo que le ha concedido a este modo una mayor competitividad frente al transporte público en términos de tiempos de viaje y en distancias recorridas por encima de los 800 metros (Giraldez et al., 2022).

**El desbalance de la matriz modal explica la preponderancia del transporte carretero en las emisiones del sector.** Este modo representa el 85,9% de los movimientos domésticos de mercancías. Asimismo, concentra el 30% del comercio intrarregional en América del Sur y prácticamente la totalidad de los intercambios en Centroamérica (Calatayud & Montes, 2021). La participación de los ferrocarriles de carga en la matriz modal es reducida, concentrándose en el transporte de graneles y minería en pocos países de ALC, representando un 8,2% del total de 4,3 billones de toneladas-km domésticas transportadas (Figura

1.12). El transporte aéreo de carga participa en apenas el 0,1% del total de toneladas transportadas (aunque representa el 3,3% de las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector transporte). El transporte fluvial, si bien relevante en países como Argentina, Brasil y Paraguay, no está siendo lo suficientemente aprovechado si se tiene en cuenta la riqueza de vías navegables de la región, representando un 2,6% del total de las toneladas-km transportadas. Con relación a los movimientos de carga internacionales, los lidera el transporte marítimo (76,3%), seguido por el transporte carretero (14,3%), férreo (9,0%) y aéreo (0,4%).

**FIGURA 1.12.****Partición modal transporte de carga en ALC (2019)****Doméstico****Internacional**

**Fuente:** Elaboración propia con datos de ITF (2023a).

**Nota:** Partición modal calculada a partir de toneladas-km domésticas transportadas de carga.

**Las ineficiencias del transporte de carga contribuyen a aumentar las emisiones del sector.** En la región, los valores de ocupación del transporte automotor de carga se ubican en promedio en el rango del 40% de los vehículos-km vacíos, por encima del promedio aproximado de los países europeos (25%) y de Norteamérica (20-25%), lo que se suma a la escasa incorporación de tecnología para la asignación de cargas y rutas y las ineficiencias por tiempos muertos que surgen de las demoras asociadas a las operaciones de carga y descarga (Barbero et al., 2020). Por otro lado, las demoras en los procesos de carga y descarga en puertos y terminales logísticas, en el ingreso y salida de nodos urbanos y en los pasos de frontera repercuten negativamente en avanzar hacia una mayor eficiencia energética del sector.



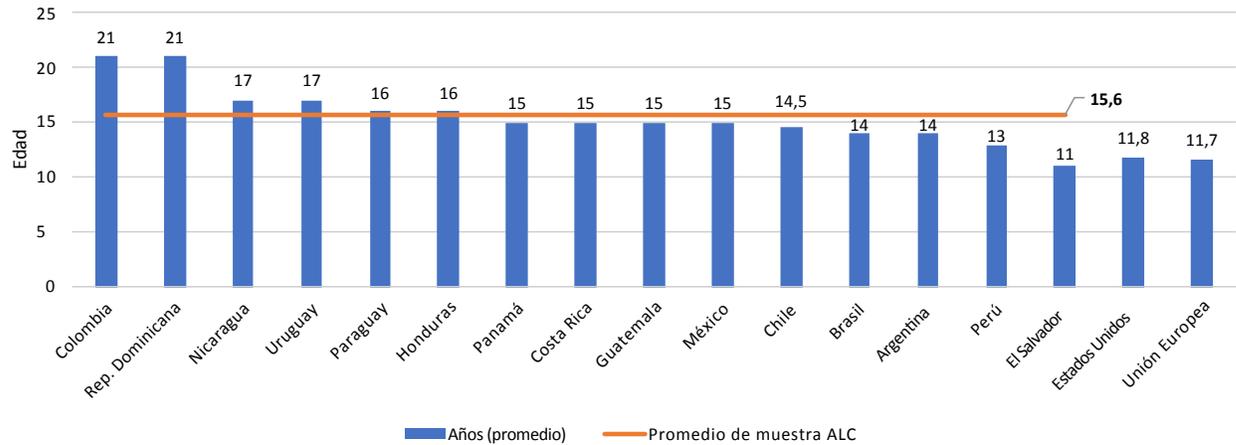
**La antigüedad de la flota vehicular en la región impacta en el nivel de emisiones del sector.** La antigüedad promedio de la flota terrestre de camiones se sitúa alrededor de los 15,6 años frente a los 11,7 años de la Unión Europea (UE) (Figura 1.13). La mayor edad de los vehículos se asocia con mayores pérdidas en materia de eficiencia energética, así como con menores niveles de seguridad, calidad del servicio y altos niveles de emisiones. Un desafío adicional es el estado de la infraestructura vial en la región: el porcentaje de km de vías pavimentadas en ALC es de apenas 33,2%, la mitad del que poseen los países de la OCDE (74,75%). La calidad de la infraestructura vial tiene una incidencia directa en el nivel de emisiones de los vehículos, aumentando en promedio 2,5% cuando los vehículos transitan por vías en mal estado (Setyawan et al., 2015). Finalmente, en relación a los vehículos particulares, la importación de vehículos usados con menores estándares de calidad frente a los aplicados en los países de origen es un desafío especialmente importante en los países de América Central y el Caribe (Recuadro 1.3).

**La normativa sobre estándares de emisiones incide en la composición de la flota vehicular y en sus emisiones.** Un análisis para nueve países de la región muestra que la mayoría de los vehículos diésel de carga no cumplen con los estándares Euro II de emisiones (Barbero & Guerrero, 2017), mientras que en Europa los camiones ya deberán cumplir con el estándar Euro VII a partir de 2027 (ver Capítulo 4, sección 4.2.1.). Cumplir con el estándar Euro VI en diésel implica una reducción del 81% en emisiones de CO, NOx e hidrocarburos, y de un 96% en PM respecto al estándar Euro I. La evolución de los estándares de emisiones exigidos en la región es dispar entre los países, encontrándose en términos generales por detrás de los adoptados en los países referentes de la UE y Estados Unidos (Figura 1.14).



FIGURA 1.13.

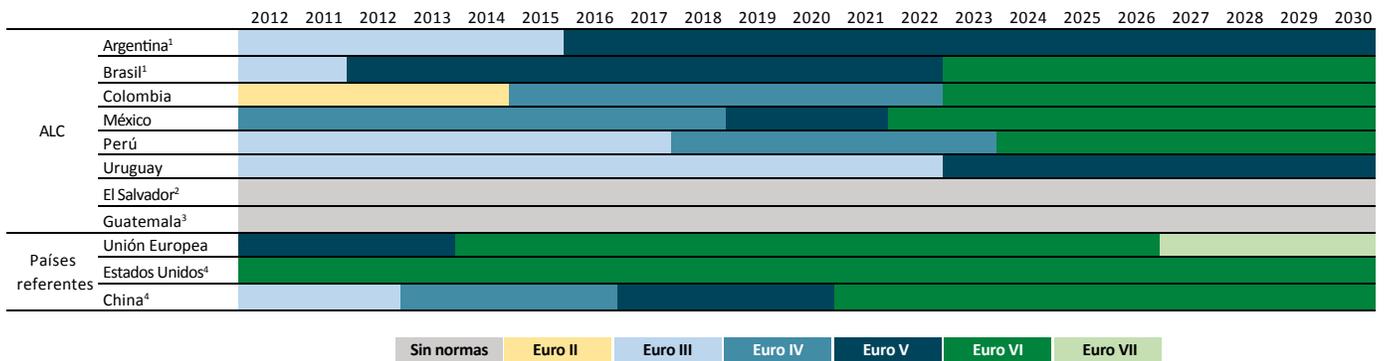
Edad promedio de la flota de transporte automotor de carga (países seleccionados)



**Fuente:** Elaboración propia con base en: Colombia, República Dominicana, Nicaragua, Paraguay, Honduras, Panamá, Costa Rica, Guatemala y El Salvador (Barbero & Guerrero, 2017); Uruguay, México, Chile, Brasil, Argentina, UE y Estados Unidos (Barbero et al., 2020); Perú (BID, 2015).

FIGURA 1.14.

Año de implementación de normas sobre emisiones para vehículos pesados



**Fuente:** Elaboración propia con base en: Argentina, Brasil, Colombia y México (López et al., 2022); Perú (Transport Policy, 2023); Uruguay (IMPO, 2008, 2021); El Salvador y Guatemala (PNUMA, 2020); UE, Estados Unidos y China (Miller & Braun, 2020; Miller & Jin, 2019).

**Notas:** (1) En la práctica, Argentina y Brasil hicieron un salto de normas Euro III a Euro V debido a un retraso en la implementación de las normas Euro IV (Façanha, 2016; Transport Policy, 2023) (2) La norma de emisiones salvadoreña obligatoria hace mención al tipo de combustible que utiliza el vehículo y no a estándares de emisión (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2021). (3) El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala tienen un borrador sobre la normativa de emisiones del transporte público, pero aún no ha sido oficializada (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2013). (4) Normativas utilizadas en Estados Unidos y China corresponden al equivalente al estándar Euro.



RECUADRO 1.3.

**Importación de vehículos usados en países de la región**

Del total de vehículos exportados a nivel mundial entre 2015 y 2018 -correspondiente a 14 millones de vehículos ligeros-, el 9% tuvo como destino ALC (PNUMA, 2020). La política de importación de vehículos usados difiere según los países de la región, desde países que prohíben la importación de vehículos usados hasta países donde no hay límites de edad que restrinjan el ingreso de vehículos al país, como es el caso de Costa Rica, Haití, Panamá y Surinam (Tabla 1.3.1). En particular, los países de América Central y el Caribe son quienes tienen mayor flexibilidad en términos de edad límite para la importación de vehículos usados, permitiendo el ingreso de aquellos que superan los 5 años.

La importación de vehículos usados representa una barrera para la descarbonización del sector transporte. En su mayoría, estos vehículos son más contaminantes, además de impactar en la seguridad vial (aspecto no considerado normalmente en las regulaciones de importación). Por ejemplo, en Guatemala se ha observado que el aumento de las emisiones de la flota vehicular ha sido impulsado por las importaciones de vehículos usados con más de 10 años de antigüedad (Anaya, 2018). La edad promedio de la flota vehicular de automóviles en Guatemala es de 19 años, y en el año 2020 los vehículos usados representaron el 19% de las importaciones totales de automóviles nuevos y usados (ICEX, 2021). Por otro lado, sin considerar los países que prohíben la importación de vehículos usados, solamente cuatro países en la región disponen de regulación sobre las emisiones de los vehículos importados, incluyendo Bolivia (norma Euro II), Costa Rica, México y Perú (Euro IV) (PNUMA, 2020). De esta manera, resulta fundamental que los países avancen en la regulación del mercado de los vehículos usados para asegurar su alineación con los objetivos climáticos del sector transporte.



TABLA 1.3.1

Restricciones de edad para la importación de vehículos usados en países en ALC

Edad límite de importación	Países
Prohibido	Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Uruguay y Venezuela
4 y 5 años	Bahamas, Barbados, Belice, Bolivia, Jamaica, Perú, República Dominicana, y Trinidad y Tobago
6 - 8 años	El Salvador, Guyana, Honduras
Más de 9 años	Guatemala, México, Nicaragua y Paraguay
Sin límites de edad	Costa Rica, Haití, Panamá, Surinam

Fuente: Elaboración propia con base en PNUMA (2020).

• 1.2.4 FACTORES DE DESARROLLO TECNOLÓGICO

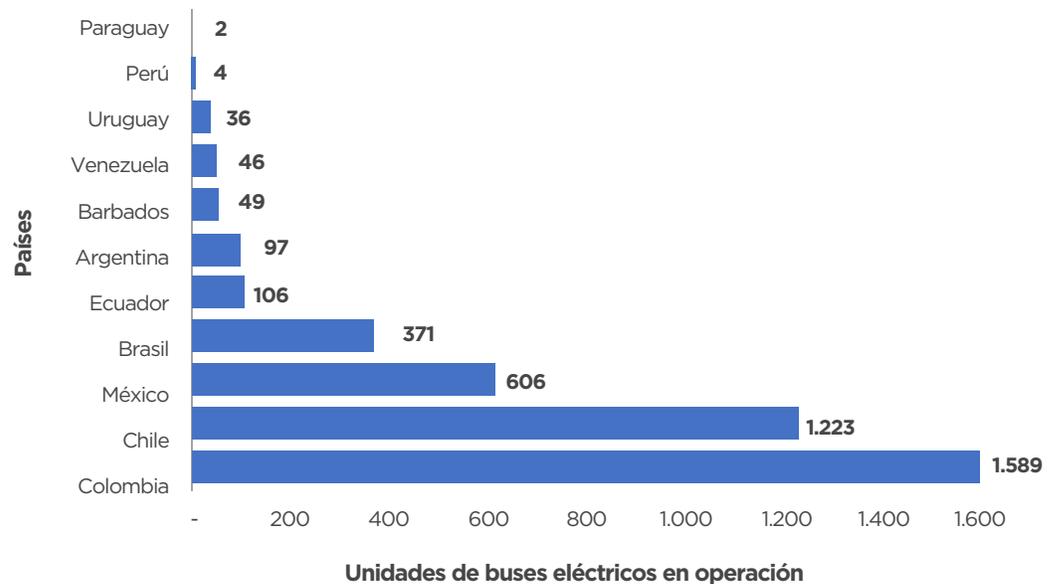
La tasa de adopción de tecnologías de cero y bajas emisiones está muy rezagada en comparación con países referentes. Mientras en China se registraron 5,9 millones de vehículos livianos de cero y bajas emisiones en 2022, y en Europa y Estados Unidos 3,5 millones de vehículos, en ALC esta cifra se ubicó por debajo de las 40 mil unidades (BEV y PHEV, battery electric vehicle y plug-in hybrid electric vehicle, respectivamente por sus siglas en inglés) (IEA, 2023d). Respecto a buses y camiones eléctricos, China sigue tomando la delantera con un total de 54.000 buses eléctricos y 52.000 camiones eléctricos registrados en 2022, representando alrededor del 80 y 85% de las ventas globales, respectivamente (IEA, 2023a). Con respecto al stock de buses registrados a 2023, China reporta un total de 770.000 y Europa de 15.100 unidades (IEA, 2023d), mientras en ALC el stock asciende a 4.100 unidades (E-BUS RADAR, 2023). Dentro de la región, Colombia y Chile lideran la electrificación del transporte público (ver Capítulo 5, Recuadro 5.3.). Otros países como México, Brasil,



Ecuador, Argentina, Barbados, Venezuela, Uruguay, Perú y Paraguay han avanzado en la electrificación del transporte público, pero en escalas más reducidas (Figura 1.15), la mayoría en formato piloto. Los pilotos han permitido a las ciudades probar los vehículos eléctricos en condiciones reales de operación y entender los riesgos y oportunidades asociadas a su operación. La adopción de estas nuevas tecnologías de vehículos ha involucrado diferentes mecanismos de financiación, contratación y modelos de negocio para la adquisición y operación de flota (Tabla 1.1), prevaleciendo en la región el modelo que separa adquisición y operación de la flota, el financiamiento privado de la infraestructura de carga y patios por parte del operador y el pago de la operación mediante tarifas y subsidios complementarios con fondos públicos (PNUMA, 2022).

FIGURA 1.15.

Adopción de buses eléctricos en países de ALC



Fuente: Elaboración propia con base en E-BUS RADAR (2023).



TABLA 1.1.

## Modelos de implementación de buses eléctricos en países de ALC

País	Adquisición y operación de flotas	Infraestructura de recarga y patios	Pago de operación
Argentina	Inversión y operación pública	Infraestructura pública existente previamente	Tarifa + subsidio
Barbados	Inversión y operación pública	Inversión pública	Tarifa + subsidio
Brasil	Alianza de concesión de operación de transporte con empresa de energía  Concesión operación de transporte integral	Inversión privada proveedor de buses	Tarifa + subsidio
Chile	Alianza de concesión de operación de transporte con empresa de energía  Concesión operación de transporte integral	Financiamiento privado por operador	Tarifa + subsidio
Colombia	Provisión de flota separado de la operación de flota	Financiamiento privado por operador	Tarifa + subsidio
México	Inversión y operación pública  Provisión de flota separado de la operación de flota	Infraestructura pública existente previamente	Tarifa + subsidio
Uruguay	Concesión operación de transporte integral	Inversión privada proveedor de buses	Tarifa + subsidio

**Fuente:** Elaboración propia con base en PNUMA (2022).

**Nota:** Infraestructura pública existente previamente a la implementación de infraestructura de recarga refiere a redes de catenarias o cableado aéreo.



Los incentivos a la movilidad eléctrica se encuentran en distintos estados de desarrollo en los países en la región. Existe consenso en que el desarrollo de un marco de incentivos es vital para el despliegue de la tecnología en las fases iniciales. En la región, la batería de instrumentos utilizada para incentivar la movilidad eléctrica difiere según la normativa y los incentivos considerados (Tabla 1.2). En general, los países han mostrado un grado de avance en la elaboración de Estrategias de Movilidad Eléctrica, en la elaboración de leyes específicas para la promoción de vehículos eléctricos e infraestructura de carga, así como también en incentivos arancelarios a la importación y de impuestos, con un menor desarrollo en relación a tarifas de electricidad diferenciadas.

TABLA 1.2.

Modelos de implementación de buses eléctricos en países de ALC

Políticas e Incentivos		Brasil	Chile	Colombia	Costa Rica	El Salvador
Política Nacional y Regulación	Estrategia de Movilidad Eléctrica	No	Sí	Sí	Sí	No
	Ley de Promoción de Vehículos Eléctricos (Borrador o Aprobada)	Sí	Sí (aprobado)	Sí (aprobado)	Sí (aprobado)	Sí (aprobado)
	Legislación de infraestructura de carga	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Incentivos Fiscales	Incentivos arancelarios a la importación	Sí	No	Sí	Sí	Sí
	Incentivos de impuestos (compra, venta, otros)	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
	Tarifas de electricidad según hora de uso	No	No <sup>1</sup>	No <sup>2</sup>	Sí	Sí



Políticas e Incentivos		Guatemala	Honduras	México	Nicaragua	Panamá	Uruguay
Política Nacional y Regulación	Estrategia de Movilidad Eléctrica	Sí (borrador)	Sí (borrador)	Sí	No	Sí	No <sup>3</sup>
	Ley de Promoción de Vehículos Eléctricos (Borrador o Aprobada)	Sí (aprobado)	Sí (borrador)	No	Sí (aprobado)	Sí (aprobado)	No <sup>4</sup>
	Legislación de infraestructura de carga	Sí	No	Sí	No	Sí	Sí
Incentivos Fiscales	Incentivos arancelarios a la importación	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí
	Incentivos de impuestos (compra, venta, otros)	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí
	Tarifas de electricidad según hora de uso	Sí	No	No	No	Sí	No <sup>5</sup>

**Fuente:** Elaboración propia con base en: Brasil (Cámara de Diputados, 2023; Gramkow & Oliveira, 2023); Chile (Ministerio de Energía, 2021a, 2021b); Colombia (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019b, 2019a); Costa Rica (Viscidi, 2021); El Salvador (Asamblea Legislativa de la República de El Salvador, 2021); Guatemala (Congreso de la República de Guatemala, 2022); Honduras (MOVE, 2022); México (Carrillo et al., 2020); Nicaragua (Asamblea Nacional de la República de Nicaragua, 2022); Panamá (Asamblea Nacional de la República de Panamá, 2022); Uruguay (Ministerio de Ambiente República Oriental del Uruguay, 2021; Ministerio de Economía y Finanzas, 2020; MOVES, 2022).

**Notas:** (1) En la Estrategia Nacional de Electromovilidad de Chile se plantean medidas de acción para los próximos años que tienen relación con las tarifas horarias para la electromovilidad e integración eficiente con la red eléctrica. (2) Según establece la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica de Colombia, en 2022 debería estar definido un esquema tarifario de energía para consumo de vehículos eléctricos. No obstante, a la fecha aún no se ha establecido. (3) Si bien Uruguay no cuenta con una Estrategia de Movilidad Eléctrica, dispone de una Estrategia Climática de Largo Plazo y una Guía de Movilidad Eléctrica en Uruguay en el marco del proyecto NUMP Uruguay (Euroclima+/GIZ). (4) Si bien Uruguay no cuenta aún con una ley de promoción de vehículos eléctricos, actualmente cuenta con una Ley de Promoción de Inversiones (Decreto 268/020) que otorga beneficios a proyectos donde hay inversión en vehículos utilitarios eléctricos, además de un tratamiento tributario diferente para los vehículos eléctricos (Decreto 370/021). (5) Uruguay brinda un descuento en la tasa de conexión de nuevos suministros o aumento de la potencia contratada asociados a la potencia de carga del vehículo o del SAVE instalado.



**El desarrollo de la movilidad eléctrica representa una gran oportunidad en una región con una de las matrices de producción de energía más limpias del mundo.** En ALC, más de una cuarta parte de la energía primaria proviene de energías renovables, el doble del promedio mundial (IRENA, 2016). En 2021, las energías renovables ascendieron al 59% de la generación de energía en ALC (con predominio de la energía hidroeléctrica) (Recuadro 1.4). En contraste, la participación de las energías renovables en la generación de electricidad mundial representó el 29% (IEA, 2021). Si bien la energía hidroeléctrica y los biocombustibles han tenido gran importancia en ALC, los países de la región están ampliando su matriz a otras fuentes de energía renovable, como la energía solar, eólica y la electricidad basada en la biomasa. Brasil, Chile y México se ubicaron entre los diez principales mercados mundiales de energía renovable en términos de inversión en los últimos años, y varios países como Costa Rica, Uruguay y Paraguay generan prácticamente toda la electricidad a través de energías renovables (IRENA, 2022). Este aumento de las energías renovables dentro de la composición energética de los países es visto como una oportunidad para contribuir al crecimiento económico, la seguridad energética y la descarbonización de la región, especialmente en el sector transporte (Zhang et al., 2018).



RECUADRO 1.4.

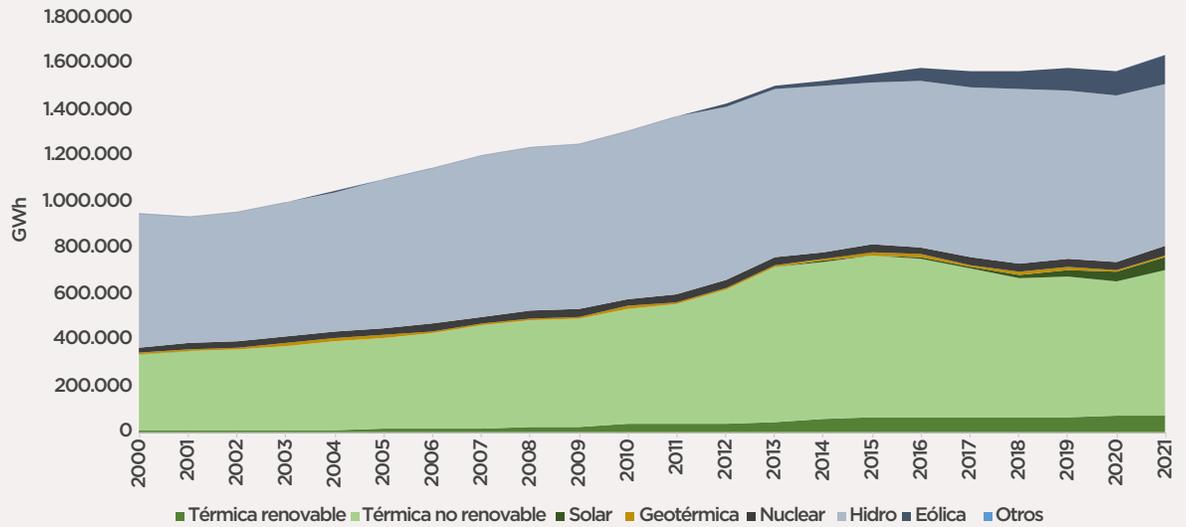
**Transporte y matriz eléctrica en América Latina y el Caribe**

Un bus eléctrico no genera emisiones por el tubo de escape, pero se pueden producir emisiones en la generación y transmisión de esa electricidad, de manera que es importante considerar las emisiones conocidas como *Well to Tank* (WTT), para evaluar el impacto de los GEI de ese bus eléctrico en particular, y del transporte en general. En ALC, el 59% de la generación de electricidad proviene de fuentes renovables, de los cuales el 73% proviene de centrales hidroeléctricas, 13% de generación eólica, 6% de generación solar, 8% de biomasa y 1% de geotermia (Figura 1.4.1.). La energía solar es la que ha experimentado un mayor crecimiento en la década 2011-2021, a una tasa promedio anual de 132%, mientras que la energía eólica también ha crecido significativamente, a un promedio de 40% para este período. A pesar de la alta participación de las fuentes renovables en la generación de electricidad, el promedio en la región esconde diferencias entre los distintos países. En el extremo inferior se encuentran Trinidad y Tobago con 0% de la generación eléctrica proveniente de fuentes renovables, Guyana (3%), Barbados (8%), Jamaica (12%) y Haití (19%), mientras que en el otro extremo se encuentran Costa Rica y Paraguay, con el 99,98% y 100% de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables, respectivamente (Figura 1.4.2.) (Hub de Energía, 2023). A medida que aumente la penetración de la movilidad eléctrica, la intensidad de carbono en la generación de electricidad será cada vez más relevante para el análisis del impacto climático total del sector transporte.



FIGURA 1.4.1.

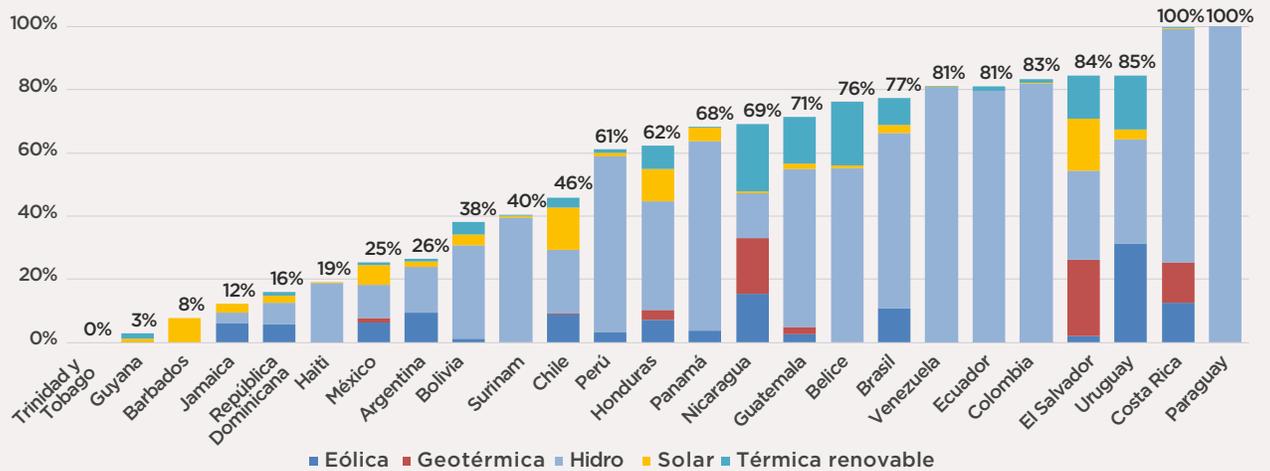
Generación eléctrica por fuente en ALC (2000-2021)



Fuente: Elaboración propia con base en Hub de Energía (2023).

FIGURA 1.4.2.

Generación eléctrica a partir de fuentes renovables en ALC (2021, por país)



Fuente: Elaboración propia con base en Hub de Energía (2023).

Nota: Incluye energía eólica, geotérmica, hidro, solar y térmica renovable.



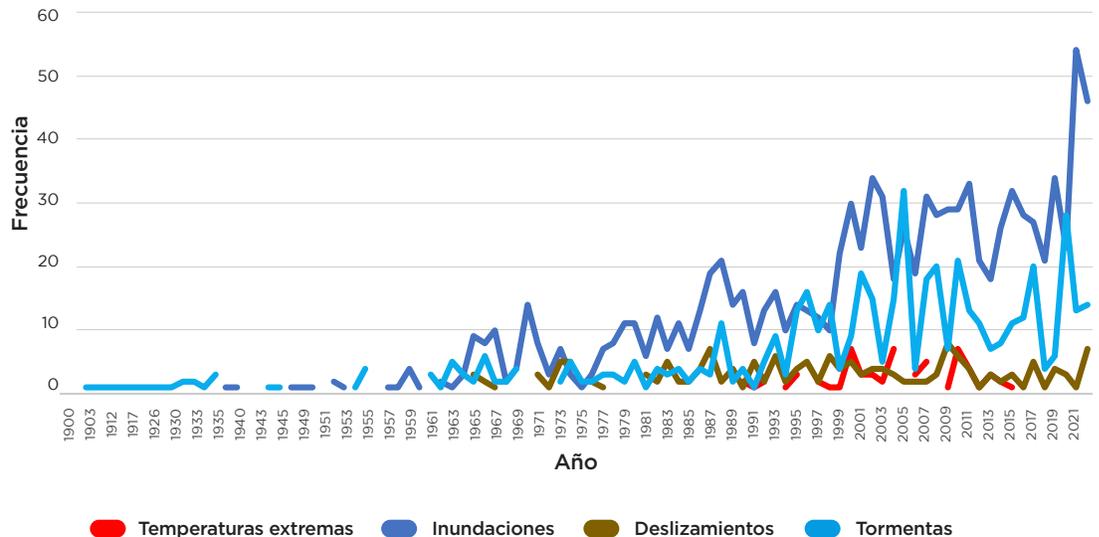
### 1.3.

## Impacto del CC en el sector transporte de ALC

A pesar de contribuir con solo el 5% de las emisiones globales de CO<sub>2</sub> derivadas de la quema de combustibles fósiles, la región se ve afectada significativamente por los efectos negativos del CC (IEA, 2022g; IPCC, 2014a). La temperatura promedio en la región pasó de aumentar 0,1°C por década entre 1961 y 1990, a crecer 0,2°C por década entre 1991 y 2021, mientras que el nivel medio del mar está creciendo a tasas superiores a la media global (WMO, 2022). Por su parte, ALC experimenta cada vez más desastres naturales (Figura 1.16), con países como Brasil, Colombia, México, Perú, Argentina y Haití concentrando la mayor frecuencia de los mismos (Figura 1.17).

FIGURA 1.16.

**Evolución histórica de la frecuencia anual de inundaciones, tormentas, deslizamientos y temperaturas extremas en ALC (1900-2021)**

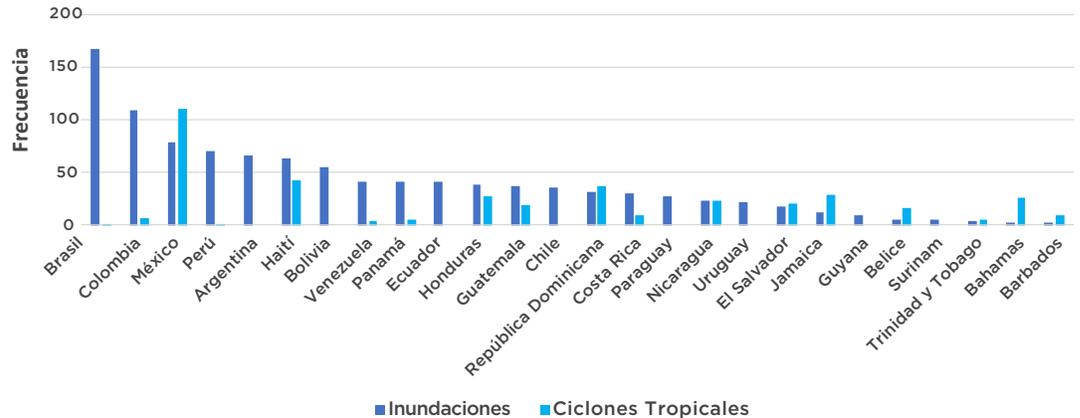


Fuente: Elaboración propia con datos sobre desastres naturales de EM-DAT (2023).



FIGURA 1.17.

**Número de inundaciones y ciclones tropicales experimentados por los países de ALC desde 1900**



Fuente: Elaboración propia con datos sobre desastres naturales de EM-DAT (2023).

**En los últimos años, el impacto de eventos climáticos extremos sobre los sistemas de transporte ha resultado en enormes pérdidas para la región.**

Se estima que un 25% de las pérdidas por desastres naturales en la región son asumidas por el sector transporte (CAF, 2018). Algunos ejemplos de los impactos sobre infraestructura y servicios de transporte incluyen:

- En República Dominicana, durante 2016 y 2017 los desastres naturales ocasionaron daños sobre la infraestructura de transporte que ascendieron a USD 394 millones (Olaya González et al., 2022).
- En las Bahamas, el huracán Dorian de 2019 causó daños a la infraestructura de transporte por USD 51 millones y pérdidas por interrupciones de servicios de transporte estimadas en USD 37 millones (Deopersad et al., 2020).
- En Honduras, la tormenta tropical Eta y el huracán Iota de 2020 causaron daños a la infraestructura de transporte por USD 82 millones y pérdidas por la interrupción de servicios de transporte estimadas en USD 59 millones (BID, 2021).
- En Brasil, el puerto de Santa Catarina ha interrumpido actividades por vientos extremos y mareas 76 veces en los últimos 6 años, ocasionando pérdidas entre USD 25.000 y 50.000 por cada 24 horas de interrupción (IPCC, 2022).

**Cada modo de transporte se ve afectado de diferentes maneras por los cambios en variables climáticas promedio y la ocurrencia de eventos climáticos extremos.** A su vez, los efectos negativos del CC sobre cada modo de transporte generan diferentes tipos de consecuencias para la economía y la sociedad. Entender los diferentes mecanismos mediante los cuales el CC genera daños a la infraestructura de transporte y interrupciones operacionales es fundamental para poder desarrollar políticas y medidas de adaptación apropiadas para la región. Con el fin de ilustrar estas diferencias, la Tabla 1.3 resume el principal rol que cumple cada modo de transporte en la región, las principales variables climáticas que lo afectan según la literatura y algunos ejemplos de daños y pérdidas históricas por eventos hidrometeorológicos extremos.





TABLA 1.3.

Impactos de cambios en las variables climáticas promedio y eventos climáticos extremos por modo de transporte

Modo	Relevancia	Principales tipos de impactos	Ejemplos de impactos históricos
<b>Marítimo</b>	Acceso a mercados internacionales y crecimiento económico. El modo marítimo transporta cerca del 80% del volumen total anual del comercio mundial (UNCTAD, 2018).	<ul style="list-style-type: none"><li>• Incrementos en el nivel medio del mar generan riesgo de inundaciones temporales o permanentes.</li><li>• Tormentas tropicales generan inundaciones y vientos severos que impiden la operación y generan daños significativos en estructuras y maquinaria.</li><li>• Temperaturas extremas limitan horas de trabajo al aire libre e incrementan el consumo de energía.</li><li>• Sequía limita navegabilidad fluvial.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Las Bahamas: huracán Dorian en 2019 generó USD 2,2 millones en daños y USD 12,8 millones en pérdidas para el modo marítimo (Deopersad et al., 2020; UNCTAD, 2022b).</li><li>• Honduras: huracán Iota y tormenta Eta en 2020 causaron pérdidas por USD 3,8 millones para el modo marítimo (BID, 2021).</li></ul>
<b>Aéreo</b>	Comercio internacional y conectividad regional y de zonas aisladas. Durante las últimas dos décadas, el transporte aéreo de pasajeros creció más del triple y el volumen de carga creció un 35% (Brichetti et al., 2021).	<ul style="list-style-type: none"><li>• Incrementos en el nivel del mar generan riesgo de inundaciones en aeropuertos.</li><li>• Incrementos de temperatura implican mayores distancias de despegue.</li><li>• Precipitaciones extremas implican mayores distancias entre aeronaves.</li><li>• Tormentas eléctricas generan demoras por cambios en rutas.</li><li>• Cambios en patrones del viento incrementan los tiempos de viaje y afectan la seguridad de vuelos por turbulencia de aire claro.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Las Bahamas: huracán Dorian en 2019 generó USD 37 millones en daños y USD 24 millones en pérdidas para el modo aéreo (Deopersad et al., 2020).</li><li>• Honduras: huracán Iota y tormenta Eta en 2020 generaron daños por USD 5,4 millones y pérdidas por USD 4,8 millones para el modo aéreo (BID, 2021).</li></ul>



TABLA 1.3.

Impactos de cambios en las variables climáticas promedio y eventos climáticos extremos por modo de transporte

Modo	Relevancia	Principales tipos de impactos	Ejemplos de impactos históricos
<b>Carretero</b>	Absorbe más de 70% del movimiento doméstico de carga en la región, el 30% del comercio interregional en América del Sur y prácticamente la totalidad de los intercambios en Centroamérica (Calatayud & Montes, 2021). Modo predominante para la movilidad interurbana de pasajeros en ALC (BID, 2020).	<ul style="list-style-type: none"><li>• Precipitaciones extremas saturan sistemas de drenaje y generan inundaciones, limitando las velocidades e incrementando la probabilidad de siniestros.</li><li>• Precipitaciones prolongadas pueden causar saturación del suelo y deslizamientos.</li><li>• Temperaturas extremas aceleran el deterioro de pavimentos asfálticos y expansión térmica de juntas en puentes</li><li>• Amplitud térmica acelera el deterioro de pavimentos de concreto al causar una distribución no uniforme de esfuerzo.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Colombia: Lluvias extremas en 2010 y 2011 generaron daños en la infraestructura vial por USD 1.600 millones, afectando a más de 31.635 km de carreteras (Ministerio de Transporte, 2014).</li><li>• Paraguay: Lluvias extremas en 2015 y 2016 generaron más de USD 220 millones en daños sobre la infraestructura vial (CAF, 2018).</li></ul>
<b>Urbano</b>	En ALC, la tasa de urbanización pasó del 41,3% al 80% de la población total entre 1959 y 2015 (Calatayud et al., 2021). Los sistemas de transporte urbano permiten el acceso a oportunidades de trabajo, estudio, bienes y servicios (BID, 2020) y al mismo tiempo son fundamentales para la evacuación durante desastres.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Precipitaciones extremas causan inundaciones por las grandes superficies impermeables, resultando en mayor congestión, interrupciones en los sistemas de metro subterráneo y limitaciones para el transporte activo. Los impactos pueden ser más fuertes en ciudades costeras.</li><li>• Temperaturas extremas acentuadas por el efecto de isla de calor causan deterioro acelerado de pavimentos, generando mayores costos de mantenimiento. También pueden inducir cambios desde modos activos y transporte público hacia el vehículo particular.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Buenos Aires: en 2013 la ciudad experimentó una de las tormentas de mayor intensidad registradas en los últimos 50 años. Las inundaciones en rutas de transporte público y disrupciones en los sistemas masivos de transporte afectaron de forma directa a 350.000 personas. Los daños directos ascendieron a USD 300 millones (Banco Mundial, 2016).</li><li>• Río de Janeiro: las lluvias de alta intensidad están asociadas con una reducción entre el 1,03% y el 7,30% en la velocidad promedio de los buses, generando demoras asociadas con un costo anual estimado entre USD 37 y 54 millones (Chaves Maia, 2022).</li></ul>

Fuente: Elaboración propia.



## 1.4. Determinantes de la vulnerabilidad del sector transporte frente al CC en ALC

### • 1.4.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La infraestructura de transporte de algunos países de la región se encuentra expuesta en mayor medida a la ocurrencia de eventos climáticos extremos por su ubicación geográfica. Este es el caso de los países del Caribe, que se localizan en el corredor de huracanes, lo cual resulta en afectaciones más frecuentes de su infraestructura costera de transporte (ver Recuadro 1.5). De forma similar, los países ubicados en la zona ecuatorial experimentan lluvias extremas con mayor frecuencia que, sumadas a la topografía montañosa de estos países, suele generar inundaciones y deslizamientos de tierra, afectando principalmente a la infraestructura carretera.

#### RECUADRO 1.5.

#### Vulnerabilidad de los países del Caribe

Los países del Caribe, particularmente los que forman parte de los Pequeños Estados Insulares en Desarrollo (SIDS, por sus siglas en inglés), son extremadamente vulnerables a los efectos del CC. Debido a su ubicación geográfica, estos países se encuentran altamente expuestos a eventos extremos como ciclones, tormentas tropicales, vientos extremos, terremotos y tsunamis. Debido a su tamaño, proporciones más elevadas de la población y activos se encuentran ubicados en zonas costeras bajas. Por ejemplo, se estima que el 32% de la tierra y el 25% de la población de las Bahamas se encuentran a menos de 0,5m sobre el nivel del mar (Strauss & Kulp, 2018). El mayor nivel de exposición de la población y activos hace que los SIDS tengan mayores impactos negativos ante la ocurrencia de fenómenos extremos. Por ejemplo, la temporada de huracanes de 2017 ocasionó daños por USD 320 mil millones en el Caribe (Organización



Meteorológica Mundial, 2018). En las Bahamas, el huracán Dorian ocurrido en 2019 causó daños y pérdidas por USD 3.400 millones (Deopersad et al., 2020). En República Dominicana, los daños anuales esperados por huracanes ascienden a USD 345 millones (Banco Mundial, 2018).

La infraestructura de transporte en los SIDS del Caribe está ubicada principalmente en zonas costeras, por lo cual es más vulnerable a los incrementos en el nivel medio del mar y eventos hidrometeorológicos extremos. Sus sistemas de transporte cuentan con muy poca redundancia, con los puertos y aeropuertos siendo críticos por ser el principal medio de abastecimiento para la población. Estas características hacen que las interrupciones y el tiempo de recuperación tras la ocurrencia de eventos extremos sean mayores. Adicionalmente, las economías de estos países no son muy diversas, con el turismo representando entre el 11% y el 79% de su PIB (Monioudi et al., 2018). Esto hace que la ocurrencia de eventos extremos impacte de manera más profunda a estas economías, incluyendo pérdidas de empleo en la población (Banco Mundial, 2017).

Se estima que los SIDS del Caribe enfrentarán más de USD 22.000 millones en pérdidas anuales hacia 2050 como consecuencia del CC (Bueno et al., 2008). Cerca de 3.100 km<sup>2</sup> de territorio podrían quedar inundados en estos países, incluyendo 21 de 64 aeropuertos existentes (Simpson et al., 2011). Adicionalmente, se proyecta que un incremento de 1m en el nivel medio del mar inundaría el 80% de los puertos (Mycoo, 2017). Teniendo en cuenta el pequeño tamaño de las economías y los grandes costos asociados a los daños en la infraestructura de transporte, estos países requieren apoyo financiero significativo para recuperar su infraestructura después de un desastre e implementar medidas de adaptación que la hagan más resiliente ante eventos futuros. Las limitaciones de recursos y elevados niveles de endeudamiento de la mayoría de SIDS no les permite contar con suficientes reservas para atender emergencias, limitando la capacidad de respuesta inmediata y de implementación de medidas de adaptación frente a las amenazas que impone el CC (Banco Mundial, 2017).



#### • 1.4.2 REDUNDANCIA

**Las limitaciones de recursos y deficiencias en procesos de planificación hacen que en muchos casos los sistemas de transporte de la región cuenten con poca redundancia.** El cierre de una carretera puede llegar a tener impactos más profundos en la economía y en la sociedad cuando no se cuenta con una ruta alternativa en condiciones apropiadas para continuar garantizando la conectividad, como por ejemplo sucede en el caso de Colombia (Recuadro 1.6). De forma similar, en países como Paraguay, la dependencia del transporte fluvial, en conjunto con vulnerabilidad de este modo a fenómenos climáticos, pueden representar importantes impactos para la economía (Recuadro 1.7). Invertir en aumentar la redundancia y mejorar el mantenimiento y adaptación de los sistemas de transporte de la región es fundamental para hacerlos más resilientes, ayudando a reanudar el servicio de forma oportuna frente a la ocurrencia de eventos extremos.

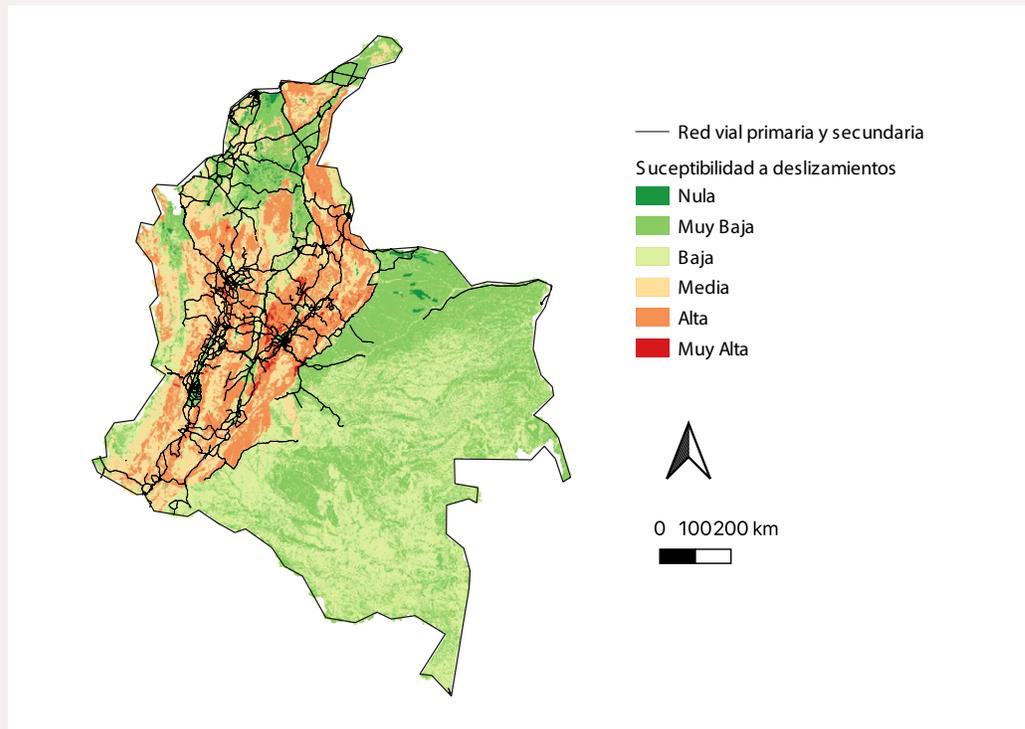
#### RECUADRO 1.6.

##### **Análisis de redundancia para la red vial de Colombia**

Debido a las condiciones topográficas del país y la ubicación geográfica de los principales centros poblados, gran parte de la red vial de Colombia se encuentra construida en terrenos montañosos. Por esta razón, las carreteras de este país son especialmente susceptibles a los efectos de las precipitaciones extremas y los deslizamientos de tierra (Figura 1.6.1). Adicionalmente, Colombia es uno de los países con mayores niveles de precipitación a nivel mundial, por lo que es bastante frecuente que se presenten deslizamientos que ocasionen el cierre de vías principales. En este contexto, contar con rutas alternativas es fundamental para garantizar la provisión de bienes y servicios ante la posible ocurrencia de deslizamientos u otros eventos extremos que puedan bloquear segmentos clave de la red vial.

FIGURA 1.6.1.

**Susceptibilidad a deslizamientos en Colombia en relación con la ubicación de la red vial**



**Fuente:** Elaboración propia con datos de la malla vial de OpenStreetMap contributors (2023) y datos de susceptibilidad a deslizamientos de IDEAM (2010).

La interrupción de segmentos viales en zonas de poca redundancia puede llegar a generar aislamiento y desabastecimiento en las comunidades más vulnerables. La Figura 1.6.2 muestra los resultados de un análisis de redundancia realizado sobre la red vial principal y secundaria de Colombia. Para cada segmento, se calculó la distancia extra que un vehículo tendría que recorrer para ir desde el origen hasta el fin del mismo, si el segmento fuese eliminado de la red. Excluyendo los segmentos para los cuales no existen alternativas (en líneas grises punteadas), los segmentos en rojo son los que tienen menores valores de redundancia, ya que los vehículos tendrían que recorrer más de 400 km adicionales si algún evento extremo los bloqueara. En efecto, los menores valores de cobertura y redundancia de la malla vial primaria y secundaria se encuentran en las zonas más alejadas de los centros económicos del país, coincidente con los mayores



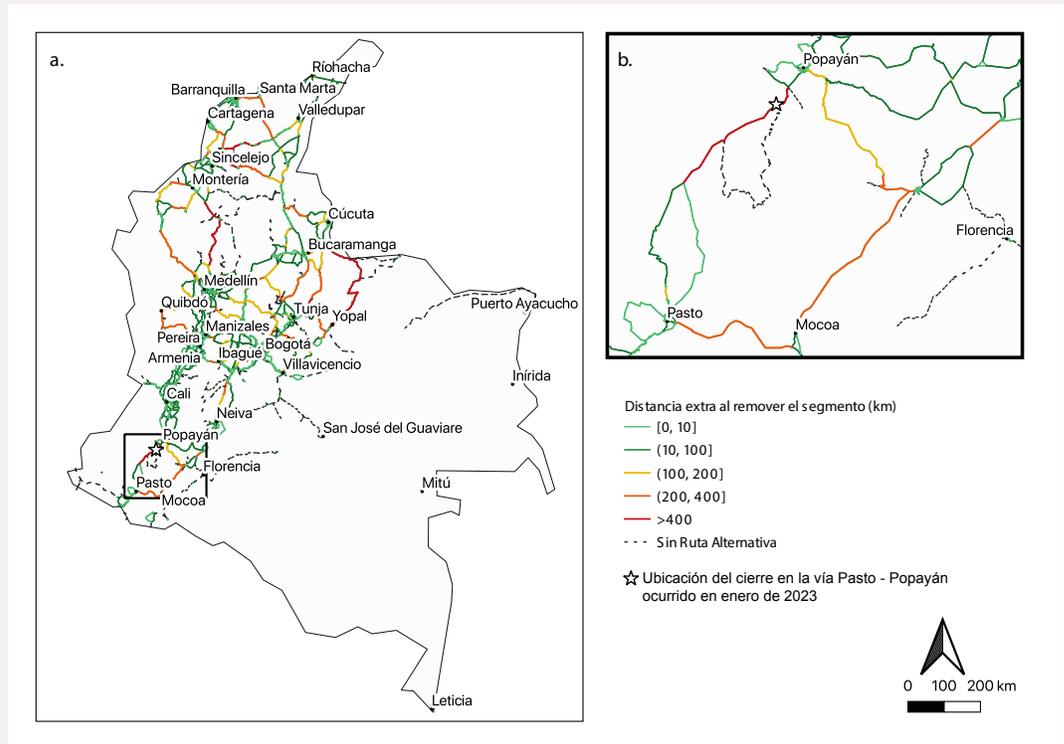
**La interrupción de segmentos viales en zonas de poca redundancia puede generar recorridos adicionales superiores a 400km.**

índices de pobreza. Alrededor de 65 municipios con valores de pobreza multidimensional superiores al 70% ubicados principalmente en los departamentos de Amazonas, Caquetá, Vaupés, Guainía, Vichada, Nariño, Cauca, Chocó, Bolívar y La Guajira, no cuentan con cobertura de malla vial primaria ni secundaria y sus rutas más cercanas cuentan con muy bajos niveles de redundancia.

Los efectos negativos de la limitada redundancia se evidencian constantemente en el país. Un ejemplo de esto ocurrió a comienzos de 2023, con el bloqueo por deslizamientos de un segmento de la carretera que comunica a Pasto con Popayán (Figura 1.6.2.b). Esta carretera forma parte de la Ruta Panamericana, cuenta con un valor de tráfico superior a 3.700 vehículos por día (INVIAS, 2018) y es de gran importancia no solo para abastecer a la zona suroccidental del país, sino también para conectar a Colombia con Ecuador. La ruta alterna para conectar a Pasto con Popayán involucra recorrer el tramo Pasto-Mocoa, el cual presenta desafíos en materia de seguridad vial y es conocido por tener altos índices de siniestros viales. Como consecuencia del cierre total de la vía Pasto-Popayán y la falta de infraestructura alternativa, la zona suroccidental del país quedó aislada del centro y fue necesario abastecerla por vía aérea.

FIGURA 1.6.2.

Distancia extra que se debe recorrer al eliminar cada arco de la red



**Fuente:** Elaboración propia con datos de la malla vial de OpenStreetMap contributors (2023). Cálculos de la ruta más corta realizados empleando la librería Pandana (Foti et al., 2012).

**Nota:** En el mapa se incluye la red vial primaria y secundaria de Colombia. El color de cada segmento indica la distancia adicional que un vehículo tendría que recorrer para ir desde el origen hasta el fin del mismo, si el segmento fuese sustraído de la red. La imagen "a" muestra los resultados del análisis para toda Colombia, mientras que la imagen "b" corresponde a un acercamiento sobre la carretera Pasto - Popayán, la cual sufrió un cierre total en enero de 2023 tras un deslizamiento, generando desconexión entre el sur y el centro del país.



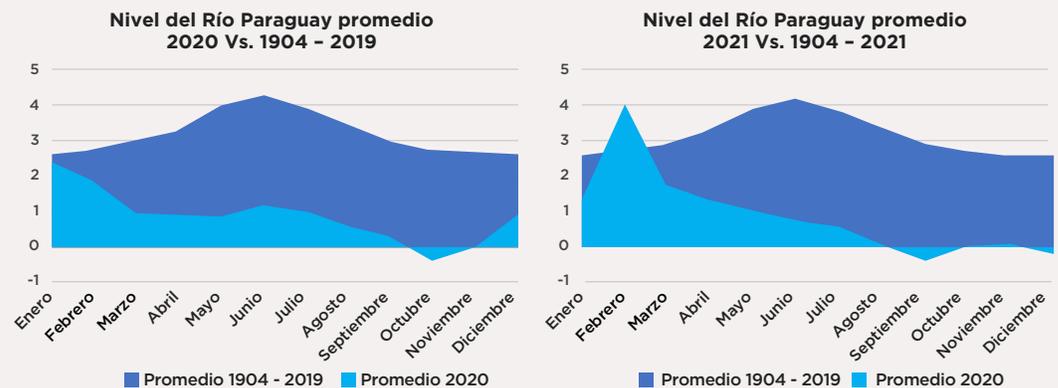
RECUADRO 1.7.

**Vulnerabilidad de la Hidrovía Paraná-Paraguay e impacto en la economía paraguaya**

La mediterraneidad de Paraguay hace que la Hidrovía sea clave para la inserción internacional del país. Por este corredor se moviliza más del 75% de la carga de exportación e importación, recorriendo en promedio 1.350 km desde y hasta los puertos marítimos. Por lo tanto, la navegabilidad de la Hidrovía es un factor estratégico para la economía paraguaya. Sin embargo, la mayor frecuencia de los eventos climáticos extremos en la última década ha evidenciado la vulnerabilidad de este corredor, generando efectos adversos para el comercio. Los niveles máximos y mínimos del río Paraguay han venido descendiendo desde 2018, con bajantes históricas en 2020 y 2021, que fueron los años con los menores niveles promedio desde 1904 (Figura 1.7.1). En octubre de 2021 se registró el nivel mínimo histórico del río (-0,75m) desde 1904. Este descenso afectó la navegabilidad, hecho que conllevó al cierre de operaciones, necesidad de reducción de la capacidad de carga de los barcos en un 60% y duplicación de tiempos de carga (Franco et al., 2022). Como consecuencia, se incrementaron los precios de los productos de exportación e importación, llegando hasta triplicarse el costo del flete (ABC Color, 2021). Con el fin de reducir estos riesgos, se espera que el Plan Maestro para la Navegabilidad del Río Paraguay, actualmente en elaboración, incluya acciones prioritarias en materia de adaptación al CC.

FIGURA 1.7.2.

**Comparativo de niveles promedio del Río Paraguay – Puesto de control Asunción (metros)**



Fuente: Elaboración propia con base en Anuario Hidrológico 2020 (DINAC & DMH, 2021) y 2021 (DINAC & DMH, 2022).



### • 1.4.3 ESTÁNDARES DE DISEÑO

**La infraestructura de transporte existente en la región ha sido diseñada bajo supuestos de clima constante.** Si bien el proceso de diseño usualmente contempla la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos extremos, tradicionalmente se asume que un evento extremo con determinada intensidad tiene una probabilidad de excedencia (o periodo de retorno) que no varía con el tiempo. Si la vida útil esperada de un determinado activo es de 100 años, el diseño probablemente se realizó contemplando únicamente las amenazas que para el año base tenían un periodo de retorno igual o inferior a 100 años. Teniendo en cuenta que los eventos extremos ocurren cada vez con mayor intensidad y frecuencia a causa del CC, los supuestos de diseño en ocasiones no se cumplen, haciendo que la infraestructura falle antes de lo esperado. En este contexto, es necesario ajustar los estándares de diseño para contemplar las nuevas demandas asociadas al CC y garantizar la resiliencia de los sistemas de transporte de la región (ver Capítulo 4).

**Adaptar la infraestructura existente genera costos más altos que incorporar la adaptación desde la planificación.** Los activos de infraestructura más costosos de la región como puentes, túneles, puertos marítimos y aeropuertos en ocasiones requerirán inversiones significativas en barreras, elevaciones o cambios de ubicación para lograr soportar los efectos no previstos del CC que ocurran durante su vida útil. Otros activos como carreteras requerirán incrementar la frecuencia de mantenimiento para contrarrestar el efecto de temperaturas extremas y precipitaciones en el deterioro acelerado y las inundaciones. Para minimizar la necesidad de incurrir en estos costos, la infraestructura nueva deberá ser construida ajustando los periodos de retorno y magnitud de las amenazas para tener en cuenta el CC, así como empleando nuevos materiales que sean más resistentes y eligiendo ubicaciones que busquen minimizar la exposición a amenazas. Aunque diseñar para condiciones más extremas incrementará los costos de construcción, en el largo plazo esta inversión adicional representa un costo mínimo en comparación con los costos asociados a adaptar la infraestructura existente (ver Capítulo 5, sección 5.1).

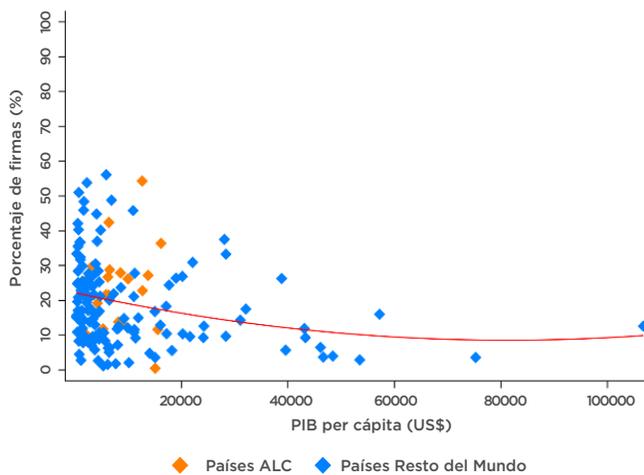
• 1.4.4 CONDICIONES ECONÓMICAS

Las **disrupciones en la infraestructura de transporte se encuentran asociadas al nivel de desarrollo de la economía**. La calidad de la infraestructura de transporte se encuentra directamente asociada con el nivel de ingreso, siendo Chile, Panamá y México los países que tienen una mayor confiabilidad en la región (Figura 1.18.b). En los países de ALC, el mayor número de empresas que se ven afectadas por las interrupciones del sector se encuentran generalmente en las economías de menores ingresos de la región, como Bolivia, Paraguay y Honduras (Figura 1.18.a). Ahora bien, existen diferencias significativas en la proporción de empresas afectadas por disrupciones en el transporte para países con el mismo nivel de ingreso. Por ejemplo, Argentina (PIB per cápita USD 12.716) tiene un porcentaje reducido de empresas afectadas por disrupciones, comparable a la de muchos países en desarrollo, mientras que Costa Rica (PIB per cápita USD 12.662) se ubica entre los más afectados.

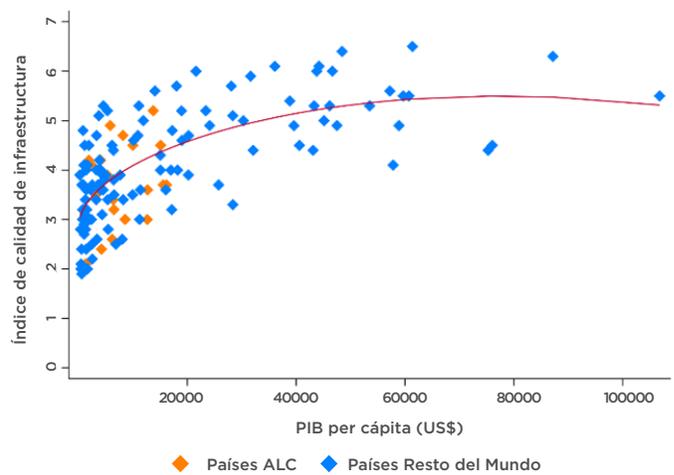
FIGURA 1.18.

**Relación entre las disrupciones y la calidad de la infraestructura de transporte y PIB per cápita**

**a. Empresas que reportan disrupciones importantes en el transporte**



**b. Índice de calidad de la infraestructura de transporte**

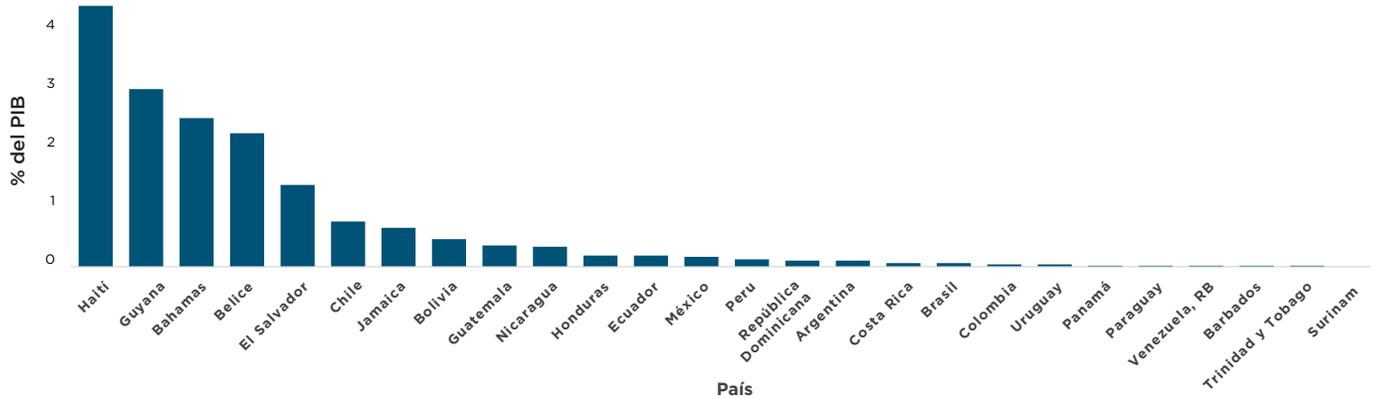


**Fuente:** Elaboración propia con base en Rentschler et al. (2019) y los datos de la Encuesta de Empresas del Banco Mundial (panel a), y el Índice de Calidad de la Infraestructura en el Índice de Competitividad Global del Foro Económico Mundial (panel b). Nota: Datos de PIB per cápita expresados en USD a precios constantes de 2015. Los países del resto del mundo son países de ingresos bajos y medios.



**Los impactos del CC sobre el sector transporte generan consecuencias más graves para los países de menores ingresos.** Generalmente, estos cuentan con infraestructura de transporte de menor cobertura y calidad, por lo cual tienen menor redundancia para seguir ofreciendo servicios de transporte a las personas y empresas luego de fallas en una parte del sistema. Al no contar con suficientes alternativas, las interrupciones en la provisión del servicio son más prolongadas y el impacto sobre las cadenas de suministro y la economía es mayor, lo que se traduce en un incremento de los costos y en una reducción de la productividad de las empresas. Se estima que, en los países de ingresos bajos y medios, las interrupciones en la infraestructura de transporte generan pérdidas sobre la utilización de la capacidad (operar por debajo de la capacidad total de las empresas) de USD 107 mil millones anuales, representando el 0,42% del PIB de estos países (Rentschler et al., 2019). En ALC, la tasa de utilización decrece en un rango de 0,4% - 0,8% debido a interrupciones de la infraestructura de transporte, electricidad y agua. Entre los países de la región, Costa Rica es el que mayores pérdidas enfrenta en la tasa de utilización (0,9% aproximadamente), debido a una infraestructura de transporte menos resiliente, seguido por Paraguay y Guatemala, con pérdidas del 0,8% aproximadamente en ambos casos (Hallegatte et al., 2019).

**Los países de menores ingresos tienen mayor dificultad para recuperarse de los daños a la infraestructura de transporte.** Los desastres naturales generan múltiples necesidades inmediatas de desembolso de recursos para atender las emergencias en diferentes sectores, frente a las que los gobiernos deben tomar decisiones de priorización con recursos limitados. Reparar los daños causados generalmente implica invertir un mayor porcentaje del PIB en los países pequeños y en los países de menores ingresos. En la región, Haití, Guyana, las Bahamas, y Belice sufren daños anuales por desastres naturales que superan el 2% del PIB (Figura 1.19). Las limitaciones en acceso a recursos propios y mecanismos de financiación, en combinación con las múltiples necesidades de inversión en distintos sectores, hacen que los países de menores ingresos no puedan reparar su infraestructura de forma inmediata tras la ocurrencia de un evento climático extremo y tarden más tiempo en lograr ofrecer de nuevo el servicio inicial. Las limitaciones en recursos también dificultan la incorporación de medidas de adaptación que permitan aumentar la capacidad institucional y resiliencia de los sistemas de transporte en el largo plazo.

**FIGURA 1.19.****Daños anuales promedio ocasionados por desastres naturales**

**Fuente:** Elaboración propia con datos internacional sobre desastres naturales de EM-DAT (2023) y datos de PIB publicados por el Banco Mundial Banco Mundial (2021b).

**Nota:** Se toman valores de daños por desastres naturales ocurridos entre 2000 y 2023. Los valores presentados en el gráfico son el resultado de calcular el porcentaje del PIB que representaron los daños reportados durante cada año del intervalo (incluyendo años con cero daños) y promediar el resultado para cada país.

**Las comunidades de menores ingresos suelen tener menor cobertura de servicios de transporte y se ven más afectadas por las interrupciones en la provisión del servicio.** En el caso de las comunidades rurales ubicadas en zonas remotas, el cierre de una vía de acceso por daños derivados de eventos meteorológicos extremos puede generar aislamiento e impedir el acceso a bienes y servicios (Recuadro 1.6). En efecto, las zonas remotas -rurales y de la periferia urbana- tienen una mayor prevalencia de caminos y calles sin asfaltar, lo que incrementa su vulnerabilidad a las inundaciones durante las estaciones lluviosas. Asimismo, en las grandes ciudades, las comunidades de menores ingresos tienen una mayor dependencia de los sistemas de transporte público para acceder a oportunidades de empleo, bienes y servicios (Greenham et al., 2022). Adicionalmente, estas comunidades suelen concentrarse en zonas periféricas en las cuales la cobertura de estos sistemas es menor que en zonas centrales (Yañez-Pagans et al., 2019). La dependencia de las pocas rutas de transporte público existentes hace que estas comunidades sean más vulnerables a las interrupciones en el servicio, ya que dichas interrupciones pueden impedir el cubrimiento de sus necesidades básicas, como por ejemplo en el caso de Bogotá, Colombia (Recuadro 1.8).



RECUADRO 1.8.

**Relación entre ingreso y interrupciones en el servicio de transporte público por inundaciones**

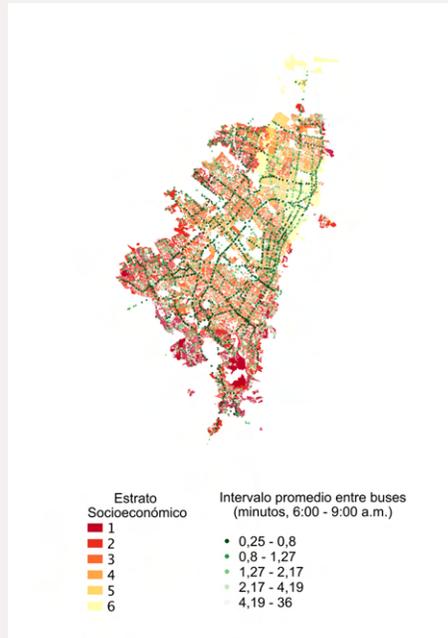
El análisis fue realizado para la ciudad de Bogotá. Se generaron dos mapas: el primero mostrando la distribución espacial del ingreso junto con los intervalos promedio entre vehículos para las paradas de transporte público y el segundo mostrando las zonas donde históricamente se presentan encharcamientos por lluvia junto con los intervalos promedio entre vehículos para las paradas de transporte público.

En la Figura 1.8.1.a se observa que las zonas que concentran hogares de menores ingresos suelen estar ubicadas en la periferia de Bogotá, contando con menor cobertura y frecuencia de servicios de transporte público. En la Figura 1.8.1.b se observa que las zonas que históricamente se inundan con mayor facilidad en Bogotá están ubicadas en el Sur y Occidente de la ciudad, coincidiendo con zonas de concentración de hogares con bajos ingresos. Dada la menor cobertura y calidad de servicios de transporte público en las zonas de menores ingresos y su mayor susceptibilidad a sufrir inundaciones, existe una alta probabilidad de que estas zonas sufran mayor aislamiento y limitación en el acceso a oportunidades y servicios durante episodios de precipitación extrema.

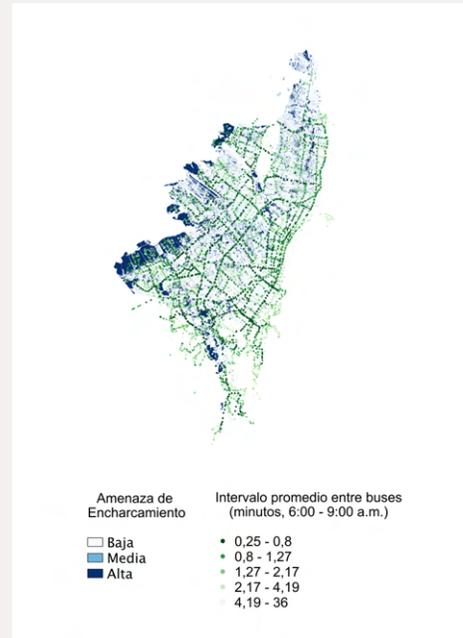
FIGURA 1.8.1.

Distribución espacial de ingreso, paradas de transporte público y zonas de encharcamiento para Bogotá

a.



b.



**Fuente:** Elaboración propia con datos GTFS de la Secretaría Distrital de Movilidad (2021), estrato socioeconómico de la Secretaría Distrital de Planeación (2016) y zonas de encharcamiento de la Secretaría Distrital de Planeación (2022).

**Nota:** El estrato socioeconómico es una clasificación creada por la ciudad para la aplicación de subsidios. Los estratos más bajos están correlacionados con menores ingresos.



Las emisiones del transporte en la región han venido creciendo, pasando de 281 MtCO<sub>2</sub> en 1990 a 595 MtCO<sub>2</sub> en 2019.



## 1.5. Conclusiones del diagnóstico para ALC

- El transporte es clave para reducir las emisiones de GEI y combatir el CC. Con el 25% de las emisiones a nivel mundial derivadas de la quema de combustibles, el transporte es el segundo mayor contribuyente de CO<sub>2</sub>, por detrás de la generación de electricidad y calefacción.
- ALC tiene una participación reducida sobre el total de emisiones de CO<sub>2</sub> del sector transporte a nivel mundial (9%). Sin embargo, esta ha aumentado en 112% entre 1990 y 2019. La participación de la región en el total global pasó de 7% a 9% entre 1990 y 2019, mientras Norteamérica y Europa - partiendo de mayores niveles de emisiones- presentaron disminuciones significativas (-11% y -7%, respectivamente). Asimismo, el sector transporte es la mayor fuente de emisiones de GEI en la región, representando el 40% de las emisiones totales.
- Dentro del sector transporte de ALC, el modo carretero es el principal contribuyente de emisiones de CO<sub>2</sub>, ascendiendo al 94% del total. Esto es similar a los valores mundiales, los que oscilan entre el 82% de China y el 98% de Oriente Medio. La aviación doméstica contribuye con el 4%, la navegación doméstica con el 2% y el modo férreo con el 1%. Al diferenciar entre transporte de pasajeros y de mercancías para el sector en general, se observa que la mayoría del CO<sub>2</sub> producido por el transporte en ALC proviene del transporte de pasajeros, fundamentalmente del modo carretero.
- A diferencia de lo que está sucediendo en Europa y Estados Unidos, en la región no se verifica un desacoplamiento entre crecimiento económico y emisiones del sector transporte, evidenciando un crecimiento intensivo en emisiones para ALC. No obstante, es importante considerar que el análisis de desacoplamiento no tiene en cuenta el rol significativo del comercio internacional, cuyas emisiones no son asignadas a ningún país, ni a los países productores ni a los países consumidores. Ahora bien, economías de menor dimensión en la región son las más intensivas en emisiones.
- Además del impacto del transporte en el CC, las emisiones del sector tienen un efecto negativo en la calidad del aire y en la salud pública. Aunque suelen ser abordados de manera separada, la contaminación



del aire y el CC son causados mayoritariamente por las mismas fuentes y presentan soluciones similares, por lo que es importante su abordaje conjunto con especial foco en la salud de las personas. Especialmente afectados son los niños, donde la evidencia empírica muestra un efecto en el incremento de los niveles de asma, una menor función pulmonar y una mayor tasa de muertes prematuras.

- La expansión de las ciudades sin una adecuada dotación de transporte público, la baja calidad de este transporte, las asimetrías en la asignación del espacio vial -favoreciendo al vehículo privado sobre el transporte público y la movilidad activa-, los altos niveles de congestión vial, la obsolescencia del parque vehicular y la baja penetración de la electromovilidad repercuten en la menor eficiencia energética del transporte, emitiendo mayores volúmenes de CO<sub>2</sub> por pasajero y derivando en que el transporte sea el principal emisor a nivel urbano.
- El transporte también sufre los efectos del CC, lo que está generando enormes pérdidas para la región. Especialmente afectados son los países de menores ingresos, por su ubicación geográfica, la menor calidad de su infraestructura y la escasa adopción de medidas de adaptación. Por la limitación de recursos, debilidades institucionales y menor preparación de planes de contingencia, estos países tienen mayor dificultad para planificar el diseño de infraestructura con medidas de resiliencia climática, así como recuperarse de los daños a la infraestructura de transporte en un escenario de post evento, repercutiendo en impactos significativos para la calidad de vida de sus poblaciones y la competitividad de sus economías.
- Las poblaciones vulnerables son las más afectadas. En las zonas rurales, el cierre de una vía de acceso por daños derivados de eventos meteorológicos extremos impide el acceso a bienes y servicios. En las grandes ciudades, las comunidades de menores ingresos suelen asentarse en zonas con mayor vulnerabilidad a eventos climáticos y menor penetración del transporte público. Dada la dependencia de las pocas rutas de transporte público existentes para acceder a oportunidades de empleo, bienes y servicios, estas comunidades son más vulnerables a las interrupciones en el servicio, ya que dichas interrupciones pueden impedir el cubrimiento de sus necesidades básicas.

# 2.



## El riesgo de no actuar hoy

- 2.1. “*Business as usual*”: Escenarios de emisiones del sector transporte en ALC | **100**
- 2.2. Desafíos del CC para el transporte en ALC | **109**
- 2.3. Conclusiones de los escenarios futuros | **125**





## 2. El riesgo de no actuar hoy

**Las previsiones de incremento de emisiones de GEI a nivel mundial son alarmantes.** Con anterioridad al Acuerdo de París, el tratado internacional adoptado en 2015 por 196 países para limitar el calentamiento global, se estimaba que a 2100 la temperatura promedio global se incrementaría entre 3,6°C y 4°C con respecto a niveles preindustriales, generando una catástrofe climática. Los desarrollos tecnológicos en materia de energía renovable y limpia han reducido estas cifras, ubicando al calentamiento global entre 2,7°C y 3,1°C para 2100. Sin embargo, estos niveles están muy lejos de los 2°C -o preferentemente los 1,5°C- establecidos en el Acuerdo de París. Alcanzar el límite de los 1,5°C implica que las emisiones mundiales deben reducirse en 80% para 2050, pasando de los 50 GtCO<sub>2</sub> del año 2019 a solo 10 GtCO<sub>2</sub> para dicha fecha (Plumer & Popovich, 2021). Esto significa que las emisiones mundiales deberán alcanzar su pico en los próximos años (2025) y que las emisiones globales derivadas de fuentes energéticas y procesos industriales deberán reducirse en un 40% para el año 2030, respecto a los niveles observados en 2019 (limitando las emisiones a 21 GtCO<sub>2</sub>, con una tasa promedio anual de reducción de emisiones del 1,7%) (IEA, 2022d), alcanzando cero emisiones netas en el año 2050. Bajo este escenario, el sector transporte a nivel global deberá reducir sus emisiones en un 30% al 2030 respecto al nivel de emisiones del año 2019, siendo el modo carretero (urbano e interurbano) donde debería darse el 82% de dicha reducción (IEA, 2022d).

**El calentamiento global tendrá importantes consecuencias para el transporte.** A causa de los incrementos proyectados en los niveles medios y extremos del mar, los costos globales anuales por afectaciones a puertos marítimos podrían alcanzar valores de hasta USD 17.700 millones hacia fines de siglo, equivalentes al 70% de las ganancias anuales netas de los puertos de contenedores (Houtven et al., 2022). Los puertos en las Islas del Pacífico, el Mar Caribe y el Océano Índico estarían bajo los niveles más altos de riesgo por ciclones tropicales, inundaciones costeras y temperaturas extremas hacia 2100 (Izaguirre et al., 2021). Alrededor de 100 aeropuertos en el mundo podrían quedar bajo el nivel del mar,



causando importantes interrupciones anuales en las rutas aéreas (Yesudian & Dawson, 2021). Las operaciones aéreas también se verán afectadas por las temperaturas extremas, cambios en patrones de viento, incrementos en la turbulencia de aire claro y mayor ocurrencia de eventos climáticos extremos, requiriendo mayores distancias de despegue e incrementando las demoras. Las temperaturas y precipitaciones extremas acelerarán el deterioro de pavimentos e incrementarán la ocurrencia de deslizamientos en carreteras por saturación del suelo, aumentando significativamente los costos para las agencias de mantenimiento y rehabilitación (Qiao et al., 2022). En las grandes ciudades, las inundaciones fluviales podrían costar más de USD 194.000 millones por año y afectar a más de 7,4 millones de personas, con las ciudades de ALC experimentando los cambios más drásticos (C40 Cities, 2022). Las inundaciones urbanas no solo causarán daños y interrupciones más frecuentes en la operación de sistemas de transporte público subterráneo, sino también mayor congestión por reducciones en la velocidad de circulación de los vehículos que se mueven sobre la superficie. Las temperaturas extremas dificultarán el uso de modos de transporte activo en contextos de poca sombra, e incrementarán los costos operacionales de los sistemas de transporte público por mayores necesidades de aire acondicionado.

Este capítulo presenta escenarios para la región de no tomarse acciones a nivel mundial y regional para limitar las emisiones del transporte y, con ello, contribuir a contrarrestar los efectos del CC. En asociación con el ITF de la OCDE, se analiza el escenario de emisiones para ALC proveniente de las estimaciones contenidas en su *ITF Transport Outlook 2023*. Por su parte, las proyecciones sobre cambios en las amenazas exacerbadas por el CC son de los autores, con base en la literatura y documentos oficiales disponibles.



## 2.1.

### “*Business as usual*”: Escenarios de emisiones del sector transporte en ALC

**De no tomar ninguna medida, las emisiones del sector transporte en ALC continuarán aumentando.** De acuerdo con proyecciones de demanda de pasajeros y carga, el *ITF Transport Outlook 2023* modela las emisiones de GEI derivados del sector transporte y las reporta como emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente. Estas emisiones se presentan diferenciadas en emisiones *Tank to Wheel* (TTW) y *Well to Tank* (WTT). Las primeras corresponden a aquellas emisiones directas del tubo de escape de los vehículos, mientras las segundas corresponden a aquellas emisiones indirectas en las que se incurre en la producción, refinamiento y transporte del combustible. ITF presenta dos escenarios: *Current Ambition* y *High Ambition* (Recuadro 2.1). Bajo el escenario *Current Ambition*, que representa el escenario “*Business as usual*” (BAU), los gobiernos atienden lentamente los compromisos de descarbonización existentes y futuros en su agenda institucional y de política, incentivando desarrollos tecnológicos destinados a reemplazar los vehículos a combustión interna (ICE, por sus siglas en inglés), medidas de gestión de la demanda y cambio modal, e inversión en modos alternativos al vehículo privado. Este es el escenario que se tomará como línea base para el análisis de la región. El escenario *High Ambition* asume que los gobiernos adoptan medidas aceleradas para descarbonizar el transporte, incluyendo la provisión de alternativas a los vehículos privados motorizados y mejoras de los servicios de transporte público, de los desplazamientos a pie y en bicicleta, de la eficiencia del transporte público y del transporte de mercancías.



RECUADRO 2.1.

**Descarbonización del transporte y definición de escenarios**

Los escenarios *Current Ambition* y *High Ambition* elaborados por el ITF corresponden a dos escenarios de política modelados, que representan dos niveles de ambición para la descarbonización del sector transporte. El conjunto de herramientas de modelización desarrollada por ITF permite la construcción de escenarios prospectivos de las actividades del transporte, cubriendo todos los modos de transporte y tipos de actividad (pasajeros y carga) que, reunidos en un mismo marco, permiten analizar las tendencias tecnológicas de la actividad del transporte y las emisiones de CO<sub>2</sub> (ITF, 2023d). Para cada uno de los escenarios se consideran supuestos que abarcan distintas áreas de intervención del sector transporte (Tabla 2.1.1). La modelación prospectiva implica diferentes grados de avance en las áreas de intervención para los horizontes temporales (2020s, 2030s y 2040s)<sup>2</sup> y los dos escenarios considerados.

TABLA 2.1.1.

**Definición de escenarios: áreas de intervención del sector transporte consideradas en la elaboración de supuestos**

Tipo de especificación	Áreas de intervención consideradas en la elaboración de supuestos
<b>Demanda de pasajeros urbanos y elección modal</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Instrumentos económicos: <i>carbon pricing</i>, tarificación vial y tarificación de estacionamiento</li><li>• Mejoras en la infraestructura de transporte: infraestructura peatonal, ciclista y de transporte público</li><li>• Mejoras en los servicios de transporte: optimización, incentivos a la movilidad compartida, sistemas MaaS</li><li>• Medidas regulatorias: límites de velocidad, restricciones al estacionamiento, restricciones vehiculares urbanas</li><li>• Medidas adicionales: políticas de ordenamiento territorial, TOD e incentivos al teletrabajo</li></ul>

<sup>2</sup> Para más detalles sobre los supuestos y escenarios de descarbonización, ver Capítulo 2 y 3 de ITF (2023d).



Tipo de especificación	Áreas de intervención consideradas en la elaboración de supuestos
<b>Demanda de pasajeros no urbanos y elección modal</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Inversión en ferrocarril</li><li>• Incentivos a movilidad compartida</li><li>• Políticas de <i>carbon pricing</i></li><li>• Impuestos a pasajes aéreos</li><li>• Prohibición de vuelos</li></ul>
<b>Demanda de carga y elección modal</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Medidas de logística urbana sostenible: bicicletas de carga y propiedad compartida</li><li>• Incentivos a vehículos de alta capacidad</li><li>• Cargos basados en la distancia</li><li>• Navegación lenta e inteligente</li><li>• Estrategias de transformación digital</li><li>• Mejoras en la red de infraestructura</li><li>• Políticas de <i>carbon pricing</i></li><li>• Tendencias en el comercio de <i>commodities</i> (basadas en combustibles fósiles y otros)</li></ul>
<b>Transición a vehículos limpios</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Metas de vehículos cero emisiones</li><li>• Memorandos de acuerdo sobre vehículos cero emisiones medianos y pesados</li><li>• Objetivos de mezcla de biocombustibles</li><li>• Mandatos de SAF</li></ul>

**Fuente:** Elaboración propia con base en ITF (2023d).

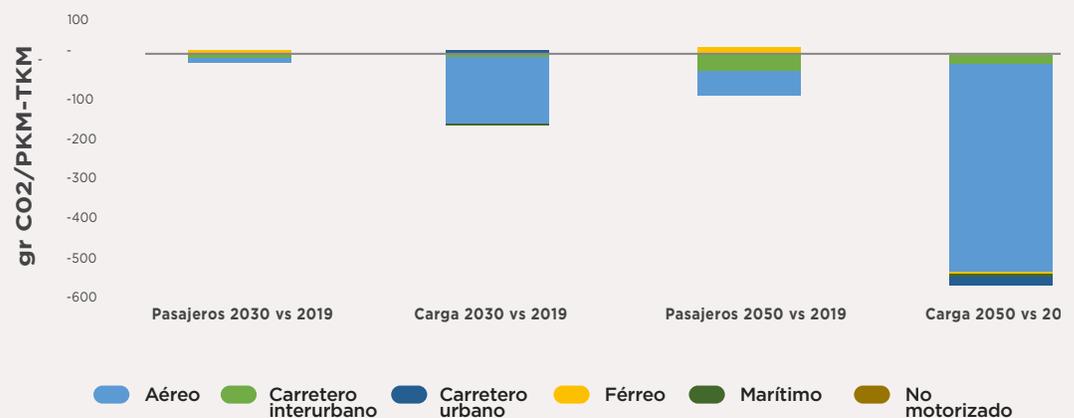
**Nota:** Los supuestos desarrollados en cada una de las áreas de intervención consideradas para los tres horizontes temporales evaluados (2020s, 2030s y 2040s) son los que definen los dos escenarios de estudio (*Current Ambition* y *High Ambition*).



De acuerdo con las proyecciones bajo el escenario *Current Ambition* de ITF (2023a) sobre la actividad del sector transporte en ALC, para el año 2050 el total de mercancías transportadas, a nivel doméstico e internacional, se va más que a duplicar, alcanzando los 19 billones de toneladas-kilómetro (TKM) transportadas, siendo el transporte marítimo el modo que más aumentará su demanda, alcanzando los 9,4 billones de TKM transportadas, seguido por el transporte carretero interurbano con 6 billones de TKM. Respecto al transporte de pasajeros, la demanda crecerá en un 67% llegando a los 7,6 billones de pasajeros-kilómetro (PKM) transportados, siendo el transporte interurbano por carretera el que tendrá un mayor incremento en demanda, alcanzando los 4,3 billones de PKM transportados, seguido por el transporte carretero urbano, el cual alcanzará los 1,7 billones de PKM. A pesar de este incremento en la actividad de transporte, la lenta tendencia inercial en la política de descarbonización del sector traerá consigo mejoras en la eficiencia de los sistemas de transporte, representando menos emisiones por PKM y por TKM transportada, como se muestra en la Figura 2.1.1, donde el transporte de carga será el que tendrá mayores logros en términos de eficiencia, en particular el modo aéreo.

FIGURA 2.1.1.

**Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> por PKM y TKM proyectadas para ALC derivadas del transporte de pasajeros y de carga bajo el escenario *Current Ambition***



**Fuente:** Cálculos basados en datos proporcionados por ITF (2023a). Las cifras incluyen emisiones TTW y WTT.  
**Nota:** Los cálculos incluyen transporte internacional y doméstico. Los valores para el transporte de mercancías se expresan como gr CO<sub>2</sub>/TKM y los valores para el transporte de pasajeros se expresan como gr CO<sub>2</sub>/PKM.



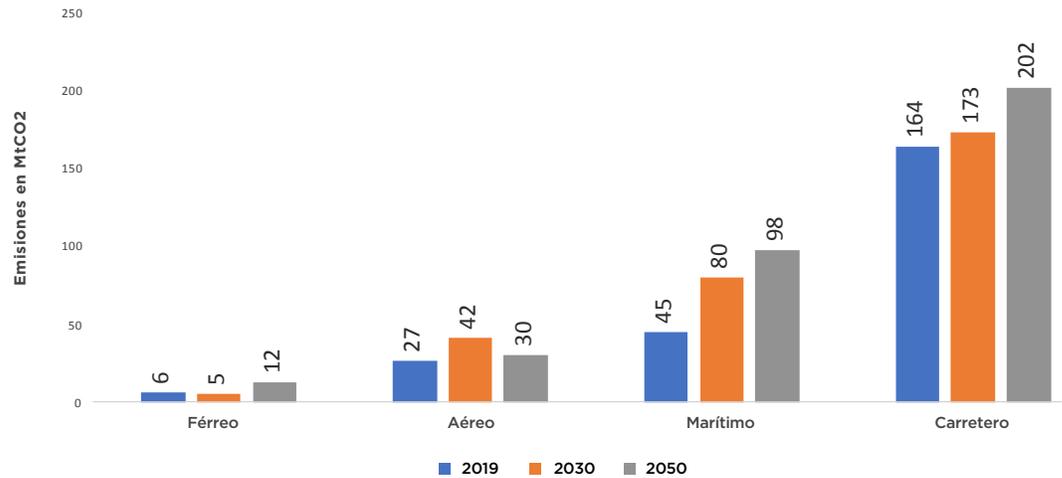
En relación con el escenario *High Ambition*, las políticas que apalancarían las mejoras en eficiencia de los sistemas de transporte se enmarcan en el paradigma “Evitar-Cambiar-Mejorar”. A nivel urbano corresponden a instrumentos económicos, mejoras en la infraestructura y servicios de transporte y medidas regulatorias relacionadas con restricciones al uso del vehículo particular y fomento del transporte público mediante políticas de usos de suelo. Respecto al transporte de pasajeros interurbano, la política se centra en inversión en infraestructura férrea, impuestos al carbono y a pasajes aéreos, así como prohibiciones a vuelos de corta distancia. Frente al transporte de carga, los gobiernos implementan planes de logística urbana sostenible y, a nivel no urbano, se implementan estrategias para reducir la intensidad en el uso de combustibles fósiles y se alientan las estrategias de transformación digital en el subsector. Respecto a la transición hacia flotas vehiculares de cero y bajas emisiones, los gobiernos promulgan políticas para alentar el reemplazo de vehículos a combustión interna por vehículos de cero y bajas emisiones y la innovación en fuentes energéticas sostenibles. Para más detalles sobre las políticas que sustentan los escenarios, remitirse a ITF (2023d).

**Con relación a las emisiones del transporte de mercancías en ALC bajo el escenario *Current Ambition*, el transporte por carretera crecería en torno al 23%**, producto de un aumento estimado del 80% en la carga transportada, siendo el modo responsable del 60% de emisiones de CO<sub>2</sub> al año 2050, dentro del total de emisiones del transporte interurbano de carga. Los modos que más incrementarían sus emisiones al 2050 serían el marítimo y el férreo, con crecimientos del orden del 118 y 96% respectivamente, impulsados por un incremento del 176% en sus operaciones de carga. Por su parte, el modo aéreo disminuiría su participación sobre el total de emisiones en el año 2050, como consecuencia de la implementación de normativas sobre combustibles limpios, que se traducirían en eficiencias del 40% en términos de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> por TKM transportada (Figura 2.1).



FIGURA 2.1.

**Emisiones de CO2 proyectadas para ALC derivadas del transporte interurbano de mercancías bajo el escenario *Current Ambition***



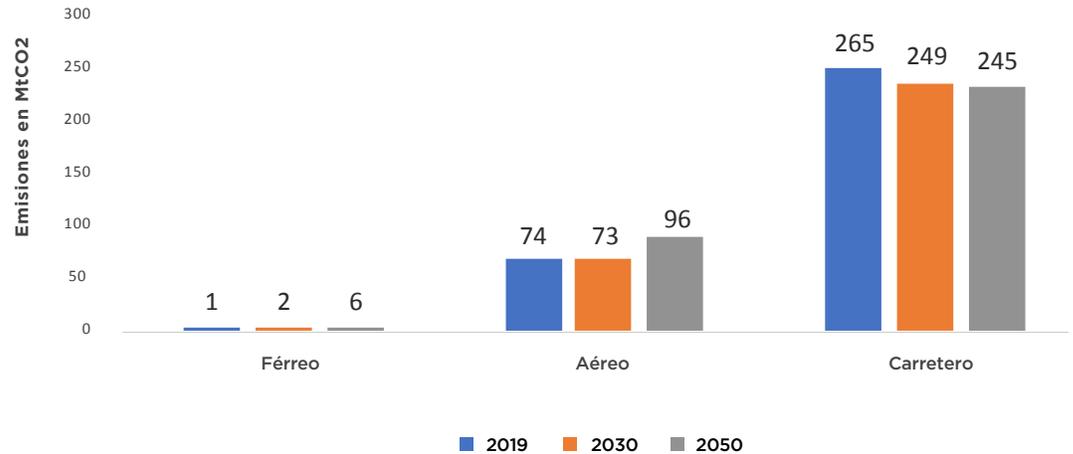
**Fuente:** Cálculos basados en datos proporcionados por ITF (2023a). Las cifras incluyen emisiones TTW y WTT.

En cuanto al transporte interurbano de pasajeros en ALC, bajo el escenario *Current Ambition*, el mayor número de emisiones provendría del transporte carretero que, si bien tendría una disminución del 8% a 2050, producto de un aumento en eficiencia del orden del 46% en términos de reducción de emisiones de CO2 por PKM transportado, concentraría el 71% de las emisiones totales del subsector. Le seguiría el transporte aéreo, con un incremento del 30% a 2050 (Figura 2.2).



FIGURA 2.2.

**Emisiones de CO2 proyectadas para ALC derivadas del transporte interurbano de pasajeros bajo el escenario *Current Ambition***



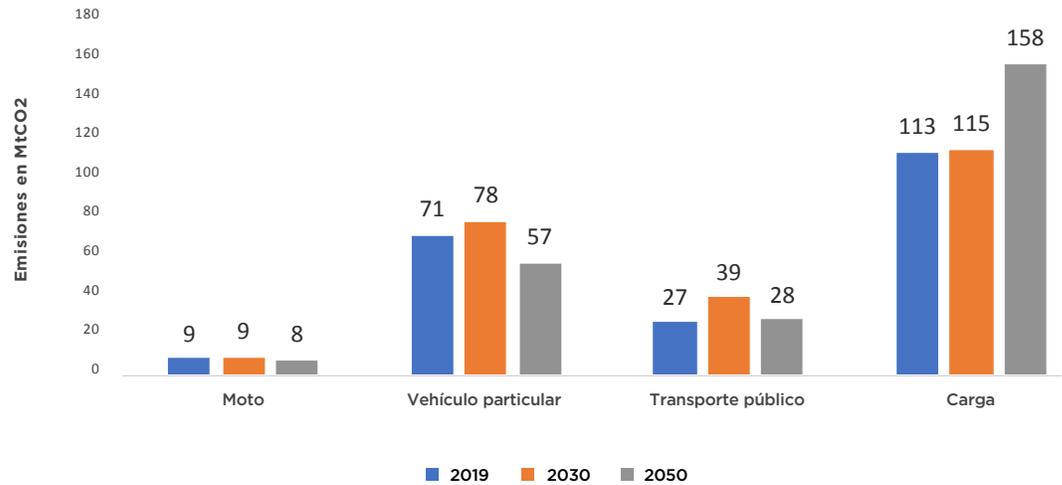
**Fuente:** Cálculos basados en datos proporcionados por ITF (2023a). Las cifras incluyen emisiones TTW y WTT.

A nivel urbano, de acuerdo al escenario inercial de política, el transporte de carga sería el mayor emisor de CO2, con un incremento de 40% entre 2019 y 2050, consecuente con un incremento de 68% en la carga urbana transportada. El vehículo particular sería el responsable del 23% de las emisiones de CO2 del transporte urbano, reduciendo sus emisiones en un 20% frente al año 2019 y mejorando su eficiencia en un 38% medida en emisiones de CO2 por PKM transportado. El transporte público lograría mejorar su eficiencia en orden similar al vehículo particular, alrededor de 34%, aumentando sus emisiones en 6% pero atendiendo un 60% más de demanda. Por su parte, la motocicleta lograría reducir su contribución a las emisiones de CO2 debido a la implementación de políticas de desincentivos a su uso y a la mayor facilidad de electrificación de las mismas (Figura 2.3).



FIGURA 2.3.

**Emisiones de CO2 proyectadas para ALC derivadas del transporte urbano bajo el escenario *Current Ambition***



**Fuente:** Cálculos basados en datos proporcionados por ITF (2023a). Las cifras incluyen emisiones TTW y WTT.

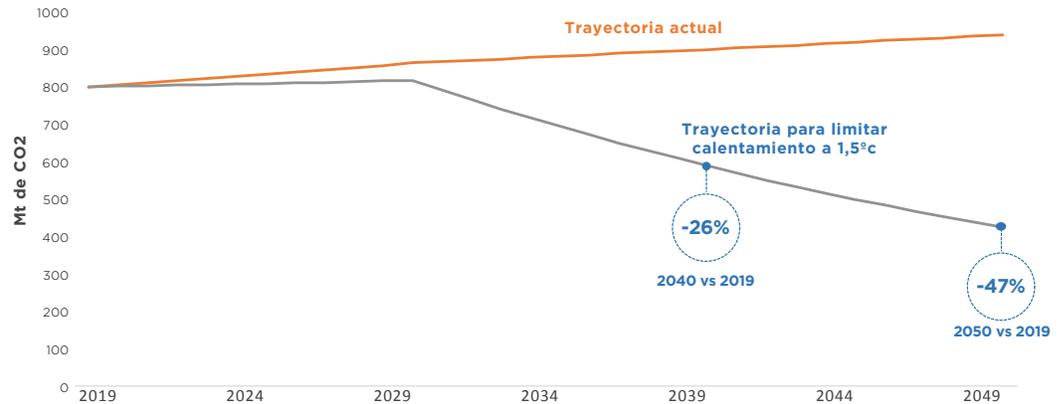
**Nota:** En el transporte público se incluye el modo bus y el modo férreo. La moto hace referencia a vehículos de dos y tres ruedas.

Dado lo anterior, las proyecciones de emisiones vinculadas al escenario BAU muestran que, para el año 2050, el transporte en ALC emitiría 940 MtCO<sub>2</sub>, correspondiendo un aumento del 17% frente a los niveles de 2019. Sin una intervención de política más decidida y ambiciosa, las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector tendrán un rápido crecimiento, de manera consistente con la creciente demanda de viajes que se proyecta para ALC (Recuadro 2.1). Por el contrario, bajo un escenario en el cual se implementaran políticas ambiciosas de descarbonización, se podría alcanzar la meta de reducción de emisiones para cumplir con los objetivos del Acuerdo de París al año 2050 (escenario *High Ambition* del ITF). De acuerdo con esta meta, las emisiones deberían ubicarse en 589 MtCO<sub>2</sub> para 2040 (reducción de 26% frente a los niveles de 2019) y 424 MtCO<sub>2</sub> en el año 2050 (reducción del 47% frente a los niveles de 2019) (Figura 2.4).



FIGURA 2.4.

Evolución de emisiones de CO2 bajo dos escenarios de política en ALC

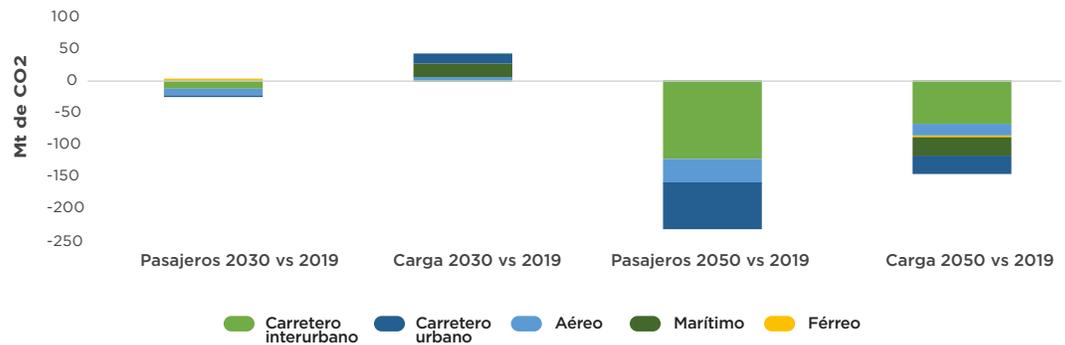


Fuente: Elaboración propia con base en ITF (2023a).

Nota: Los escenarios proyectados para ALC se calculan a partir de las reducciones porcentuales de emisiones estimadas por ITF, (2023a) bajo los escenarios correspondientes a la trayectoria actual (*Current Ambition*) y el escenario acelerado de política (*High ambition*) que soportan los ODS. Para los años 2040 y 2050 se muestran los objetivos de reducciones porcentuales de emisiones a fin de limitar el calentamiento global a 1,5 C.

**El transporte carretero es el que requiere una mayor atención.** Bajo el escenario de emisiones consistentes con limitar el calentamiento global a 1,5° C (escenario *High Ambition* de ITF), el modo carretero deberá alcanzar una reducción total de 288 MtCO<sub>2</sub> (-45% frente a niveles de 2019) al 2050, de los cuales el transporte de pasajeros deberá aportar con una reducción de 194 MtCO<sub>2</sub> (67% de la reducción total del transporte carretero,) mientras que el transporte de carga deberá aportar con una reducción de 94 MtCO<sub>2</sub> (33% de la reducción total del transporte carretero) (Figura 2.5). Por otro lado, las emisiones del transporte aéreo deberán reducirse en un 56% y las del transporte férreo en un 40% frente a los niveles de 2019.

FIGURA 2.5.

**Reducción requerida en emisiones de CO<sub>2</sub> del transporte para alcanzar objetivos del Acuerdo de París en ALC bajo el escenario *High Ambition***

Fuente: Elaboración propia con base en ITF (2023a).

## 2.2. Desafíos del CC para el transporte en ALC

La ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos con mayor frecuencia e intensidad, junto con los cambios de largo plazo previstos sobre variables promedio como temperatura, precipitación y nivel del mar, impactarán en el sector transporte (IPCC, 2022; Lempert et al., 2021). Estos cambios harán que la infraestructura esté expuesta a amenazas climáticas de mayor intensidad con respecto a las que fueron consideradas en el diseño, con potenciales consecuencias en fallas y interrupciones para el sector. Si bien existe incertidumbre sobre la magnitud de los cambios de cada variable meteorológica, es posible generar escenarios para analizar los posibles impactos futuros del CC y priorizar medidas de adaptación. El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) ha desarrollado múltiples sets de escenarios para este fin, destacándose dentro la literatura el uso de los escenarios de Trayectorias de Concentración Representativas (RCP, por sus siglas en inglés), que fueron definidos como parte del quinto reporte de evaluación del IPCC. Estos escenarios resumen una serie de posibles futuros de concentración de GEI en la atmósfera y niveles de forzamiento radiactivo asociados a diferentes incrementos en la temperatura promedio de la tierra con respecto a niveles preindustriales (IPCC, 2014b). Adicionalmente, en el sexto informe de evaluación del IPCC se introdujeron los escenarios denominados Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSP, por sus siglas en inglés).



**Se desarrolló un análisis regional de exposición al CC para los modos aéreo, marítimo y carretero.**

Para evaluar los posibles impactos negativos del CC sobre el sector transporte, el escenario más usado en la literatura es el RCP8.5, por ser el más crítico en cuanto a impactos físicos. En la evaluación de posibles impactos negativos del CC sobre la infraestructura de transporte, se utiliza frecuentemente el escenario pesimista de muy altas concentraciones de GEI denominado RCP8.5, en el que la temperatura promedio en la superficie alcanza un incremento de 5°C hacia 2100 con respecto a niveles preindustriales. Dada su reciente introducción, los escenarios SSP aún no han sido utilizados tan ampliamente como los RCP en la literatura sobre posibles impactos futuros del CC sobre los sistemas de transporte. No obstante, existen equivalencias entre los escenarios SSP y RCP, de tal manera que el escenario SSP5-8.5 corresponde a un escenario de alta dependencia en los combustibles fósiles, que generaría concentraciones de GEI en la atmósfera equivalentes a las que se asumen en el escenario RCP8.5.

**Estimar los impactos físicos y económicos de los escenarios de concentración de emisiones futuras sobre el transporte requiere de modelos climáticos.** Los más comúnmente empleados son los Modelos de Circulación General (MCG). Estos permiten representar los fenómenos físicos que ocurren en el sistema climático mediante ecuaciones matemáticas y así obtener proyecciones futuras a nivel global de variables hidrometeorológicas asociadas a un escenario determinado. La resolución de los resultados generados por los MCG varía entre 100 y 500 km, por lo cual generalmente es necesario llevar a cabo un proceso de corrección de sesgos y desagregación espacial sobre los resultados de los MCG para obtener proyecciones con mayor resolución que permitan evaluar posibles impactos a nivel local.

**No todos los países ni todas las infraestructuras de ALC están expuestas de la misma manera a las amenazas climáticas ni tienen el mismo nivel de sensibilidad.** Contar con un marco de referencia a nivel regional permite entender estas asimetrías y desarrollar acciones focalizadas en los activos de mayor exposición. En este sentido, se desarrolló un análisis regional de exposición al CC, enfocado en las variables que impactarán de forma más directa a la infraestructura de transporte para los modos aéreo, marítimo y carretero. En el caso de los modos aéreo y marítimo, se analizaron los cambios proyectados en el nivel del mar, en relación con la ubicación y elevación actual de aeropuertos costeros y puertos marítimos de la región. Lo anterior, teniendo en cuenta la relevancia de



esta infraestructura en ALC para el movimiento de millones de dólares en carga y miles de pasajeros, así como la necesidad de identificar aquellos aeropuertos y puertos que podrían sufrir inundaciones temporales o permanentes que limiten su operación. Por otro lado, en el caso del modo carretero, se analizó la exposición a cambios en temperaturas extremas y precipitaciones extremas, por ser estas las variables que inciden en el deterioro acelerado de pavimentos y la ocurrencia de derrumbes por saturación del suelo. Las especificaciones del análisis se resumen en la Tabla 2.1, seguidas de los resultados obtenidos para los modos aéreo, marítimo y carretero.

TABLA 2.1.

## Fuentes de información empleadas en el análisis regional de exposición

Modo	Inventario de infraestructura	Elevación del terreno	Proyecciones Climáticas				Fuente
			Variable(s)	Escenario	Periodo Base	Periodo Futuro	
<b>Aéreo</b>	Banco Mundial <sup>1</sup>	Satélite ICESAT2 de la NASA <sup>4</sup>	Incremento en el nivel medio del mar	SSP5-8.5	2014	2100	IPCC AR6 <sup>5</sup>
<b>Marítimo</b>	World Port Index <sup>2</sup>						
<b>Carretero</b>	OpenStreetMap <sup>3</sup>	N/A	Cambio en temperaturas y precipitaciones extremas (TX35 y RX5)	RCP 8.5	1995-2014	2041-2060	Ensamble de modelos CORDEX <sup>6</sup>

**Fuente:**

1. Ubicación de aeropuertos tomada de la Base global de aeropuertos del Banco Mundial (2020).
2. Ubicación de puertos marítimos tomada de la publicación World Port Index (National Geospatial Intelligence Agency, 2019).
3. Malla vial primaria, secundaria y terciaria de cada país provenientes de OpenStreetMap (Geofabrik, 2023).
4. La elevación de aeropuertos y puertos marítimos se calculó usando una base de datos global de elevación para zonas costeras bajas (Vernimmen & Hooijer, 2022), la cual fue generada usando datos LiDAR producidos por el satélite ICESAT2 y ha sido validada para el análisis de inundaciones costeras (Hooijer & Vernimmen, 2021; Vernimmen & Hooijer, 2023).
5. Las proyecciones de incremento en el nivel del mar (Garner et al., 2021; Kopp et al., 2023) corresponden al sexto reporte de evaluación del IPCC (Fox-Kemper et al., 2021).
6. Las proyecciones de incremento en el número de días al año bajo temperaturas superiores a 35°C (TX35) e incremento en la precipitación máxima acumulada durante cinco días consecutivos (RX5) provienen de los ensambles de modelos CORDEX para Norteamérica, Centroamérica y Suramérica disponibles en el atlas interactivo del IPCC (J. M. Gutiérrez et al., 2021; Iturbide et al., 2021). Las proyecciones CORDEX se basan en modelos climáticos de circulación general, pero adicionalmente incluyen un proceso de desagregación espacial dinámica para obtener estimaciones a una resolución de 50km.



**Algunos de los aeropuertos con mayores afectaciones por incrementos en el nivel del mar ofrecen servicios clave para el turismo y la conectividad.**

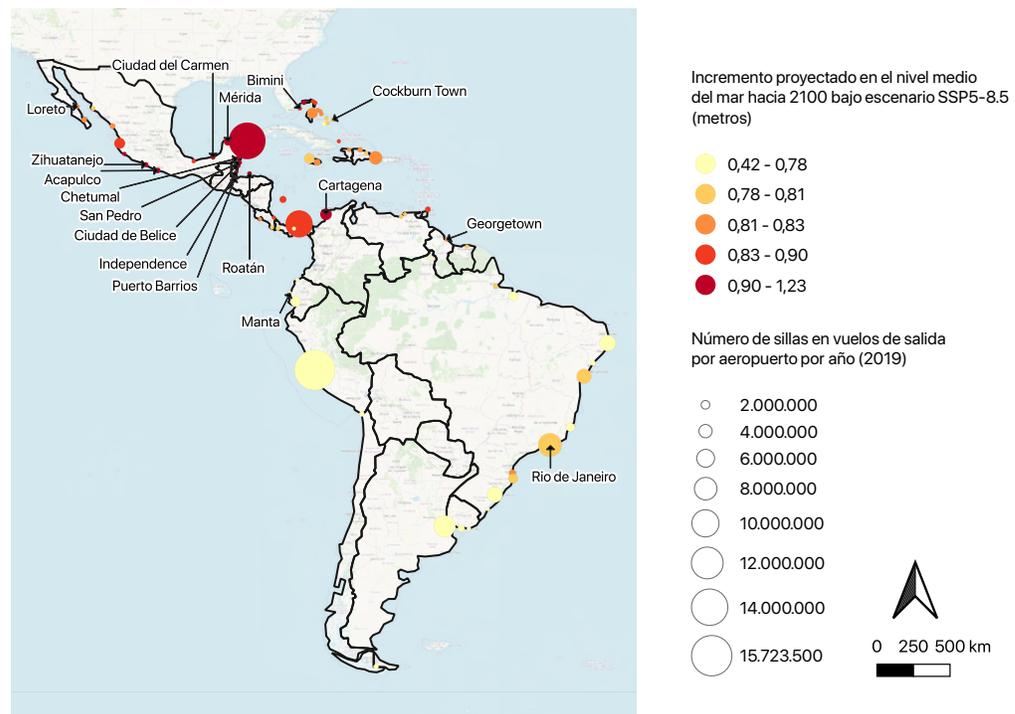
En transporte aéreo, la exposición de aeropuertos a incrementos del nivel del mar podría afectar las actividades turísticas y la conectividad misma de ciertas zonas. El análisis para el sector aéreo consistió en identificar aquellos aeropuertos que, dada su elevación actual y los incrementos proyectados en el nivel medio del mar, podrían sufrir inundaciones que impidan su operación hacia finales de siglo bajo el escenario SSP5-8.5. Los resultados de la Figura 2.6 indican que algunos aeropuertos de la región podrían experimentar incrementos superiores a un metro en el nivel medio del mar hacia 2100. Este es el caso de los aeropuertos de Cartagena (Colombia), Puerto Barrios (Guatemala), Isla de Roatán (Honduras), Ciudad de Belice (Belice), San Pedro (Belice), Independence (Belice), Zihuatanejo (México), Acapulco (México), Mérida (México) y Chetumal (México). Al comparar los incrementos proyectados en el nivel del mar con los datos de elevación actual, los aeropuertos con una menor elevación relativa hacia 2100 son Santos Dumont en Río de Janeiro (Brasil), Manta (Ecuador), Georgetown (Guyana), Cartagena (Colombia), Cockburn Town (Las Bahamas), Bimini (Las Bahamas), San Pedro (Belice), aeropuerto municipal en Ciudad de Belice (Belice), Ciudad del Carmen (México) y Loreto (México).

Algunos de los aeropuertos en los que se proyectan mayores afectaciones por incrementos en el nivel medio del mar ofrecen servicios clave para el turismo y la conectividad. Por ejemplo, el aeropuerto internacional Rafael Núñez de Cartagena absorbe el 6% de los pasajeros internacionales y el 8% de los pasajeros nacionales que se mueven anualmente por vía aérea en Colombia (Aeronáutica Civil, 2021). Las disrupciones en la operación de este aeropuerto también tendrían consecuencias significativas en el mercado laboral y productivo de Cartagena, ya que el sector turístico genera el 10,4% de empleos de la ciudad y el 4,4% del PIB del departamento de Bolívar (DANE, 2021; ICULTUR, 2020). Otro ejemplo corresponde al caso de las Bahamas, donde el turismo genera un 27% del total de empleos directos y un 25% adicional en empleos indirectos (Granda et al., 2022). Los aeropuertos que podrían verse afectados por los incrementos proyectados en el nivel del mar cubren rutas nacionales e internacionales, fundamentales para el turismo y el transporte de pasajeros y mercancías entre islas. Las posibles disrupciones sobre los aeropuertos de Belice también tendrían impactos significativos sobre el turismo y la conectividad del país. Lo anterior, teniendo en cuenta que el 33% del PIB de Belice está relacionado con el transporte aéreo y el ingreso de turistas

internacionales por este modo (Oxford Economics, 2018) y que este país concentra alrededor del 13% del tráfico aéreo doméstico del Caribe (Briceño-Garmendia et al., 2015).

FIGURA 2.6.

**Incremento proyectado en el nivel medio del mar hacia 2100 bajo SSP5-P8.5 para los aeropuertos costeros de la región ubicados a 10 metros o menos sobre el nivel del mar**



**Fuente:** Elaboración propia con datos de la base global de aeropuertos del Banco Mundial para la ubicación de aeropuertos (Banco Mundial, 2020), datos del satélite ICE-SAT2 para el cálculo de elevación de aeropuertos (Vernimmen & Hooijer, 2022), proyecciones del nivel del mar del sexto reporte de evaluación del IPCC (Fox-Kemper et al., 2021; Garner et al., 2021; Kopp et al., 2023) y número de sillas en vuelos de salida por aeropuerto por año para 2019 obtenidas de OAG (OAG, 2019).

**Nota:** Se grafican los aeropuertos a una elevación actual de 10 m o menos sobre el nivel del mar. El color de los círculos muestra el incremento proyectado en el nivel del mar hacia 2100 en comparación con el nivel del mar para el periodo 1995-2014, mientras que el tamaño de los círculos indica el número de sillas ofrecidas en vuelos de salida desde cada aeropuerto durante 2019.



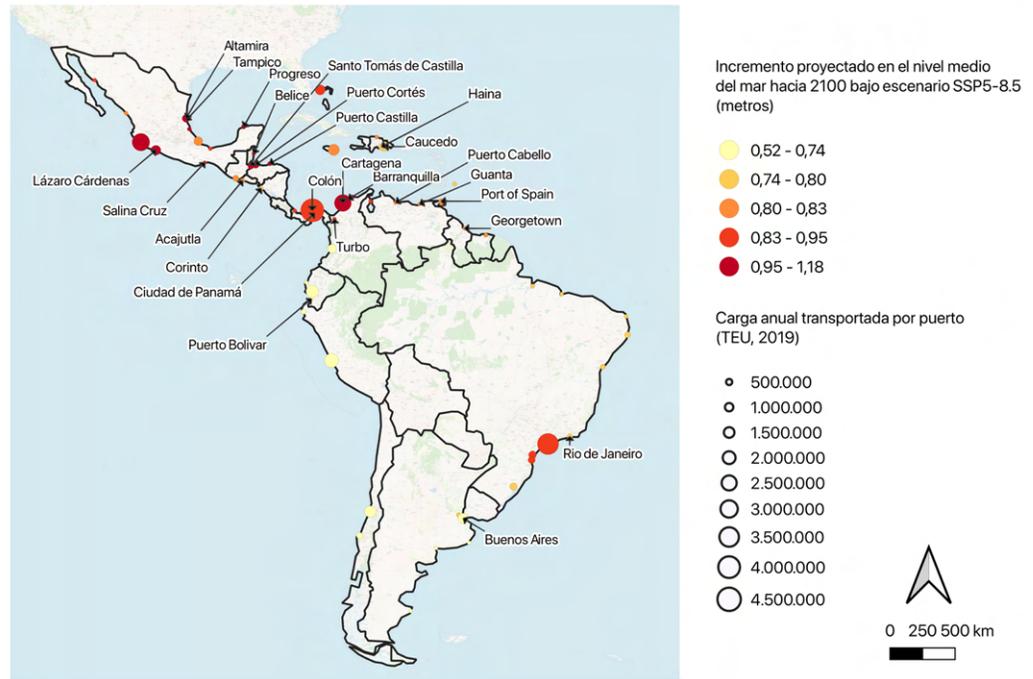
**El CC puede tener un impacto significativo en el acceso a mercados vía transporte marítimo.** Los puertos marítimos de Cartagena (Colombia), Barranquilla (Colombia), Puerto Castilla (Honduras), Puerto Cortés (Honduras), Santo Tomás de Castilla (Guatemala), Ciudad de Belice (Belice), Progreso (México), Tampico (México), Altamira (México) y Lázaro Cárdenas (México) podrían experimentar incrementos en el nivel medio del mar superiores a un metro hacia 2100 (Figura 2.7). Aunque no todos estos puertos tienen una elevación actual inferior a un metro, resulta importante contemplar la implementación de medidas de adaptación dada su relevancia para el comercio internacional, considerando que los incrementos en el nivel medio del mar también afectarán la magnitud y frecuencia de los eventos extremos. Se destaca la necesidad de evaluar potenciales medidas de adaptación en el puerto de Cartagena, uno de los principales puertos en materia de transbordos en ALC, que mueve el 5,8% del transporte de carga en TEU de la región (Calatayud & Montes, 2021). También se destacan Puerto Cortés, el puerto más importante de Honduras, que participa en más del 15% de rutas de transporte marítimo de Centroamérica (Matiz et al., 2022), y Lázaro Cárdenas, uno de los principales puertos mexicanos y el principal competidor del puerto de Manzanillo (Connell et al., 2015).

Al comparar los incrementos proyectados en el nivel del mar con los datos de elevación actual, 19 puertos de la región que transportaban un total de 12,8 millones de toneladas en 2019 podrían llegar a sufrir inundaciones hacia 2100. Estos incluyen los puertos de Buenos Aires (Argentina), Río de Janeiro (Brasil), Puerto Bolívar (Ecuador), Georgetown (Guyana), Port of Spain (Trinidad y Tobago), Guanta (Venezuela), Puerto Cabello (Venezuela), Turbo (Colombia), Caucedo (República Dominicana), Haina (República Dominicana), Balboa (Panamá), Colón (Panamá), Corinto (Nicaragua), Acajutla (El Salvador), Puerto Castilla (Honduras), Santo Tomás de Castilla (Guatemala), Ciudad de Belice (Belice), Salina Cruz (México) y Tampico (México). Dentro de estos, se destacan los puertos de Panamá, dada su relevancia para la región y carga transportada (Recuadro 2.2).



FIGURA 2.7.

**Incremento proyectado en el nivel medio del mar hacia 2100 bajo SSP5-8.5 para los puertos marítimos de la región ubicados a 10 metros o menos sobre el nivel del mar**



**Fuente:** Elaboración propia con datos de World Port Index para la ubicación de puertos (National Geospatial Intelligence Agency, 2019), datos del satélite ICE-SAT2 para el cálculo de elevación de puertos (Vernimmen & Hooijer, 2022), proyecciones del nivel del mar del sexto reporte de evaluación del IPCC (Fox-Kemper et al., 2021; Garner et al., 2021; Kopp et al., 2023) y datos de movimiento de contenedores por puerto provenientes de CEPAL (CEPAL, 2019).

**Nota:** Se grafican los puertos marítimos con una elevación actual de 10m o menos sobre el nivel del mar. El color de los círculos muestra el incremento proyectado en el nivel del mar hacia 2100 en comparación con el nivel para el periodo 1995-2014, mientras que el tamaño de los círculos indica la carga transportada por cada puerto. En el mapa se incluyen los nombres de los puertos para los que se proyectan incrementos en el nivel del mar superiores a un metro y también los nombres de los puertos que sufrirían las mayores afectaciones al comparar la elevación actual con el incremento proyectado en el nivel del mar hacia finales de siglo.



RECUADRO 2.2.

**Impacto del incremento en el nivel del mar sobre los puertos de Panamá**

Los puertos de Panamá tienen un rol preponderante en la región y en la red marítima internacional. Los puertos panameños concentran el 14,3% del movimiento total de contenedores en ALC, siendo superados en la región únicamente por los puertos de Brasil (Calatayud & Montes, 2021). El puerto de Colón es el puerto con la mayor actividad marítima de toda la región, transportando aproximadamente 4,4 millones de TEU en el 2019 (CEPAL, 2020b). Al estar ubicados a ambos márgenes del Canal de Panamá, los puertos de Colón y Balboa se convierten en nodos clave para el transbordo de contenedores entre rutas marítimas globales Este-Oeste y Norte-Sur, operando como *hubs* para la región. Es así como los trasbordos representan el 87% y 89,7% de los movimientos en los puertos de Colón y Balboa, respectivamente (Calatayud & Montes, 2021).

Los incrementos futuros en el nivel medio del mar podrían tener importantes impactos negativos para la economía de Panamá y de la región. Hacia fin de siglo y bajo el escenario pesimista RCP8,5, el IPCC proyecta incrementos en el nivel del mar superiores a 0,8 metros para estos puertos. Dada su elevación actual, estos incrementos podrían generar inundaciones que podrían afectar las operaciones. Adicionalmente, este fenómeno podría empeorar en función del hundimiento local del terreno y la ocurrencia de eventos extremos. Según estadísticas de la Organización Mundial de Comercio, el sector de transporte por puertos marítimos representa el 32% del PIB de Panamá. En consecuencia, cerca de un tercio del PIB del país podría verse afectado, con importantes consecuencias también para la conectividad marítima en ALC, por el rol que poseen ambos puertos como *hubs* regionales.

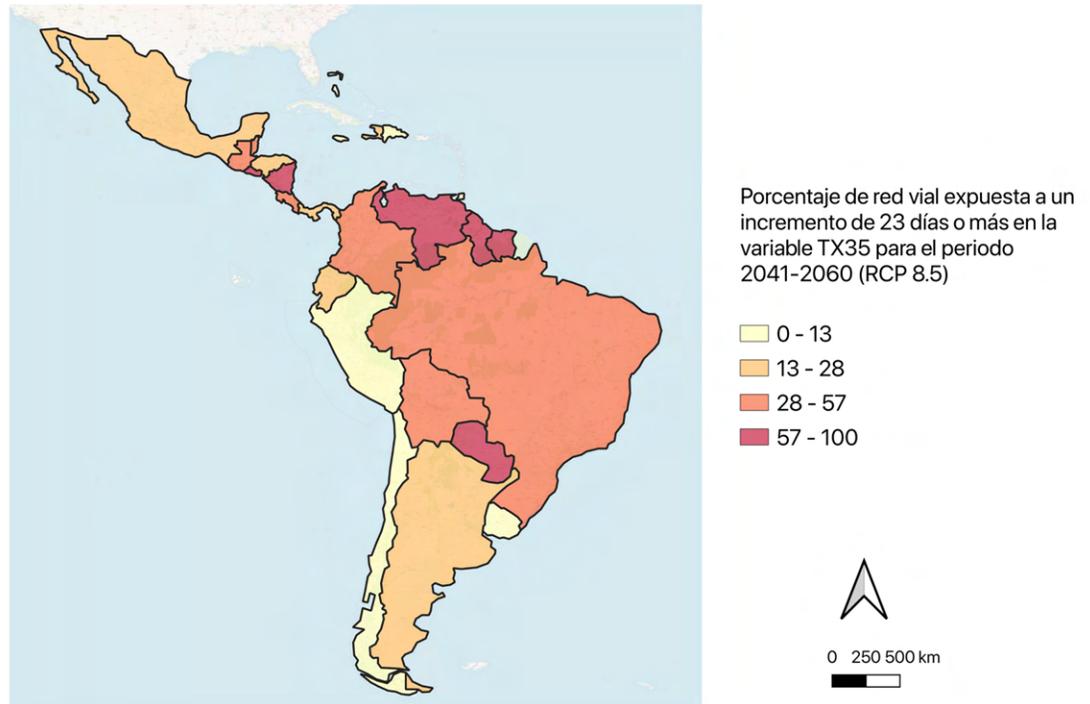


**El porcentaje de red vial expuesta a incrementos en temperaturas extremas será mayor para los países pequeños de la región.** Estimar los rangos de temperatura a los que se someterán las carreteras de la región es importante porque las temperaturas extremas aceleran el deterioro de los pavimentos asfálticos. En este sentido y con el fin de analizar la exposición relativa de los diferentes países a temperaturas extremas, se calculó el porcentaje de red vial que estaría expuesta a incrementos muy altos en la variable TX35 para cada país bajo el escenario RCP8.5. La variable TX35 corresponde al número de días al año con temperaturas máximas superiores a 35°C. Dada la menor vida útil de las carreteras en comparación con los aeropuertos y puertos analizados anteriormente, se emplearon proyecciones para el mediano plazo (intervalo 2041-2050). La Figura 2.8 muestra los resultados del análisis. En los países en rojo -El Salvador, Nicaragua, Venezuela, Guyana, Surinam y Paraguay-, más del 57% de la red vial experimentará incrementos muy altos en el número de días por año con temperaturas extremas. Los incrementos muy altos corresponden a aquellos dentro del percentil 70 de las proyecciones para la región, equivalente a 23 días adicionales por año con temperaturas extremas.



FIGURA 2.8.

**Países de la región según porcentaje de red vial expuesta a incrementos muy altos en el número de días al año con temperaturas superiores a 35°C hacia 2050 bajo RCP 8.5**



**Fuente:** Elaboración propia.

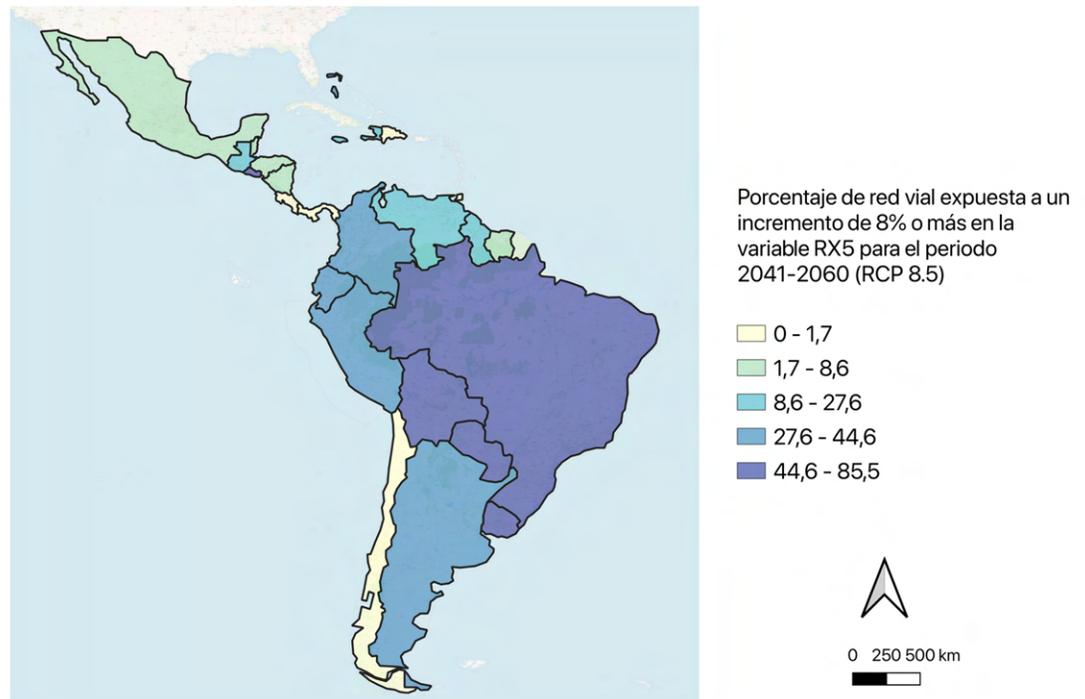
**Nota:** Caracterización de la red vial primaria, secundaria y terciaria a partir de OpenStreetMap (Geofabrik, 2023). Proyecciones de cambio en la variable TX35 entre los periodos 1995-2014 y 2041-2060 provenientes de los datos CORDEX disponibles en el Atlas Interactivo del IPCC (J. M. Gutiérrez et al., 2021; Iturbide et al., 2021). La variable TX35 corresponde al número de días al año con temperaturas máximas superiores a 35°C.

**Las precipitaciones extremas representarán una amenaza importante para la red vial, especialmente en los países del Cono Sur.** La variable analizada en este caso fue la precipitación máxima acumulada durante 5 días consecutivos (RX5), que es relevante para el modo carretero por estar relacionada con la saturación del suelo y consecuentes deslizamientos e inundaciones. En este sentido y con el fin de analizar la exposición relativa de los diferentes países a incrementos en precipitaciones extremas, se calculó el porcentaje de red vial que estaría expuesta a incrementos muy altos en la variable RX5 para cada país bajo el escenario RCP8.5. Dada la menor vida útil de las carreteras en comparación con los aeropuertos y puertos analizados anteriormente, se emplearon proyecciones para el mediano plazo (intervalo 2041- 2050). Dentro del análisis se incluyó la red terciaria,

ya que las vías sin pavimentar pueden ser más vulnerables bajo precipitaciones extremas. Los resultados de la Figura 2.9 muestran una mayor exposición para El Salvador, Brasil, Bolivia, Paraguay y Uruguay, donde se proyecta que más del 45% de la red vial experimente incrementos muy altos en el valor máximo de precipitación acumulada durante cinco días consecutivos. Estos incrementos se definen como aquellos dentro del percentil 70 de las proyecciones para la región, que corresponde a un incremento de por lo menos 8% en la precipitación máxima acumulada durante cinco días consecutivos.

FIGURA 2.9.

**Países de la región según porcentaje de red vial expuesta a incrementos muy altos en la precipitación máxima acumulada en 5 días consecutivos hacia 2050 bajo RCP 8.5**



**Fuente:** Elaboración propia.

**Nota:** Caracterización de la red vial primaria, secundaria y terciaria a partir de OpenStreetMap (Geofabrik, 2023). Proyecciones de cambio porcentual en la variable RX5 entre los periodos 1995-2014 y 2041-2060 provenientes de los datos CORDEX disponibles en el Atlas Interactivo del IPCC (J. M. Gutiérrez et al., 2021; Iturbide et al., 2021). La variable RX5 corresponde a la precipitación máxima acumulada durante cinco días consecutivos.



**Estudios recientes dan cuenta con mayor nivel de detalle de las amenazas del CC a infraestructuras y zonas geográficas específicas.** El Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones de República Dominicana desarrolló junto con el BID una metodología para la priorización de inversiones en la infraestructura vial del país a partir de criterios de resiliencia y robustez, la cual considera escenarios de CC (Deltares, 2020; Olaya González et al., 2022). El estudio empleó proyecciones climáticas provenientes de MCG específicos que se ajustan a los datos históricos locales y estimó que, en un escenario de CC de altas emisiones de GEI, los incrementos proyectados en precipitación resultarían en disminuciones considerables en el periodo de retorno de las inundaciones sobre la red vial. Así, los eventos extremos de inundación que actualmente tienen un periodo de retorno de 100 años podrían pasar a tener un periodo de retorno de 41 años hacia 2050. Se estima que los daños anuales en la red vial por inundaciones fluviales podrían sufrir un incremento de hasta 144% hacia 2050 en el escenario de CC de altas emisiones de GEI, alcanzando un valor de USD 2,7 millones/año. Las pérdidas asociadas a las interrupciones en la operación de la red vial por inundaciones fluviales podrían alcanzar USD 38,8 millones/año hacia 2050, teniendo en cuenta no solo el cambio en el periodo de retorno de las inundaciones bajo un escenario de CC de altas emisiones de GEI, sino también el incremento proyectado en el tráfico hacia 2050.

**Conocer los países de la región en donde se proyectan los mayores incrementos en temperaturas y precipitaciones extremas es un punto de partida para realizar análisis más detallados.** El análisis a nivel regional para carreteras presentado anteriormente permite estimar la exposición relativa de los diferentes países usando la misma metodología, e identificar países en los que se proyectan los mayores incrementos. No obstante, para identificar, priorizar y proponer medidas de adaptación a nivel de proyecto es necesario llevar a cabo análisis más detallados usando los modelos climáticos que mejor representen la climatología local. En línea con esta necesidad, en el Recuadro 2.3 se presentan los resultados de un análisis más detallado de exposición a temperaturas extremas realizado para la red vial de El Salvador, uno de los países con mayores porcentajes de red vial expuesta a las amenazas de CC, según el análisis regional para carreteras descrito anteriormente.



RECUADRO 2.3.

### Exposición de la red vial de El Salvador a temperaturas extremas

El Salvador es uno de los países de la región en donde se proyectan mayores incrementos en los niveles de exposición de la infraestructura vial a temperaturas extremas. Para analizar los posibles escenarios futuros con mayor detalle, se realizó un análisis adicional empleando modelos climáticos recomendados específicamente para el país y proyecciones con mayor resolución a las utilizadas en el análisis regional. Los MCG seleccionados para el análisis detallado son MRI-CGCM3, HadGEM2-AO, MIROC5, GFDL-CM3, CSIRO-Mk3-6-0, CSIRO-Mk3-6-0, los cuales corresponden a una versión más reciente de los modelos empleados en la tercera comunicación nacional de El Salvador (MARN, 2018)<sup>3</sup>. El procesamiento empleado para pasar de los resultados de estos modelos a proyecciones con mayor resolución fue realizado por la NASA como parte de la iniciativa NEX-GDDP-CMIP6 (NASA, 2021), usando un Método de Corrección de Sesgo y Desagregación Espacial (BCSD, por sus siglas en inglés). Los resultados de este proceso de desagregación espacial cuentan con una resolución de 25km y se encuentran calibrados a datos locales. Adicionalmente, fue posible diferenciar los tramos viales pavimentados y sin pavimentar, de acuerdo con información proporcionada por el Ministerio de Obras Públicas y de Transporte. La información sobre tramos pavimentados y sin pavimentar permitió evaluar las variables más relevantes para cada tipo de infraestructura, ya que las temperaturas extremas afectarán principalmente a las vías pavimentadas.

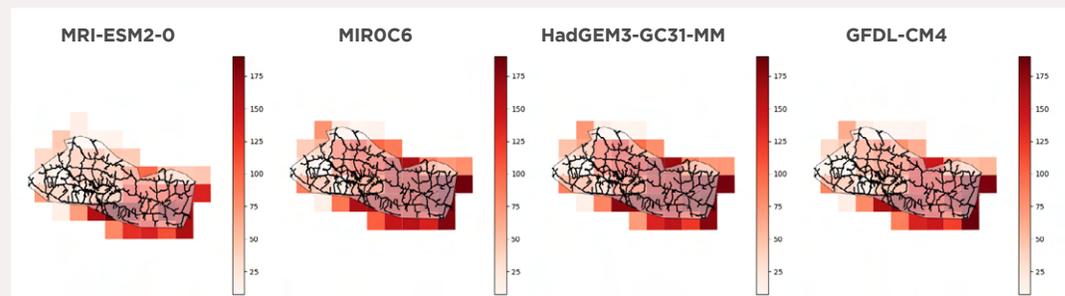
Conocer la distribución espacial del cambio proyectado en temperaturas extremas al interior del país permite identificar secciones de la red vial pavimentada que podrían requerir el desarrollo de medidas de adaptación. Los datos de temperatura máxima diaria (tasmax) reportados por la NASA para El Salvador fueron procesados para obtener el promedio de número de días al año con temperaturas máximas superiores a 35°C para cada modelo para los periodos base (1995-2014) y futuro (2041-2060).

<sup>3</sup> Se utilizan las versiones más recientes (CMIP6) de los modelos empleados en la tercera comunicación nacional de CC de El Salvador (los cuales correspondían a CMIP5), excluyendo los modelos CSIRO por no encontrarse disponibles en la base de datos de la NASA.

Esta información fue cruzada con la capa de vías pavimentadas, para identificar las vías que estarían expuestas a los mayores incrementos en TX35. Los resultados de los cuatro modelos analizados proyectan patrones espaciales muy similares para los cambios en temperaturas extremas, como se muestra en la Figura 2.3.1. Esta coincidencia entre las tendencias espaciales proyectadas por cuatro modelos distintos permite concluir que probablemente la zona suroccidental del país concentrará los mayores incrementos en el número de días al año bajo temperaturas extremas. Adicionalmente, la Figura 2.3.2 indica que, para los tramos con mayores niveles de exposición a temperaturas extremas en el periodo base, también se proyectan los mayores incrementos en la variable TX35 hacia mitad de siglo.

FIGURA 2.3.1.

**Incrementos proyectados de TX35 bajo el escenario SSP5-8.5 para El Salvador y red vial pavimentada**



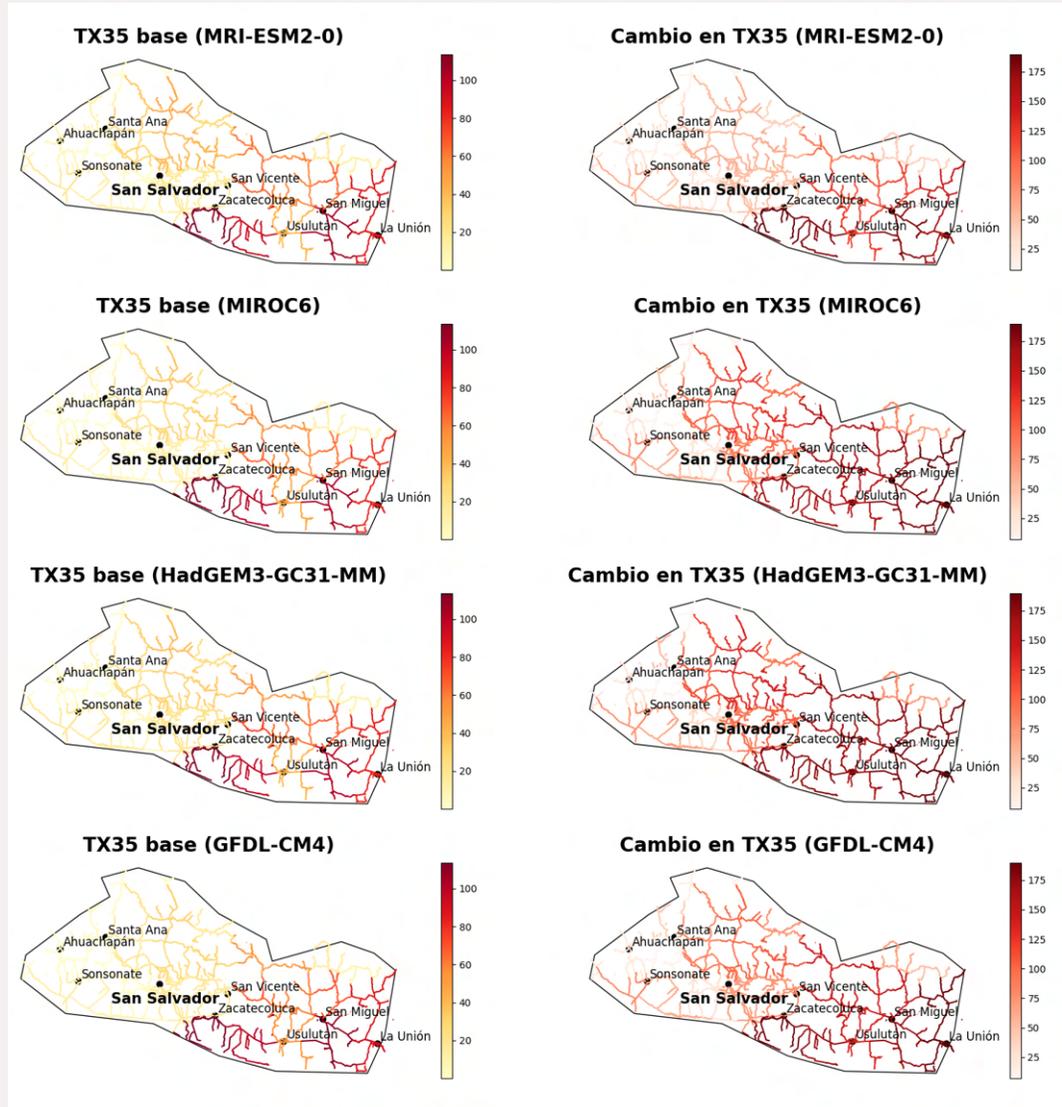
**Fuente:** Elaboración propia con proyecciones climáticas de NASA (2021).

**Nota:** La variable TX35 corresponde al número de días al año con temperaturas máximas superiores a 35°C. Los valores graficados corresponden al incremento proyectado por cuatro modelos distintos para la variable TX35 entre los periodos base (1995-2014) y futuro (2041-2060). La red vial pavimentada se grafica en negro.



FIGURA 2.3.2.

Exposición de red vial pavimentada de El Salvador a TX35 en el periodo base y cambio en la exposición de la red vial pavimentada entre el periodo base y mitad de siglo bajo el escenario SSP5-8.5



Fuente: Elaboración propia con proyecciones climáticas de NASA (2021).

Nota: La variable TX35 corresponde al número de días al año con temperaturas máximas superiores a 35°C. El periodo base es el comprendido entre 1995 y 2014. El periodo futuro es el comprendido entre 2041 y 2060.



Hacia mitad de siglo, se proyecta que entre un 17% y un 56% de la red vial pavimentada de El Salvador experimente incrementos de por lo menos 100 días adicionales al año bajo temperaturas extremas. Las consecuencias de estos incrementos proyectados en temperaturas extremas están relacionadas con el deterioro acelerado de las carreteras pavimentadas ubicadas en la zona suroccidental del país, lo cual puede resultar en una menor vida útil de los activos y afectar las condiciones de operación. Debido al deterioro acelerado, probablemente será necesario incrementar la frecuencia del mantenimiento rutinario y preventivo en los tramos con mayores niveles de exposición, así como evaluar otras medidas para la construcción de nueva infraestructura en estas zonas. Algunas alternativas a considerar en el desarrollo de nuevas carreteras incluyen el uso de mezclas asfálticas con mayores resistencias a temperaturas extremas, así como el uso de soluciones basadas en la naturaleza, tales como la incorporación de vegetación paralela a las carreteras. El uso de soluciones basadas en la naturaleza no solo ayudaría a reducir las temperaturas a las que estarán expuestos los pavimentos, sino que también permitiría dar un mejor manejo al escurrimiento superficial ocasionado por precipitaciones extremas, al aumentar la capacidad de captura, retención e infiltración del suelo.



## 2.3. Conclusiones de los escenarios futuros

- No tomar medidas decisivas para descarbonizar el transporte en ALC tendrá como consecuencia un incremento de las emisiones del sector en torno al 17% para 2050 respecto a 2019, muy lejos de los niveles requeridos para lograr el objetivo del Acuerdo de París. En efecto, alcanzar este objetivo requiere reducir las emisiones del transporte en 47% a 2050 respecto a 2019.
- Bajo la tendencia actual, las emisiones del transporte carretero interurbano de mercancía crecerían en torno al 23%, producto del aumento de la actividad económica. A nivel urbano, el transporte de carga sería el mayor emisor de CO<sub>2</sub>, con un incremento de 40% entre 2019 y 2050.
- El CC incrementará la frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos, y generará cambios en la temperatura, precipitación y nivel del mar. De no tomar acciones para reducir la vulnerabilidad de las infraestructuras de la región, esto tendrá un impacto significativo en el sector transporte.
- En transporte aéreo, la exposición de aeropuertos a incrementos del nivel del mar podría afectar las actividades turísticas y la conectividad misma de ciertas zonas, especialmente en los países insulares. En el transporte marítimo, el potencial aumento del nivel del mar afectaría a puertos clave en la red de transporte marítimo regional, como los puertos de Panamá y Cartagena. Asimismo, impactaría en la mayoría de los puertos de Centroamérica, con un riesgo importante para las actividades económicas de esta subregión.
- La infraestructura vial de los países de menor ingreso estará especialmente expuesta a incrementos extremos de temperatura, con su consiguiente impacto en las necesidades de inversión frente a presupuestos muy limitados. Por su parte, las precipitaciones extremas serán los factores de mayor preocupación para la red de carreteras de América del Sur, donde se proyecta que más del 45% de la red vial en varios países experimente incrementos muy altos en el valor máximo de precipitación acumulada durante cinco días consecutivos.

# 3.



---

## 1,5 grados: Compromisos internacionales de la región en la lucha contra el cambio climático

- 3.1. El transporte en el marco de las NDCs de los países de la región | **128**
- 3.2. Disponibilidad de otros mecanismos para priorizar al sector transporte en la lucha contra el CC | **143**
- 3.3. Conclusiones de la adopción de mecanismos del CMNUCC en ALC | **157**





### 3.

## 1,5 grados: Compromisos internacionales de la región en la lucha contra el cambio climático

Con el fin de luchar contra la amenaza que supone el CC para la humanidad, 196 países suscribieron el Acuerdo de París en 2015, en el contexto del Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). Este es un acuerdo vinculante que reúne esfuerzos conjuntos de las naciones firmantes para limitar el calentamiento global por debajo de los 2°C -preferiblemente 1,5°C- en comparación con los niveles preindustriales (UNFCCC, 2022). Bajo este Acuerdo, las partes deben presentar Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDCs, por sus siglas en inglés), que reúnen los objetivos y acciones que realizarán para reducir sus emisiones de GEI.

Adicionalmente, el CMNUCC incluye diferentes mecanismos para que los países comuniquen sus medidas y metas de mitigación y adaptación al CC, principalmente las Estrategias a Largo Plazo para un Desarrollo Bajo en Emisiones (LT-LEDS, por sus siglas en inglés), los Planes Nacionales de Adaptación (NAPs, por sus siglas en inglés), las Comunicaciones de Adaptación (ADCOM, por sus siglas en inglés), los Programas de Acción de Adaptación Nacional (NAPAs, por sus siglas en inglés) y las Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMAs, por sus siglas en inglés). Estos mecanismos son coherentes entre sí y se relacionan. Así, por ejemplo, los ejercicios de modelización de las LT-LEDS proporcionan información valiosa sobre las opciones e incertidumbres a corto y mediano plazo, que apoyan el proceso de formulación de las NDCs. Por su parte, las NAMAs permiten desagregar los objetivos nacionales de las NDCs a nivel sectorial, establecer sistemas de monitoreo y verificación y facilitar la movilización de financiación para la aplicación de las NDCs. Por otro lado, los NAPs presentan prioridades y metas sectoriales o territoriales en materia de adaptación, y las ADCOMs se utilizan como instrumentos para reportar las necesidades de apoyo en la implementación de las acciones prioritizadas y los avances específicos a la fecha.



**El sector transporte es clave para lograr los objetivos del Acuerdo de París y, en consecuencia, debería ser indicado como prioritario por los países dentro de los mecanismos previstos por el CMNUCC.** Asimismo, el avance hacia un transporte más sostenible contribuye a alcanzar los ODS, en la medida que conduce a ciudades y comunidades sostenibles (ODS 11) y a impulsar la acción por el clima (ODS 13). La optimización de las cadenas de suministro está directamente relacionada con un consumo y una producción responsables (ODS 12) y con una industria, innovación e infraestructuras resistentes y sostenibles (ODS 9). Las mejoras en el sector transporte también repercuten en la salud y el bienestar de la población, contribuyendo a reducir el número de siniestros viales (ODS 3). Ahora bien, como se verá a continuación, los países de ALC tienen aún un importante camino por delante en la elaboración del entramado normativo sugerido por el CMNUCC, a partir del cual impulsar un transporte más sostenible y catalizador de los ODS.

### 3.1.

## El transporte en el marco de las NDCs de los países de la región

**Existe gran heterogeneidad en las NDCs de los países de ALC en cuanto a la priorización del sector transporte para alcanzar los objetivos del Acuerdo de París.** De los 26 países aquí analizados<sup>4</sup>, 19 incluyen medidas relacionadas con el transporte en sus NDCs, considerando NDCs de primera y segunda generación<sup>5</sup> (Figura 3.1). Dos países -Guyana y Trinidad y Tobago- poseen NDCs de primera generación, mientras que las restantes corresponden a la segunda generación. Estas NDCs de segunda generación son de dos tipos: (i) nuevos documentos que constituyen las “segundas NDCs”, de las que disponen Argentina, Surinam y Uruguay;

---

<sup>4</sup> Los países analizados son: Argentina, las Bahamas, Barbados, Belice, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Surinam, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela.

<sup>5</sup> Cada cinco años, los países revisan su NDC y la presentan al CMNUCC, con ambiciones cada vez mayores. La segunda ronda de actualizaciones comenzó en 2020, siendo referidas como NDCs de “segunda generación”. Durante estos ciclos de cinco años, un país puede someter una nueva NDC o hacer una revisión intermedia del documento.

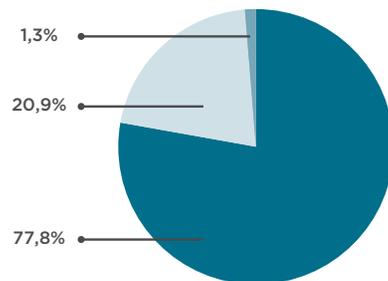


y (ii) versiones actualizadas de las primeras NDCs, de las que disponen los demás países de ALC, que las actualizaron entre los años 2019 y abril de 2023<sup>6</sup>. Los países con NDCs de segunda generación representan 99,4% del total de las emisiones de transporte en ALC (Figura 3.1). Trinidad y Tobago y Belice son los únicos países que establecen metas de reducción de emisiones del transporte a 2030 en sus NDCs. Este número es proporcionalmente inferior a la media mundial, ya que un total de 23 (16%) de las 140 NDCs de segunda generación tienen objetivos de mitigación de GEI para el sector (SLOCAT, 2022a), frente a uno de ALC. En contraposición, todos los países de la UE, que comparten una NDC europea común, y cinco países asiáticos tienen metas de mitigación de GEI en el sector (GIZ & SLOCAT, 2022). Así, se evidencia que, en la región, el transporte no se encuentra dentro de los sectores priorizados en cuanto a las acciones para contrarrestar el CC y, cuando lo está, en la mayoría de los casos no se fijan metas para el sector sobre las cuales identificar la contribución de las medidas propuestas y monitorear el avance en el cumplimiento de los objetivos de las NDCs.

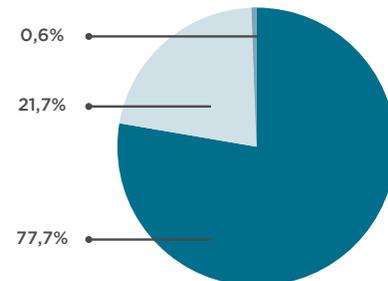
FIGURA 3.1.

### Porcentaje de emisiones de CO2 totales y del sector transporte cubierto por las NDCs de segunda generación en ALC

Porcentaje de emisiones de CO2 totales (todos los sectores) cubierto por las NDCs de segunda generación en ALC



Porcentaje de emisiones de CO2 del sector transporte cubierto por las NDCs de segunda generación en ALC



- Proporción de emisiones de países con NDCs presentadas en 2021-2022
- Proporción de emisiones de países con NDCs presentadas en 2019-2020
- Proporción de emisiones de países sin NDCs de segunda generación

**Fuente:** Elaboración propia con datos de IEA (2022g).

**Nota:** Los gráficos no incluyen a las Bahamas, Barbados y Belice por falta de datos de IEA.

<sup>6</sup> Ecuador no convirtió oficialmente su INDC (*Intended Nationally Determined Contributions* - el documento inicial previo a las NDC) en su primera NDC. El país ha presentado su primera NDC oficial en 2019. A efectos de este análisis, tratamos la INDC como primera NDC y la Contribución Determinada a Nivel Nacional presentada a la CMNUCC (NDC) como una primera NDC actualizada.



TABLA 3.1.

Metas y medidas de mitigación para el sector transporte en las NDCs de los países de ALC

País	¿El país tiene NDC?	¿La NDC del país tiene medidas relacionados con el sector transporte?	¿Existen metas de reducción de emisiones del sector transporte en la NDC del país?	Medidas de mitigación de emisiones del sector transporte incluidas en la NDC			Fuente
				Evitar	Cambiar	Mejorar	
Argentina	Sí	Sí	No		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Transporte urbano de pasajeros: desarrollo de movilidad sostenible y baja en emisiones (etiquetado de eficiencia energética de vehículos, promoción de buses con energías alternativas, promoción de vehículos livianos con tecnologías de bajas emisiones, renovación de la flota de buses (Euro 3 a Euro 5) y promoción de la movilidad activa).</li> <li>2. Jerarquización del ferrocarril de cargas: diseño de un Plan de Inversión Ferroviaria de Cargas y transporte ferroviario sostenible.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mejora de la eficiencia en el Transporte Carretero de Cargas (TCC): bi-trenes y escalados, Programa Transporte Inteligente (que incluye la capacitación de conductores), renovación de flota con chatarrización de camiones (Plan Vial Nacional para 2025).</li> <li>2. Transporte fluvial de cargas: renovación de la flota con energías alternativas.</li> <li>3. Fomento de la utilización de gas natural y electricidad para el sector transporte en general.</li> </ol>	Segunda NDC de Argentina - 2020 & Actualización de la meta de emisiones netas de Argentina al 2030 - 2021
Las Bahamas	Sí	Sí	No		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fomento del uso del transporte público.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fomento de la electrificación del transporte por carretera.</li> <li>2. Mejora de los incentivos para la compra de vehículos eléctricos.</li> <li>3. Evaluación de los vehículos del Gobierno y programa de sustitución de los vehículos adecuados por vehículos eléctricos.</li> <li>4. Introducción de vehículos eléctricos en la flota del Gobierno.</li> <li>5. Instalación de estaciones de carga para vehículos eléctricos.</li> </ol>	NDC de Bahamas - actualización 2022



País	¿El país tiene NDC?	¿La NDC del país tiene medidas relacionados con el sector transporte?	¿Existen metas de reducción de emisiones del sector transporte en la NDC del país?	Medidas de mitigación de emisiones del sector transporte incluidas en la NDC			Fuente
				Evitar	Cambiar	Mejorar	
Barbados	Sí	Sí	No			<ol style="list-style-type: none"> <li>1. A partir de abril de 2021, la política de compras del gobierno es priorizar la compra de vehículos eléctricos o híbridos.</li> <li>2. La intención de la Junta de Transporte de Barbados es operar una flota totalmente electrificada para 2030.</li> </ol>	Primera NDC de Barbados - actualización 2021
Belice	Sí	Sí	Sí, (evitar 117 KtCO <sub>2</sub> e/año del sector del transporte para 2030)			<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Despliegue de 77 buses híbridos y eléctricos para 2030 -17 para 2025-.</li> <li>2. Implementar un marco de políticas para promover vehículos más eficientes y combustibles/mezclas alternativas a través de la incorporación de etiquetas de ahorro de combustible; pruebas de emisiones; estándares de ahorro de combustible; limitaciones e impuestos/reembolsos basados en emisiones para vehículos importados para 2025.</li> <li>3. Facilitar la electromovilidad de los pasajeros.</li> </ol>	Primera NDC de Belice - actualización 2021
Bolivia	Sí	Sí	No			<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Crecimiento anual del 10% en la participación de vehículos eléctricos en el parque automotor de transporte público al 2030.</li> </ol>	NDC de Bolivia 2021-2030
Brasil	Sí	No	No				Primera NDC, segunda actualización - 2022
Chile	Sí	Sí	No		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Disminución de transporte privado motorizado por cambio a buses y bicicletas.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Electromovilidad en taxis y transporte público urbano.</li> <li>2. Transporte de carga a hidrógeno.</li> </ol>	Primera NDC de Chile - actualización 2020



País	¿El país tiene NDC?	¿La NDC del país tiene medidas relacionados con el sector transporte?	¿Existen metas de reducción de emisiones del sector transporte en la NDC del país?	Medidas de mitigación de emisiones del sector transporte incluidas en la NDC			Fuente
				Evitar	Cambiar	Mejorar	
Colombia	Sí	Sí	No	<ol style="list-style-type: none"> <li>Optimización de la logística.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Cambio modal de carretera a fluvial en carga – Río Magdalena.</li> <li>Transporte activo y gestión de la Demanda (TAnDem).</li> <li>Rehabilitación del corredor férreo La Dorada - Chiriguana – Santa Marta.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Movilidad Eléctrica: 600.000 vehículos eléctricos para 2030.</li> <li>Navegación Aérea Basada en Desempeño – PBN (<i>Performance-Based Navigation</i>).</li> <li>Programa de Modernización de Transporte Automotor de Carga.</li> </ol>	Primera NDC de Colombia - actualización 2020
Costa Rica	Sí	Sí	No	<ol style="list-style-type: none"> <li>Establecimiento de modelos de logística sostenible en los principales puertos, zonas urbanas y centros de consolidación logística del país.</li> <li>Reducir la brecha digital y tecnológica para aumentar prácticas digitales como teletrabajo, comercio electrónico y turismo virtual (que reducen la necesidad de desplazamientos).</li> <li>Promover políticas en las instituciones de Gobierno y empresas públicas y privadas para permitir que sus empleados opten por el teletrabajo.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Operación el Tren Eléctrico de Pasajeros en el Gran Área Metropolitana, impulsado por energía eléctrica renovable.</li> <li>Operación del Tren Eléctrico Limonense de Carga (TELCA).</li> <li>Ampliar y mejorar la infraestructura para aumentar en al menos un 5% los viajes en movilidad no motorizada (incluyendo movilidad peatonal y en bicicleta).</li> <li>Fomentar esquemas de desarrollo urbano bajo en emisiones mediante la integración del enfoque de “desarrollo orientado al transporte” en instrumentos de planificación y gestión del territorio.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Renovar las concesiones de autobuses públicos con criterios de descarbonización, incluyendo la sectorización, el pago electrónico y la integración multimodal de medios de transporte público y activo.</li> <li>Lograr que al menos 8% de la flota de transporte público del país sea de cero emisiones.</li> <li>Establecer modelos de logística sostenible en los principales puertos, zonas urbanas y centros de consolidación logística del país.</li> <li>Adoptar medidas para una flota de motocicletas cero emisiones y la estabilización del crecimiento de flota de motocicletas.</li> <li>Lograr que al menos 8% de la flota de vehículos ligeros (privados e institucionales) sea eléctrica.</li> <li>Implementar la estrategia de Hidrógeno Verde para el uso en el transporte.</li> </ol>	Primera NDC de Costa Rica- actualización 2020
Ecuador	Sí	Sí	No		<ol style="list-style-type: none"> <li>Transporte público eficiente: Impulsar movilidad de pasajeros de forma masiva y operarla aprovechando energía eléctrica (Metro de Quito, Tranvía de Cuenca).</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>NAMA de transporte: carga y pasajeros.</li> </ol>	Primera NDC de Ecuador - 2019



País	¿El país tiene NDC?	¿La NDC del país tiene medidas relacionados con el sector transporte?	¿Existen metas de reducción de emisiones del sector transporte en la NDC del país?	Medidas de mitigación de emisiones del sector transporte incluidas en la NDC			Fuente
				Evitar	Cambiar	Mejorar	
El Salvador	Sí	Sí	No		1. Transporte público masivo, uso de bicicleta, caminata, zonas de velocidad restringida y gestión del tráfico en consideración de la seguridad vial y promoción de los espacios públicos.	1. Introducción de electromovilidad en el parque vehicular con atención primaria al transporte de pasajeros, público y privado.	Primera NDC de Salvador - actualización 2021
Guatemala	Sí	Sí	No			1. Electromovilidad y biocombustibles (programa de renovación del parque vehicular privado hacia alternativas más eficientes y programa para promover el uso del etanol avanzado en la gasolina).	Primera NDC de Guatemala - actualización 2021
Guyana	Sí	No	No				Primera NDC de Guyana - 2016
Haití	Sí	Sí	No			1. Mejor mantenimiento y uso de las motocicletas. 2. Restricciones a la importación de vehículos usados.	Primera NDC de Haiti - actualización 2021
Honduras	Sí	Sí	No			1. Fomento de la electromovilidad.	Primera NDC de Honduras - actualización 2021
Jamaica	Sí	No	No				Primera NDC de Jamaica - actualización 2020
México	Sí	Sí	No	1. Fomento del trabajo remoto.	1. Expansión y rehabilitación de la red ferroviaria.	1. Electromovilidad. 2. Vehículos más eficientes. 3. Programas de transporte limpio.	NDC de México - actualización 2022



País	¿El país tiene NDC?	¿La NDC del país tiene medidas relacionados con el sector transporte?	¿Existen metas de reducción de emisiones del sector transporte en la NDC del país?	Medidas de mitigación de emisiones del sector transporte incluidas en la NDC			Fuente
				Evitar	Cambiar	Mejorar	
Nicaragua	Sí	Sí	No		1. Mejorar el sistema de transporte público de la Managua Metropolitana.		Primera NDC de Nicaragua - actualización 2020
Panamá	Sí	Sí	No				Primera NDC de Panamá - actualización - 2020
Paraguay	Sí	No	No			<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sustitución creciente de los combustibles fósiles por los biocombustibles (según tipo de motores, hasta un 7,5% de adición al diésel y 27,5% de adición a gasolina).</li> <li>2. Conducción eficiente para el transporte público y de carga.</li> <li>3. Sustitución creciente de los vehículos convencionales por los vehículos eléctricos e híbridos.</li> <li>4. Aplicación del hidrógeno verde.</li> </ol>	Primera NDC de Paraguay - actualización 2021
Perú	Sí	No	No				Primera NDC de Perú, reporte de actualización 2021-2030. 2020
República Dominicana	Sí	Sí	No		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ampliación y nuevos recorridos para 42 kilómetros de líneas del metro de Santo Domingo.</li> <li>2. 11 kilómetros para nuevas líneas de sistema de teleférico en Santo Domingo alimentados con energía eléctrica.</li> <li>3. Adecuación de red para ciclovías en ciudades principales y promoción de la bicicleta para trayectos menores a 8km.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sustitución de buses con tecnologías más eficientes.</li> <li>2. Sustitución de taxis y conchos por tecnologías más eficientes.</li> <li>3. Sustitución de vehículos privados por tecnologías más eficientes.</li> </ol>	Primera NDC de República Dominicana - actualización 2020



País	¿El país tiene NDC?	¿La NDC del país tiene medidas relacionados con el sector transporte?	¿Existen metas de reducción de emisiones del sector transporte en la NDC del país?	Medidas de mitigación de emisiones del sector transporte incluidas en la NDC			Fuente
				Evitar	Cambiar	Mejorar	
Surinam	Sí	Sí	No		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rediseñar calles de manera que sean amigables para los peatones.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introducir controles de emisiones de vehículos al 2027 (vehículos públicos y privados).</li> <li>2. Limitar la importación de vehículos de más de 5 años (vehículos públicos y privados).</li> <li>3. Mejorar el sistema de transporte público (añadir vías separadas de autobús, estaciones de autobuses públicos fuera del centro de la ciudad y autobuses lanzadera dentro del centro de la ciudad).</li> </ol>	Segunda NDC de Surinam - 2019
Trinidad y Tobago	Sí	Sí	Sí, (hasta el año 2030 reducir 1,7 Mton CO <sub>2</sub> eq en el sector de transporte público, 30% en comparación a los niveles de 2013)				Primera NDC de Trinidad y Tobago - 2018
Uruguay	Sí	Sí	No			<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Incrementar la adopción de vehículos eléctricos y el uso de cargadores rápidos y ultrarrápidos a 2030 (a 2030 el 30% de las ventas de vehículos livianos de pasajeros 0 km corresponde a vehículos eléctricos; a 2030 se han incorporado al parque automotor 600 vehículos de transporte de carga que funcionan con celdas de hidrógeno).</li> </ol>	Segunda NDC de Uruguay - 2022



País	¿El país tiene NDC?	¿La NDC del país tiene medidas relacionados con el sector transporte?	¿Existen metas de reducción de emisiones del sector transporte en la NDC del país?	Medidas de mitigación de emisiones del sector transporte incluidas en la NDC			Fuente
				Evitar	Cambiar	Mejorar	
Venezuela	Sí	Sí	No		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Plan de la Patria (2019-2015).</li> <li>2. Sistema Socialista de Transporte José Antonio Anzoátegui” S.A. - TRANZOATEGUI.</li> <li>3. METRO CARACAS (C.A) / Línea 5. Plaza Venezuela - Miranda II.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Planta de Autobuses Yutong Venezuela, S.A.</li> <li>2. Plan de modernización de flotas con aeronaves del sector público y privado.</li> <li>3. Modernización e instalación de nuevos sistemas de vigilancia y control para el tránsito aéreo de la FIR Maiquetía.</li> <li>4. Implementación de procedimientos PBN, incluyendo rutas RNAV y procedimientos de aproximación, ascensos y descensos continuos.</li> <li>5. Implantación de la Gestión de Flujo de Tránsito Aéreo (ATFM) en los aeropuertos internacionales de mayor afluencia comercial y la aplicación de estrategia por bloques “ASBU” (Mejoras por Bloques del Sistema de Aviación), entre otros.</li> </ol>	Primera NDC - actualización 2021

Fuente: Elaboración propia con base en UNFCCC (2023).



**Las acciones de mitigación en el sector de transporte pueden categorizarse según el modelo “Evitar-Cambiar-Mejorar”.** “Evitar” se refiere a la necesidad de mejorar la eficiencia del sistema de transporte mediante la reducción de la demanda de viajes motorizados y la duración de los viajes impuestos por los actuales modelos de desarrollo espacial, mediante una planificación más integrada del uso del suelo y el transporte y a través de medidas de gestión del tráfico y de gestión de la demanda vía precios. “Cambiar” busca mejorar la eficiencia de los viajes individuales, a través de un cambio modal desde el modo más contaminante y que consume más energía, hacia modos más amigables con el medioambiente, como el transporte activo y el transporte público. “Mejorar” se centra en la eficiencia de vehículos y combustibles, introduciendo fuentes de energía renovables en el sector del transporte (SLOCAT, 2021b).

**La mayor parte de las medidas de mitigación incluidas en las NDCs de los países de ALC pertenecen al pilar de “mejorar”** (Figura 3.2). Estas se refieren a la promoción de la electromovilidad, especialmente para el transporte público y la flota de taxis, así como también la incorporación de vehículos eléctricos en el parque automotor y las instalaciones requeridas para el uso de este tipo de vehículos. Un tercio de las NDCs de segunda generación establecen metas para las medidas de mejora, principalmente a través del aumento porcentual del número de vehículos eléctricos y las cuotas de biocombustibles calificados como sostenibles en los distintos subsectores. Por ejemplo, las Bahamas identifica como meta que los vehículos eléctricos representen el 35% de las ventas totales de vehículos para 2030. Costa Rica señala que al menos 8% de la flota de vehículos ligeros en 2030 será eléctrica. Por su parte, la totalidad de autobuses de transporte público urbano en Chile deberá ser eléctrico a 2040. Finalmente, Surinam limita la importación de vehículos usados de más de cinco años, tanto públicos como privados. A nivel mundial, se observa claramente la misma tendencia: 74 NDCs (52%) de segunda generación incluyen acciones relacionadas con la movilidad eléctrica, lo que representa el 19% de todas las acciones (SLOCAT, 2022a). Esta tendencia es aún mayor en Asia, donde el 66% de las NDCs de segunda generación incluyen acciones sobre electrificación (GIZ & SLOCAT, 2022). A pesar de la contribución del transporte de carga a las emisiones de GEI, pocos países incluyen medidas para este segmento. La NDC de Colombia establece como meta la renovación de 57.000 vehículos de carga entre 2015 y 2030, con el objetivo de reducir 1,03 MtCO<sub>2</sub> eq. Uruguay menciona



**A pesar de la contribución del transporte de carga a las emisiones de GEI, pocos países incluyen medidas para este segmento.**

que a 2030 se deben haber incorporado al parque automotor 600 vehículos de transporte de carga que funcionen con celdas de hidrógeno, y Argentina menciona varias medidas para el transporte de carga carretero y fluvial, como la renovación de flota y la preparación de un Programa de Transporte Inteligente.

**Las medidas de mejoramiento de los sistemas de transporte público predominan entre las acciones relacionadas con el pilar de “cambiar”.**

El objetivo con estas medidas es incentivar la migración de usuarios de vehículo particular y motocicletas hacia un modo socio-ambientalmente más eficiente. También busca retener a los usuarios del transporte público mejorando su calidad y hacer las calles más aptas para los desplazamientos a pie y en bicicleta. En este sentido, República Dominicana menciona políticas de gestión de la demanda para incentivar y priorizar el uso del transporte colectivo, mientras que las Bahamas identifica medidas para incrementar la fiabilidad de los servicios. También se incluyen acciones para incentivar el transporte activo -caminata y bicicleta-, a través de la ampliación y mejora de la infraestructura para la movilidad activa, la promoción de los espacios públicos y la adecuación de la red para ciclovías. Por ejemplo, Costa Rica establece que, para 2030, habrá ampliado y mejorado la infraestructura para aumentar en al menos un 5% los viajes en movilidad no motorizada con respecto a la trayectoria actual. Por su parte, El Salvador promueve la implementación de modos de transportes sostenibles como el uso de bicicleta y caminatas.

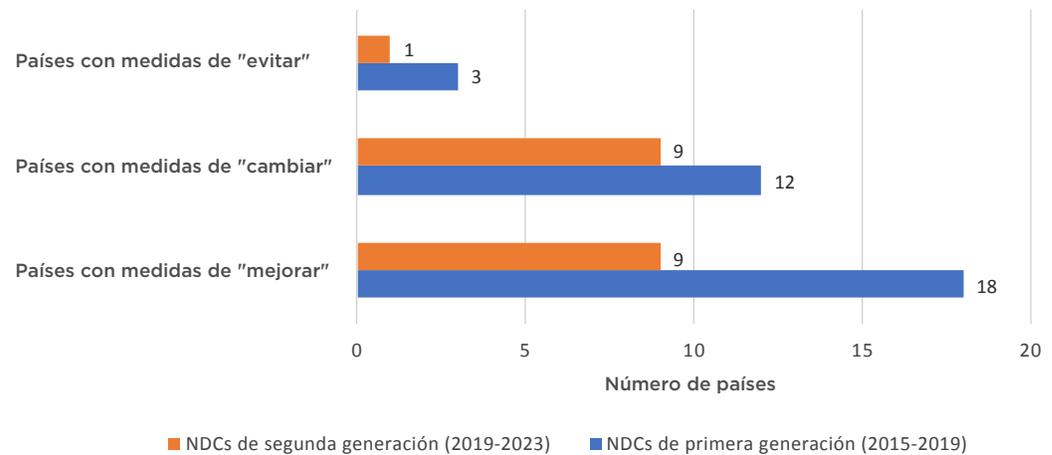
**Las medidas relacionadas con “evitar” están poco presentes en las NDCs.**

Como consecuencia, las NDCs actuales no aprovechan todo el marco de acciones que, de manera integrada, conducirían a reducir mucho más la intensidad de GEI en el sector (WRI, 2019). Esto es similar a nivel mundial, donde menos del 10% de las NDCs de segunda generación incluyen medidas del pilar “evitar” (SLOCAT, 2022a). En la región, solo Colombia, Costa Rica y México tienen medidas en este aspecto. Colombia apuesta al uso del enfoque de Desarrollo Orientado al Transporte (TOD, por sus siglas en inglés) para promover el acceso a bienes y servicios a escala y velocidad humana. Costa Rica apunta a establecer para 2025 modelos sostenibles en los principales puertos, zonas urbanas y centros de consolidación, a fin de incrementar la eficiencia en el transporte. A la vez, México busca fomentar el trabajo remoto generando una estrategia conjunta con industrias y autoridades, capitalizando los aprendizajes de la pandemia de COVID-19.



FIGURA 3.2.

### Resumen del análisis de la evolución de las NDCs de ALC



Fuente: Elaboración propia con base en UNFCCC (2023).

En general, el foco de las NDCs se encuentra en el transporte de pasajeros, con poca atención al transporte de carga, uno de los mayores emisores en la región. El análisis de la NDCs refleja la necesidad de avanzar en el reconocimiento de la eficiencia global del sistema de transporte y de que la descarbonización del sector pasa por una transformación sistémica. Unas de las pocas NDCs que contempla el cambio del transporte de mercancías por carretera al ferrocarril y la mejora de la logística es la de Colombia. Allí se prevén varios proyectos de rehabilitación de corredores férreos y la implementación de estrategias de optimización de la logística para la mayor eficiencia en el transporte. La parte dedicada a los subsectores acuático y aéreo también resulta insuficiente, en parte porque las emisiones de estos sectores no siempre son contabilizadas en las cuentas nacionales. Sin embargo, varios países de ALC tienen importantes actividades en estos modos a nivel local, requiriendo un accionar sobre sus emisiones. En este sentido, Colombia menciona a la navegación basada en desempeño como medida para reducir las emisiones del transporte aéreo. A su vez, Venezuela proyecta la realización de un Plan de Gestión de Eficiencia Energética, dentro del cual se incluyen programas de incentivos para renovación de flotas de transporte aéreo. A nivel global, las conclusiones son similares, ya que solo 16 de 140 NDCs de segunda generación incluyen lineamientos para reducir las emisiones vinculadas con el transporte doméstico aéreo y



**Sólo cuatro de las 24 NDCs de segunda generación de ALC indican metas de adaptación para el transporte.**

marítimo (SLOCAT, 2022a). En esos ámbitos, las NDCs tienden a diferir los compromisos a las negociaciones que se realizan en el marco de las organizaciones internacionales aérea (Organización de Aviación Civil Internacional, OACI) y marítima (Organización Marítima Internacional, OMI).

**La mención a adaptación es escasa en las NDCs de la región. En efecto, este instrumento fue originalmente pensado para mitigación.** Sólo cuatro de las 24 NDCs de segunda generación indican metas de adaptación para el transporte, enfocadas en la mejora de la gestión del riesgo para las infraestructuras (Colombia, El Salvador), la mejora de su resiliencia (incluyendo en el ámbito de la navegación fluvial para Paraguay) y la adopción de códigos y estándares de resiliencia climática (República Dominicana). Lo mismo ocurre en el resto del mundo, donde apenas el 5% de las NDCs de segunda generación cuentan con metas referidas al sector. Aunque más numerosas, las medidas de adaptación también siguen siendo limitadas, con el 42% de las NDCs de segunda generación de la región incluyendo medidas al respecto, un porcentaje equivalente a lo que se verifica a nivel mundial (40%). Estas acciones se encuentran principalmente en las NDCs de los países del Caribe y Centroamérica, que son los más expuestos a los desastres naturales. Los países se centran en el desarrollo de infraestructuras resistentes a los impactos del cambio climático, como es el caso de Panamá, que hace hincapié en la necesidad de adaptación en el ámbito de las infraestructuras de logística (puertos, carreteras, puentes y aeropuertos). Las NDCs de Honduras y de Haití se centran en la protección de la red de carreteras, especialmente vulnerable a las inundaciones y los ciclones en la región. Barbados menciona acciones para la gestión de riesgos en zonas costeras, incluyendo el uso de soluciones basadas en la naturaleza (SBN). Por su parte, Paraguay reconoce la vulnerabilidad de la navegabilidad en sus ríos fronterizos y prioriza acciones de planificación y gestión bajo estiaje y sequía, a fin de disminuir los impactos negativos en la economía de las potenciales interrupciones en la Hidrovía Paraguay-Paraná. Reforzar la mención de las políticas de adaptación en las NDC traerá beneficios en materia de: (i) reconocer los riesgos de daños al sector del transporte y sus efectos para la economía y la sociedad; (ii) identificar las acciones para mitigarlos; y (iii) priorizar las medidas para financiamiento, dentro del conjunto relacionado con el CC. Algunos países de la región complementan sus medidas de adaptación mediante las NAPs y las ADCOM, como veremos más adelante (sección 3.2). Cabe señalar que, entre los once países de ALC que cuentan



con una ADCOM, siete la han incluido en su NDC de segunda generación (ver Tabla 3.2). De este modo, la parte de estas NDCs relativa a la adaptación está constituida por la ADCOM, en las que destacan los riesgos y vulnerabilidades, las prioridades de adaptación en el marco de la NDC y las necesidades de apoyo requerido para la implementación de acciones. Por tanto, para estos países, el análisis de la parte de adaptación de las NDCs refleja los compromisos de las ADCOM<sup>7</sup>.

**No siempre se verifica la integración de las metas de las NDCs a las políticas y planes nacionales.** Pocas estrategias de transporte a nivel nacional hacen referencia a los objetivos de las NDCs. Como se verá más adelante, Chile y Colombia son una excepción en este sentido. Esta ausencia sugiere, por un lado, que la traducción de los objetivos de largo plazo en acciones no está planificada ni presupuestada en la política local y, por otro, cierta falta de coordinación entre las agencias involucradas en la elaboración de la NDC y las agencias con mandato sectorial. Para que su aplicación vaya más allá de los objetivos declarados, los compromisos de la NDC tienen que reflejarse en las políticas públicas nacionales y en un sistema que traduzca los compromisos internacionales a la legislación nacional. Es mediante esta sincronización que puede lograrse: (i) la priorización de las acciones dentro de las numerosas áreas que competen al sector transporte; (ii) la coordinación con otras áreas de gobierno con mandato sobre energía, medioambiente, política fiscal, entre otros; y (iii) la obtención de recursos para materializar las acciones previstas en la NDC.

**Falta información y sistemas de monitoreo para el cumplimiento de metas.** Son pocas las NDCs que tienen metas cuantificables (Figura 3.3) y que contemplan un marco de seguimiento y evaluación de las medidas de adaptación y mitigación para complementar los esfuerzos del gobierno en la movilización de recursos públicos y privados. Pueden citarse los ejemplos de Costa Rica, que está en proceso de creación de una institución para el monitoreo del desempeño de sus metas, con un Sistema Nacional de Métrica de Cambio Climático (SINAMECC), y Perú, con el Registro Nacional de Medidas de Mitigación (RENAMI), que se utiliza para recopilar y gestionar la información sobre el nivel de avance en las reducciones de emisiones de GEI de las medidas de mitigación. Por su

---

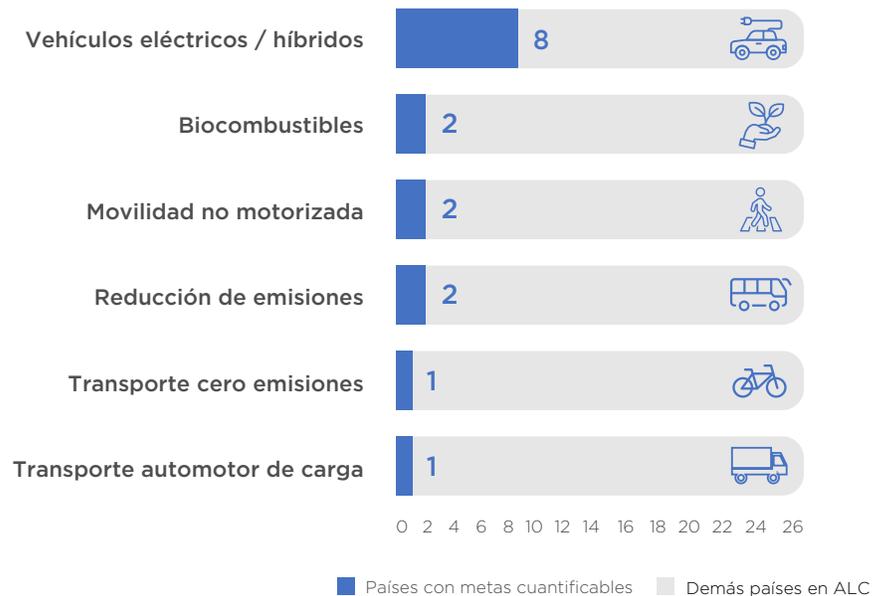
<sup>7</sup> Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Panamá, Paraguay y Uruguay incluyen a la ADCOM en la NDC. Chile, Haití, Honduras y México tienen una ADCOM como documento propio.



parte, Colombia prevé el desarrollo del Sistema Integrador de Información sobre Vulnerabilidad Riesgo y Adaptación (SIIVRA), para evaluar las medidas de adaptación por medio del análisis de indicadores del cambio en la vulnerabilidad. La ADCOM de México prevé la consolidación del Sistema de Información de los Avances en Transversalidad (SIAT-NDC), para integrar y dar seguimiento a acciones de mitigación, adaptación y financiamiento y monitorear el grado de avance de las políticas en estos ámbitos, si bien esto no se menciona en la NDC. En efecto, ninguna de las NDCs de segunda generación de ALC hace referencia explícita a un sistema de seguimiento específico para las medidas de mitigación y/o adaptación en el sector transporte. A nivel internacional tampoco existen numerosas referencias a marcos de seguimiento y evaluación en este ámbito descritas en las NDCs. En la base de esta ausencia se encuentra la falta de datos confiables sobre la magnitud de emisiones del sector transporte, de metodologías para su estimación y de mecanismos de monitoreo frecuente que puedan identificar los impactos de las medidas implementadas.

FIGURA 3.3.

Número de países de ALC con metas cuantificables en sus NDCs



**Fuente:** Elaboración propia con base en UNFCCC (2023).

**Nota:** Los países que contienen metas cuantificables respecto al transporte en sus NDC son los siguientes: (i) Vehículos eléctricos e híbridos: Bahamas, Barbados, Belice, Bolivia, Colombia, Costa Rica, Paraguay y Uruguay; (ii) Biocombustibles: Paraguay y Uruguay; (iii) Transporte cero emisiones: Costa Rica; (vi) Transporte automotor de carga: Colombia; (v) Movilidad no motorizada: Costa Rica y República Dominicana; (vi) Reducción de emisiones: Belice y Trinidad y Tobago.



### 3.2.

## Disponibilidad de otros mecanismos para priorizar al sector transporte en la lucha contra el CC

**Siete países de ALC poseen LT-LEDS, sobre 58 a nivel mundial.** El Acuerdo de París invita, pero no obliga, a los países miembro a formular LT-LEDS. En estas se identifican las transformaciones requeridas dentro de los procesos de desarrollo, a fin de que estos sean consistentes con una trayectoria baja en emisiones. Contar con estas estrategias brinda certeza sobre los objetivos de largo plazo y, en esta medida, contribuye a alinear acciones para lograr las metas de mediano plazo establecidas en las NDCs (Climate Change Expert Group, 2020). En la región, los países que han elaborado LT-LEDS son Argentina, Chile, Colombia, Costa Rica, Guatemala, México y Uruguay. Entre ellas, el sector transporte es mencionado en las LT-LEDS de Chile, Colombia, Costa Rica, Guatemala y México. Con la excepción de este último, todas las LT-LEDS incluyen metas específicas para el sector. En el caso de Chile, por ejemplo, se establece que hacia el año 2050 las emisiones de GEI deben ubicarse en un 40% respecto a las reportadas en 2018, identificándose asimismo objetivos a nivel institucional, normativo y por modo de transporte, incluyendo áreas como la innovación, la colaboración interinstitucional y la participación del sector privado. De igual modo, Colombia establece metas por modos de transporte, teniendo en cuenta también las referidas a la infraestructura.

**A diferencia de lo que sucede en las NDCs, la mayor parte de las medidas para el transporte corresponden al ámbito de “cambiar”.** En este ámbito, la mejora del transporte público tiene gran atención. Por ejemplo, la modernización del transporte público es el primero de los diez ejes de descarbonización identificados en la LT-LEDS de Costa Rica. Para ello, se apunta a la creación de un sistema integrado e intermodal, reorganizando rutas, modernizando el esquema de concesiones, facilitando la integración con la bicicleta, implementando el pago electrónico y fortaleciendo la articulación entre transporte y ordenamiento territorial. Guatemala prioriza entre sus medidas de mitigación la expansión de la infraestructura de transporte público vía tren ligero y la mejora del nivel de servicio del sistema de transporte en su ciudad capital. Por su parte, la movilidad activa ocupa un lugar relevante en la LT-LEDS de Chile, donde se identifican los instrumentos de planificación requeridos a 2030 para



**Las LT-LEDS reafirman la importancia de la transición energética en el camino hacia la descarbonización del sector.**

escalar la caminata y el uso de la bicicleta, así como los mecanismos de coordinación para impulsar una movilidad más sostenible. Otras medidas se refieren a la gestión de la demanda, como la ampliación de la restricción vehicular en cascos urbanos y el cobro por estacionamiento mencionadas en la LT-LEDS de Costa Rica. Así, las medidas de “cambiar” complementan las relacionadas con “mejorar”, que tienen mayor atención en las NDCs, permitiendo a estos países utilizar un conjunto mayor de acciones disponibles para el sector público a fin de lograr una movilidad más sostenible en el futuro. En este aspecto, las LT-LEDS de los países de ALC se diferencian de las establecidas en otras latitudes, donde el 56% de las medidas corresponden a “mejorar”, mientras que solo el 13% se refieren a “cambiar” (SLOCAT, 2022a).

**Dentro de las medidas de “mejorar”, la electromovilidad ocupa un lugar preponderante.** El segundo de los diez ejes de la LT-LEDS de Costa Rica tiene como objetivo llegar a que en 2050 el 95% de la flota de vehículos ligeros sea cero emisiones, propulsados por energías renovables. Para ello, se identifican medidas de: (i) corto plazo, relacionadas con pilotos para flotas públicas, modificación de esquemas de compras del Estado, prohibición de importación de vehículos livianos de combustión interna, consolidación de una red de recarga rápida y promoción de la industria de biocombustibles, entre otras; (ii) mediano plazo, como despliegue masivo de red de recarga inteligente y financiamiento para reposición de flota de uso comercial; y (iii) largo plazo, asegurando una amplia oferta de vehículos, información e instrumentos de financiamiento para la consolidación de la movilidad eléctrica. Asimismo, se identifican como prioridades la descarbonización del transporte público vía electrificación y desarrollo de hidrógeno verde para autobuses, y la construcción de un tren eléctrico de pasajeros para el área urbana de San José. Guatemala prioriza el desarrollo de vehículos eléctricos y el aumento del uso de Etanol como biocarburante. Colombia establece que, a 2050, entre 40% y 50% de la población de las ciudades principales se movilizará en medio de transporte sostenible, respaldado por políticas para la adopción de diversos tipos de vehículos eléctricos. En este sentido, las LT-LEDS reafirman la importancia de la transición energética en el camino hacia la descarbonización del sector.



**En comparación con la movilidad urbana, las medidas para otros modos de transporte son reducidas.** Chile propone disminuir las tasas de emisiones en transporte marítimo de manera progresiva, partiendo del 5% en el año 2023, hasta llegar al 11% en 2026, respecto a los volúmenes de 2008. Para el transporte aéreo, en el marco del acuerdo CORSIA (*Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation*) impulsado por la OACI, se establece como meta a 2030 ingresar al programa de compensación de emisiones, mediante la compra y cancelación de las unidades de emisiones por parte de los operadores locales. También se indica que, a 2040, el 100% del consumo eléctrico de Empresa de Ferrocarriles del Estado será carbono neutral y, a 2050, la reconversión de los vehículos de carga a vehículos cero emisiones será de 71%. Por su parte, Colombia aspira a reducir la intensidad energética del transporte de carga entre 30 % y 45 % en 2050, comparado con 2015, y a restringir la operación de aviones que superen emisiones de CO<sub>2</sub> respecto a un límite definido acorde con la vigilancia tecnológica. Costa Rica hace referencia a la implementación de pilotos para incrementar la eficiencia en el transporte terrestre de carga y al diseño de un plan para mejorar la eficiencia del sector, así como a la colaboración en el contexto centroamericano en torno a estándares que sean congruentes con el proceso de descarbonización.

**Al igual que en las NDCs de la región, la mención a medidas de adaptación es escasa.** Al respecto, cabe destacar la LT-LEDS de Colombia, donde se identifican medidas de resiliencia al CC en diferentes modos de transporte. Por ejemplo, se establece que, entre 2030 y 2050: (i) la infraestructura de transporte debe incorporar lineamientos de gestión del riesgo y cambio climático e implementar SBN en sitios críticos, para reducir los daños y pérdidas por CC y fenómenos meteorológicos extremos; (ii) el 100 % de la infraestructura aeronáutica y aeroportuaria del país reduce el riesgo climático; (iii) el 100 % de los nuevos diseños de las vías nacionales del país incorpora lineamientos de infraestructura verde vial; y (iv) se cuenta con un sistema de información robusto para la gestión del riesgo y la adaptación al CC en todos los modos de transporte. Se menciona particularmente la importancia de la tecnología para la gestión de riesgos, estableciendo que, a partir de 2030, el 100% de los proyectos

---

<sup>8</sup> Las infraestructuras de *Smart Roads* utilizan Internet de las Cosas y TIC para generar, recopilar y analizar datos que informen la gestión de tráfico. También proporcionan información para las estrategias de descarbonización a largo plazo.



**El objetivo de contar con un NAP es fortalecer la planificación de mediano y largo plazo en materia de adaptación.**

de las redes primaria y secundaria de transporte serán estructurados incorporando criterios de *Smart Road*<sup>8</sup>.

Las LT-LEDS identifican fallas o riesgos potenciales de las medidas, en caso de no estar suficientemente acompañadas o planificadas de antemano. Así, Costa Rica identifica los riesgos potenciales de dependencia (*lock-in*) del carbono a largo plazo para la movilidad y aconseja “evitar inversiones en infraestructura que favorezcan el uso de vehículos privados en lugar del transporte público [...], y evitar la promoción y adopción de tecnologías de transporte denominadas ‘transicionales’ que crean barreras para la descarbonización del transporte”. Para evitarlo, prevé el uso de la metodología de toma de decisiones en contextos de alta incertidumbre, mediante la cual se elaboran diferentes escenarios y se identifican acciones a implementar para cada uno de ellos. Estas consideraciones son útiles en cuanto contribuyen a informar las NDCs posteriores y evaluar si las acciones a corto y mediano plazo son consistentes con lo trazado en las LT-LEDS. Ante este tipo de riesgo, se revela la necesidad de una estrecha coordinación entre la aplicación de las LT-LEDS basadas en escenarios a largo plazo y los procesos de planificación y estrategias de inversión para horizontes temporales más cortos (IRENA, 2023). En este sentido, son varios los desafíos para los países de ALC: desarrollar LT-LEDS para quienes no las tienen, profundizar en las medidas para el sector transporte, incorporar medidas en todo el rango de “Evitar-Cambiar-Mejorar”, considerar a los diferentes modos de transporte e iniciar la implementación sistemática de acciones en materia de adaptación, que incluye también una visión integral de sistemas de infraestructura.

**Nueve países de ALC cuentan con NAPs, sobre 45 disponibles a nivel mundial.** Estos países son Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Guatemala, Paraguay, Perú, Surinam y Uruguay, y todos ellos tienen medidas de adaptación referidas al sector transporte. En casos como los de Brasil, Chile y Perú, existen inclusive NAPs específicos para el sector de infraestructura. El objetivo de contar con un NAP es fortalecer la planificación de mediano y largo plazo en materia de adaptación, identificando las áreas prioritarias y las líneas de acción para reducir la vulnerabilidad al CC. Entre los elementos comunes a la mayoría de los NAPs, se destaca el llamado a generar información y contar con sistemas de alerta temprana, reforzar la colaboración interinstitucional y con autoridades locales, realizar campañas de concientización y promover la



innovación. En esto se asemejan a NAPs de países europeos y asiáticos. Sin embargo, el análisis comparado muestra una brecha en los NAPs de la región en cuanto a identificar claramente qué entidades son responsables de la implementación de las acciones y qué entidades colaboran en ello, cuáles son los indicadores de cumplimiento y cuáles las fuentes de financiamiento. Esto constituye una importante limitación para llevar a la práctica lo establecido en el NAP, dejándolo más como una declaración de intenciones.

**La movilidad urbana está presente en la mayoría de los NAPs de la región.** El NAP de Brasil identifica como principales impactos del CC a la reducción de la seguridad vial (por ejemplo, por siniestros viales), la disminución del desempeño de los sistemas de transporte masivo, el incremento de tiempos y costos de viaje y las potenciales interrupciones logísticas. Entre los ejes priorizados por el NAP, se hace énfasis en fortalecer a los sistemas de transporte masivo incorporando criterios de resiliencia climática en su infraestructura y flexibilidad en la operación mediante la integración intermodal. El NAP de Uruguay resalta la necesidad de avanzar en una mayor coordinación entre la planificación del uso del suelo y el transporte, a fin de reducir los desplazamientos en distancias largas, lo que a su vez se relaciona con la agenda de mitigación. Cabe destacar que este NAP incorpora el enfoque de género en la transformación hacia una movilidad ambiental y socialmente sostenible. Respecto a lo mencionado anteriormente, en este NAP se identifica claramente qué agencias de gobierno son responsables de promover cada línea de acción. El NAP sectorial de Chile para ciudades también se refiere a la necesidad de potenciar la planificación integrada e intermodal, a través de la inclusión de medidas regulatorias respecto a la accesibilidad universal, la caminabilidad y la ciclo-inclusión<sup>9</sup> (Gobierno de Chile, 2018). Para ello, menciona que debe avanzarse en la implementación de medidas para reducir las islas de calor en las ciudades.

**Asegurar la resiliencia de la infraestructura, especialmente la vial, tiene un lugar destacado en los NAPs.** Surinam incluye en sus objetivos estratégicos la resiliencia de las carreteras ante lluvias fuertes o inundaciones, y que sean hidrológicamente sensibles para no perturbar

---

<sup>9</sup> Una política ciclo-inclusiva es aquella que busca integrar el uso de la bicicleta en la red de transporte con condiciones seguras y eficientes (BID, 2015b).



Existe una brecha en los NAPs de la región en cuanto a identificar claramente qué entidades son responsables de la implementación, cuáles son los indicadores de cumplimiento y cuáles las fuentes de financiamiento.



los procesos hidrológicos esenciales a fin de preservar los ecosistemas. Guatemala establece como metas aumentar en un 5% la infraestructura estratégica vial que considere factores de riesgo climático y reducir en un 5% la infraestructura vial afectada por fenómenos extremos. Para ello, se propone generar y aplicar metodologías de evaluación de riesgos, actualizar estándares de construcción y mantenimiento, desarrollar mecanismos de verificación de los mismos y diseñar planes de contingencia por tipo de evento extremo. En su NAP de Transporte y Comunicaciones, Perú detalla las acciones requeridas para fortalecer a las instituciones y capacitar a su personal, a fin de diseñar y modificar las normas aplicables al sector sobre la base de la metodología de gestión de riesgos de desastres. Cabe destacar el caso de Paraguay, que incluye entre sus prioridades al transporte fluvial -vía de acceso a mercados internacionales-, para gestionar de manera adecuada la navegabilidad de sus ríos transfronterizos en épocas de estiaje y sequía. En este sentido, promueve la elaboración de escenarios climáticos y modelos hidrológicos para identificar inversiones en infraestructura para la Hidrovía Paraná-Paraguay, así como el diálogo en el seno del Comité Intergubernamental de la Hidrovía para fortalecer la planificación y control de obras y dragado. Por su parte, el NAP de Servicios de Infraestructura de Chile es específico en establecer metas anuales para incorporar a la variable de CC en los procesos de planificación y evaluación de proyectos de infraestructura.

**Las ADCOMs se presentan como un documento propio, o como componente de o junto con una NDC o un NAP.** En ALC, siete países cuentan con una ADCOM integrada directamente en la NDC o NAP, mientras que otros cuatro países poseen una ADCOM como documento en sí: Chile, Haití, Jamaica y México. En estos dos últimos se incluyen medidas relativas al sector transporte. México menciona la importancia de las tecnologías como medio para incrementar la resiliencia de la infraestructura de transporte masivo y Jamaica pone foco en la evaluación de la vulnerabilidad y los riesgos climáticos de puertos y aeropuertos, mediante la plataforma compartida de Evaluación Sistémica de Riesgos de Jamaica (J-SRAT). Las demás medidas de adaptación de transporte incluidas en las ADCOM de los restantes países corresponden a las ya mencionadas en el análisis de las NDCs.

**El único NAPA en la región fue publicado por Haití en 2006 y no hace referencia extensa al transporte.** Tan solo lo menciona como uno de los sectores vulnerables ante los riesgos climáticos en las zonas costeras



**Es fundamental pasar de enfoques ad hoc de la adaptación basados en proyectos, a un proceso más sostenido y sistémico de incorporación de la adaptación en los planes nacionales, sectoriales y locales.**

(inundaciones/ciclones) que paralizan el transporte marítimo. En términos más generales, pocos NAPA incluyen medidas específicas para el transporte, limitándose a citar los efectos de los desastres naturales en las carreteras y otras infraestructuras. En cambio, se centran más en medidas para sectores como agua, sanidad y agricultura. Desde la introducción de los NAPs, los países han dado prioridad a este nuevo marco de adaptación, que contiene una visión a más largo plazo y está más integrado en el desarrollo nacional que los NAPAs, que son un conjunto de actividades a corto plazo que responden a las necesidades urgentes e inmediatas en materia de adaptación al CC, en particular para orientar los fondos de financiación internacionales de desarrollo. En efecto, dada la magnitud del desafío climático, es fundamental pasar de enfoques ad hoc de la adaptación basados en proyectos, a un proceso más sostenido y sistémico de incorporación de la adaptación a los planes nacionales, sectoriales y locales (NAP Global Network, 2016).

**En la región existen diversas NAMAs relacionadas con el transporte.**

De los cuatro marcos de políticas bajo el CMNUCCC aquí analizados, las NAMAs son el marco más concreto, gracias a la posibilidad de presentar “acciones individuales” o proyectos estatales que deben ejecutarse según objetivos específicos, calendario y presupuesto establecidos y bajo la responsabilidad de una autoridad determinada. Por ejemplo, Ecuador publicó dos NAMAs “individuales” para la implementación de estrategias de mitigación del CC, que incluyen inversiones orientadas al transporte de carga y de pasajeros, mediante financiamiento para renovación de flota y creación de herramientas de información y verificación de resultados. Colombia tiene una NAMA dirigida al transporte de carga que incluye el desarrollo de programas para la mejora de la eficiencia y la renovación de flota. Chile cuenta con una NAMA para la zona centro de Santiago, donde se contemplan medidas para promover flotas municipales, de taxis y de autobuses que sean cero o bajas emisiones, instalación de estaciones de recarga, así como despliegue de infraestructura y rediseño en la gestión de tráfico para movilidad activa.



TABLA 3.2.

Síntesis de países de ALC que mencionan al transporte en los mecanismos previstos por el CMNUCC

País	¿El país posee NDC que mencione al sector transporte?	¿El país posee LT-LEDS que mencione al sector transporte?	¿El país posee NAP que mencione al sector transporte?	¿El país posee ADCOM que mencione al sector transporte?	¿El país posee NAPA que mencione al sector transporte?	¿El país cuenta con NAMAs registradas en el sector transporte?
Argentina	Sí	Sí	No	No	No	Sí
Las Bahamas	Sí	No	No	No	No	No
Barbados	Sí	No	No	No	No	No
Belice	Sí	No	No	No	No	No
Bolivia	No	No	No	No	No	No
Brasil	No	No	Sí	Sí	No	No
Chile	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí
Colombia	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí
Costa Rica	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí
Ecuador	Sí	No	No	Sí	No	No



País	¿El país posee NDC que mencione al sector transporte?	¿El país posee LT-LEDS que mencione al sector transporte?	¿El país posee NAP que mencione al sector transporte?	¿El país posee ADCOM que mencione al sector transporte?	¿El país posee NAPA que mencione al sector transporte?	¿El país cuenta con NAMAs registradas en el sector transporte?
El Salvador	Sí	No	No	No	No	No
Guatemala	Sí	Sí	Sí	No	No	No
Guyana	No	No	No	No	No	No
Haití	Sí	No	No	Sí	Sí	No
Honduras	Sí	No	No	No	No	No
Jamaica	Sí	No	No	Sí	No	No
México	Sí	Sí	No	Sí	No	Sí
Nicaragua	No	No	No	No	No	No
Panamá	Sí	No	No	Sí	No	No
Paraguay	Sí	No	Sí	Sí	No	No



País	¿El país posee NDC que mencione al sector transporte?	¿El país posee LT-LEDS que mencione al sector transporte?	¿El país posee NAP que mencione al sector transporte?	¿El país posee ADCOM que mencione al sector transporte?	¿El país posee NAPA que mencione al sector transporte?	¿El país cuenta con NAMAs registradas en el sector transporte?
Perú	No	No	Sí	No	No	Sí
República Dominicana	Sí	No	No	No	No	No
Surinam	No	No	Sí	No	No	No
Trinidad y Tobago	Sí	No	No	No	No	No
Uruguay	Sí	Sí	Sí	No	No	No
Venezuela	No	No	No	No	No	No

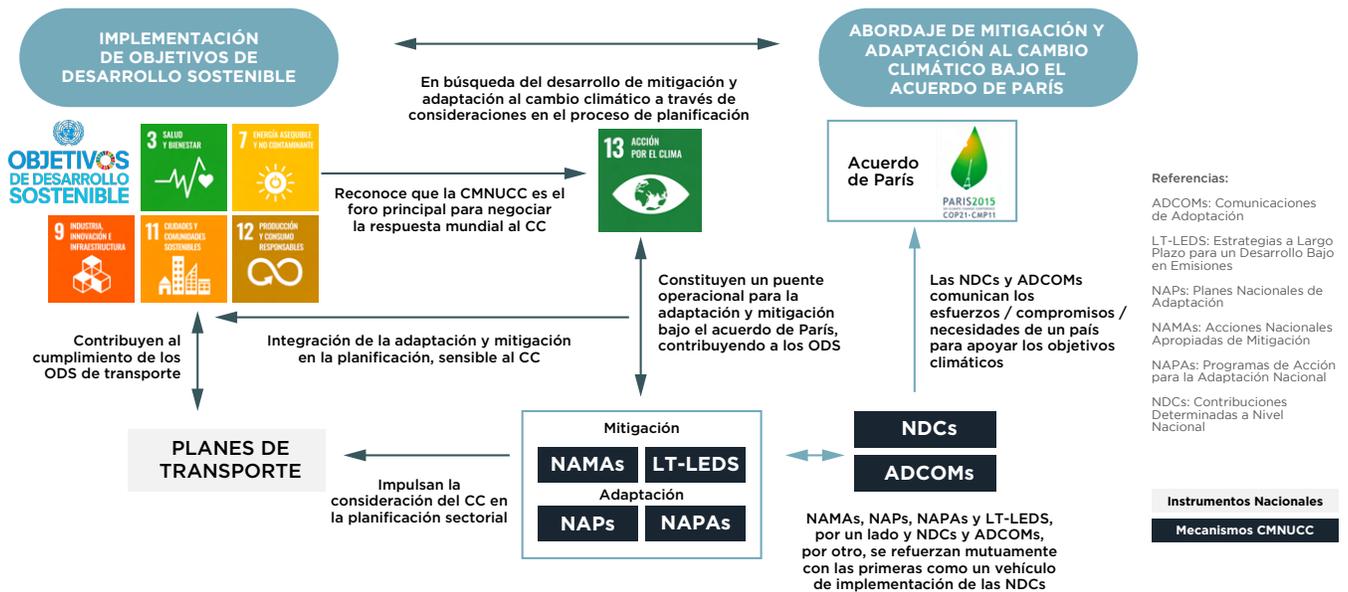
Fuente: Elaboración propia con base en UNFCCC (2023).



La característica general y no vinculante de los mecanismos previstos por el CMNUCC hace necesario contar con políticas que materialicen los objetivos a nivel nacional y local. Con excepción de las NAMAs, por su naturaleza los mecanismos previstos por el CMNUCC no entran en detalle sobre proyectos concretos y medidas de acción. Al contrario, suelen limitarse a orientar sobre aspectos de interés en la lucha contra el CC y a brindar líneas generales de intervención. Por esta razón, para garantizar la materialización de estas grandes orientaciones estratégicas, es clave vincularlas con las políticas sectoriales y transversales a nivel nacional y, a través de estas, identificar las acciones e instrumentos que permitan alcanzarlas. Para ello, como se analizará en el Capítulo 4 y se resume en la Figura 3.4, los países referentes utilizan un amplio espectro de herramientas de política pública, que van desde la planificación hasta la inversión en tecnología e innovación. Chile y Colombia son buenos ejemplos en ALC en este sentido (Recuadro 3.1).

FIGURA 3.4.

Interacciones entre los mecanismos previstos por el CMNUCC



Fuente: Elaboración propia con base en NDC Partnership (2023).



RECUADRO 3.1.

**Integración de políticas de cambio climático y  
transporte: Chile y Colombia como ejemplos para ALC**

En 2022 Chile aprobó su “Ley Marco de Cambio Climático”, donde establece regulaciones para abordar los desafíos del CC y reconoce los compromisos contenidos en su NDC. La ley prevé la elaboración de planes sectoriales de mitigación y adaptación, incluido el sector transporte, con un conjunto de medidas concretas para alcanzar estas metas. Por su parte, la Estrategia Nacional de Movilidad Sostenible de 2021 propone siete objetivos y 30 medidas para lograr un modelo de movilidad urbana sostenible que permita alcanzar la neutralidad en carbono en 2050, tal y como prevé la NDC. Para lograrlo, las directrices definen una movilidad integrada al territorio, limpia, eficiente, activa y segura, inclusiva, participativa, informada y transparente. Para respaldar la aplicación de estas medidas, se está desarrollando el Programa Nacional de Movilidad Sostenible como instrumento táctico y financiero a escala nacional, regional y local. Los instrumentos específicos de política pública están alineados con los objetivos de la NDC, como el Plan de Acción de Chile para Reducir las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero Provenientes de la Aviación Civil Internacional de 2022, así como la Estrategia Nacional de Electromovilidad de 2021. Esta última define ejes estratégicos y normativos y contiene un plan de acción preciso para fomentar la tecnología y la investigación en este campo, con el fin de impulsar la llegada de vehículos más eficientes energéticamente, mejorar la competitividad del país en este ámbito y cumplir con los compromisos en materia de políticas de CC y metas de ahorro de energía.

Colombia ha desarrollado una batería de herramientas de planificación y políticas públicas nacionales para guiar a los gobiernos regionales y locales en la transición hacia la movilidad sostenible. La “Ley de Acción Climática” de 2021 incorpora las metas establecidas en la NDC en el ordenamiento jurídico nacional, incluyendo aquellas referidas al sector transporte. A continuación, la Estrategia Nacional de Transporte Sostenible de 2022 define cuatro ejes estratégicos para alcanzar dichas metas: (i) regulatorio y de política; (ii) técnico y tecnológico; (iii) económico y de mercado; y



(iv) infraestructura de recarga. Asimismo, establece un plan de acción con responsables y cronograma para implementar las diferentes actividades. El país también cuenta con planes específicos de desarrollo de la tecnología requerida para lograr las metas de la NDC, como es la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica, donde se identifican los instrumentos normativos, de precios, instrumentos no financieros e inversiones públicas para promover el ascenso tecnológico.





### 3.3. Conclusiones de la adopción de mecanismos del CMNUCC en ALC

- 19 países de la región incluyen medidas relacionadas con el transporte en sus NDCs, mientras que solo dos países (Trinidad y Tobago y Belice) establecen metas de reducción de emisiones del transporte a 2030.
- La mayor parte de las medidas de mitigación incluidas en las NDCs de los países de ALC pertenecen al pilar de “mejorar”, con un especial foco en la promoción de la electrificación del transporte público y la flota de taxis. Entre las medidas del pilar “cambiar” también se hace referencia al transporte público, a fin de mejorar su calidad. Las medidas relacionadas con “evitar” están poco presentes en las NDCs, derivando en que las NDCs actuales no aprovechan todo el marco de acciones que, de manera integrada, conducirían a reducir mucho más la intensidad de GEI en el sector.
- En general, el foco de las NDCs se encuentra en el transporte de pasajeros, con poca atención al transporte de carga, uno de los mayores emisores en la región. Asimismo, sólo cuatro de 24 NDCs indican metas de adaptación para el transporte.
- Pocas estrategias de transporte a nivel nacional hacen referencia a los objetivos de las NDCs, lo que sugiere, por un lado, que la traducción de los objetivos de largo plazo en acciones no está planificada ni presupuestada en la política local y, por otro, cierta falta de coordinación entre las agencias involucradas en la elaboración de la NDC y las agencias con mandato sectorial.
- Siete países de ALC poseen LT-LEDS, sobre 58 a nivel mundial. La mayor parte de las medidas para el transporte corresponden al ámbito de “cambiar”, promoviendo la mejora del transporte público y la movilidad activa. Al igual que en las NDCs, la atención al transporte de mercancías y a la adaptación al CC es muy limitada.



- Nueve países de ALC cuentan con NAPs, sobre 45 disponibles a nivel mundial. En ellos se destaca el llamado a generar información y contar con sistemas de alerta temprana, reforzar la colaboración interinstitucional y con autoridades locales, realizar campañas de concientización y promover la innovación. Sin embargo, falta identificar claramente qué entidades son responsables de la implementación de las acciones y qué entidades colaboran en ello, cuáles son los indicadores de cumplimiento y cuáles las fuentes de financiamiento.
- Mientras que solamente Haití tiene un NAPA y en él no se hace referencia al transporte. En la región existen diversas NAMAs relacionadas con el sector donde se establecen acciones para la movilidad urbana principalmente.
- La característica general y no vinculante de los mecanismos previstos por el CMNUCC hace necesario contar con políticas sectoriales y transversales que materialicen los objetivos a nivel nacional y local y, a través de estas, identificar las acciones e instrumentos que permitan alcanzarlos.

# 4.



---

## Moviendo la frontera verde en el transporte

- 4.1. Marco normativo e institucional para el sector transporte | 162**
- 4.2. Medidas para la descarbonización y adaptación de la movilidad urbana | 177**
  - 4.2.1. Medidas de mitigación | 178
  - 4.2.2. Medidas de adaptación al CC | 205
- 4.3. Medidas para la descarbonización y adaptación del transporte carretero | 211**
  - 4.3.1. Medidas de mitigación | 212
  - 4.3.2. Medidas de adaptación al CC | 232



# 4.



---

## Moviendo la frontera verde en el transporte

### 4.4. Medidas para la descarbonización y adaptación del transporte marítimo | 242

4.4.1. Medidas de mitigación | 243

4.4.2. Medidas de adaptación al CC | 253

### 4.5. Medidas para la descarbonización y adaptación del transporte aéreo | 259

4.5.1. Medidas de mitigación | 260

4.5.2. Medidas de adaptación al CC | 275

### 4.6. Conclusiones de las buenas prácticas internacionales en materia de política pública | 280





## 4. Moviendo la frontera verde en el transporte

---

**La coordinación de acciones a nivel global es urgente para hacer frente al CC.**

**Las acciones de política pública, correctamente diseñadas e implementadas, son cruciales para enfrentar el CC.** El medioambiente es un claro ejemplo de bien público<sup>10</sup>, donde se requiere la intervención de la política pública para su salvaguarda. Las emisiones de CO<sub>2</sub> que contribuyen al CC constituyen una amenaza a dicho bien, por lo que es clave no solo mitigar esta externalidad a nivel local sino también coordinar acciones de manera global para asegurar la supervivencia de la vida en el planeta. El transporte es una de las principales fuentes de emisiones de CO<sub>2</sub>, lo que, unido a otras fallas de mercado como la congestión, las asimetrías de información y las fallas de coordinación entre los diferentes actores del sector, hacen necesario contar con acciones de política pública para direccionar al sector transporte hacia los objetivos establecidos por el Acuerdo de París.

**En los últimos diez años, los países referentes a nivel internacional han elaborado un conjunto de políticas que promueven la mitigación de emisiones y la adaptación del transporte al CC.** Si bien existen diferentes estrategias y se enfatizan diferentes modos de transporte de acuerdo con su importancia a nivel nacional, la tendencia general en los países referentes puede resumirse en cinco grandes áreas de acción: (i) priorización de la descarbonización y adaptación en los planes sectoriales; (ii) disponibilidad de una batería de instrumentos para promover acciones en materia de descarbonización y adaptación; (iii) modernización institucional para asumir la tarea de planificar, coordinar y supervisar dichas acciones; (iv) estrecha colaboración y coordinación con otras agencias de gobierno; y (v) generación de alianzas con el sector privado, la academia y la sociedad civil.

---

<sup>10</sup> Este tipo de bienes se caracteriza por ser no rivales y no excluyentes. No rivales quiere decir que el disfrute de estos por parte de una persona no disminuye la capacidad de otras personas para disfrutar del mismo bien, mientras que no excluyente significa que no se puede impedir que las personas disfruten del bien (Kotchen, 2012).



---

**Países que están liderando la transformación del sector hacia modelos de transporte sostenibles se convierten en modelos a seguir.**

Partiendo de estas cinco áreas, el objetivo de este capítulo es realizar una revisión internacional de experiencias que sirvan como guía para mover la frontera verde en el transporte en ALC, tanto en materia de mitigación como de adaptación al CC, sobre la base de mejores prácticas y lecciones aprendidas de los países referentes a nivel mundial. Estos países se caracterizan por estar a la vanguardia en una o más de las cinco áreas de acción arriba indicadas, con iniciativas que están generando un impacto positivo para la transformación del sector, proveyendo una guía y ejemplos interesantes de medidas que pueden ser adaptadas a la región. Las experiencias relevadas corresponden tanto a los niveles nacionales como subnacionales. En algunos casos, estas experiencias incluyen a los propios países de ALC, quienes se encuentran ya en la frontera en algunos de los aspectos de políticas públicas. Dado que el transporte involucra a diferentes subsectores, donde se requieren acciones específicas y coordinación de diferentes actores, el capítulo comienza con una revisión de políticas a nivel de todo el sector, para luego analizar las correspondientes a la movilidad urbana, el transporte carretero, el marítimo y el aéreo<sup>11</sup>. Estas experiencias serán utilizadas como referencia para el análisis de la situación en los países de ALC y la elaboración de la hoja de ruta para la región contenida en el Capítulo 5.

## 4.1. Marco normativo e institucional para el sector transporte

**Todos los países referentes cuentan con un conjunto de planes que ponen a la lucha contra el CC como uno de los principales desafíos del sector.** Una de las funciones más importantes de los gobiernos es la de planificación sectorial, a partir de lo cual se establecen los objetivos, las prioridades de inversión y las agendas de trabajo para las agencias públicas responsables de la gestión del sector. Asimismo, se crea un marco conceptual dentro del cual se desarrollan y articulan planes para subsectores específicos. A través de la modificación o de la formulación

---

<sup>11</sup> Se consideran los subsectores más relevantes para la región en cuanto al volumen de pasajeros y carga transportada. El subsector de transporte carretero se focaliza principalmente en el transporte de mercancías y aspectos asociados al transporte interurbano, mientras que la movilidad urbana incluye tanto el transporte público como privado de pasajeros y el transporte de mercancías.



de nuevos planes de transporte, los países referentes han plasmado a nivel nacional los compromisos internacionales asumidos para la descarbonización del transporte en el marco del Acuerdo de París, en sus NDCs y en los demás mecanismos previstos por el CMNUCC. Es así como los planes nacionales de transporte en los países referentes están basados en el reconocimiento de que la lucha contra el CC es un componente esencial y una palanca de desarrollo del sector (Recuadro 4.1).

**Existen objetivos económicos, sociales y estratégicos adicionales para promover la adecuación al Acuerdo de París.** En los planes de transporte de los países referentes se mencionan objetivos como: (i) posicionarse como *first movers* en la transición de uno o varios subsectores (por ejemplo, la producción de baterías eléctricas o la provisión de combustibles cero emisiones netas); (ii) mitigar el impacto económico de la transición energética en sectores clave para la economía, como la industria automotriz, la marítima o la aérea; (iii) atraer inversiones y generar empleos verdes que compensen los que puedan perderse en la transición; (iv) liderar el establecimiento de estándares a nivel mundial; y (v) mejorar la calidad de vida vía reducción de las emisiones locales y de la contaminación ambiental. Así, existen también objetivos de política económica y social que se alinean con reducir las emisiones de GEI, en el marco de una reconfiguración del modelo de desarrollo. De este modo, los planes sectoriales normalmente mencionan acciones en diferentes áreas, como las de política industrial, energética, educativa y laboral.

#### RECUADRO 4.1.

#### Priorización del CC dentro de los planes de transporte

Ante la amenaza del CC, los planes y estrategias de transporte están considerando medidas para reducir las emisiones del sector y para aumentar la resiliencia climática de los sistemas e infraestructura de transporte. En efecto, las medidas propuestas en los planes no se reducen solamente a cambiar las fuentes de energía para el sector, sino que apuntan a evitar y cambiar viajes hacia modos más sostenibles, favorecer la intermodalidad para aprovechar los modos más eficientes desde el punto de vista ambiental, promover la adaptación al CC y



**Los planes y estrategias de transporte son instrumentos clave para guiar la descarbonización y resiliencia del sector.**

establecer mecanismos de coordinación con otros sectores como energía, medioambiente, comercio e industria para alinear acciones. Asimismo, los planes de transporte contemplan un plan de acción de mitigación y adaptación, que permita establecer claramente las prioridades de inversión del sector.

El Plan Estratégico 2022-2026 del Departamento de Transporte de Estados Unidos considera que el transporte tiene un papel clave y debe ser parte de la solución de la crisis climática (U.S. Department of Transportation, 2022). Para ello, define tres líneas de acción: (i) reducir la contaminación atmosférica y las emisiones de GEI del transporte y avanzar hacia un sistema de transporte sostenible, para lograr una economía con cero emisiones netas en 2050; (ii) mejorar la resiliencia de la infraestructura de transporte; y (iii) promover la justicia climática y medioambiental con enfoque en la reducción de los impactos ambientales negativos del transporte en las comunidades desfavorecidas. También incluye indicadores de desempeño, como la reducción de las emisiones de GEI de la aviación a los niveles de 2019 o menos hacia 2030, y el desarrollo de planes de mejora de la resiliencia del transporte para 50% de los Estados del país hacia 2026. Por su parte, el Plan de Infraestructura de Australia hace hincapié en la necesidad de integrar los conceptos de resiliencia a la planificación (Infrastructure Australia, 2021). Así, incorpora la metodología de toma de decisiones bajo incertidumbre para reducir la vulnerabilidad de la infraestructura al CC. También destaca el rol de la movilidad eléctrica para alcanzar las metas de reducción de emisiones del transporte e identifica acciones en este ámbito. La Estrategia Nacional de Transporte de Escocia, cuyo subtítulo es “Proteger el clima y mejorar vidas”, identifica a la acción climática como una de sus cuatro prioridades (Transport Scotland, 2020). Para ello, se centra en el objetivo de reducir fuertemente las emisiones del sector transporte, a fin de lograr la meta nacional de cero emisiones netas en 2045. Asimismo, se refiere a las medidas de adaptación del sector ante desastres naturales como la erosión, los corrimientos de tierras y la subida del nivel del mar, principalmente para comunidades vulnerables, y destaca los costos económicos de una mala adaptación. Por último, hace hincapié en la necesidad de incentivar un cambio de comportamiento para reducir la



demanda de transporte y facilitar cambios modales. La promoción del cambio modal también se destaca en el “Plan de Movilidad y Territorio 2050” de Suiza, que señala que, debido al cada vez mayor volumen de tráfico, la reducción de la contaminación ambiental mediante avances tecnológicos es solo parcial (Confédération Suisse, 2021). El plan establece varias estrategias de actuación, entre ellas una coordinación más estrecha entre los planes de urbanismo y el transporte para fomentar un desarrollo sostenible, y la necesidad de garantizar el funcionamiento integrado del sistema de transporte.

A nivel europeo, el Programa “Objetivo 55” (“*Fit for 55*”) recoge las propuestas más ambiciosas que existen actualmente a nivel mundial para revisar y actualizar la legislación de la Unión, a fin de reducir sus emisiones de GEI en al menos un 55% para 2030. En este marco se está considerando la adopción de varios reglamentos, tres de los cuales relacionados directamente con el transporte. El primero, “*ReFuelEU Aviation*”, obliga a los proveedores de combustible a aumentar gradualmente la proporción de combustibles sostenibles que distribuyen, como electrombustibles sintéticos, y descarta el uso de cultivos de materias primas en la producción de biocombustibles. Las compañías aéreas y los aeropuertos también están sujetos a ciertas obligaciones. El segundo, “*FuelEU Maritime*”, aspira a aumentar el uso de combustibles sostenibles por parte de buques de más de 5.000 toneladas que hagan escala en puertos europeos. Por último, se revisan las normativas sobre límites de emisiones de CO<sub>2</sub> de coches, furgonetas y vehículos pesados. Estas medidas van acompañadas de incentivos financieros tales como el fondo social y la fiscalidad de la energía, y de mecanismos de precios como el régimen de comercio de derechos de emisión.



**La buena coordinación intersectorial y entre niveles de gobierno son clave para el éxito de políticas y estrategias de descarbonización del sector.**

**Cada vez más, la adaptación cobra importancia dentro de la planificación sectorial.** Todos los países referentes mencionan a la adaptación al CC dentro de los aspectos más importantes del sector. Más allá de los NAPs (ver Capítulo 3), muchos países han desarrollado estrategias específicas de adaptación por subsector, así como también para áreas geográficas específicas. Las estrategias de adaptación del transporte también se encuentran a nivel subnacional, como en el caso del “Plan de Acción de Adaptación al Cambio Climático en el Transporte” del Estado de Victoria en Australia, o el “Plan de Acción Climática para la Infraestructura de Transporte” del Estado de California, e inclusive a nivel de Autoridad de Transporte, como en el caso de Transport for London (TfL). En general, éstos se centran en incrementar la resiliencia de las infraestructuras, desarrollar capacidades para mejorar la respuesta a los impactos, formar a la fuerza laboral y aumentar la financiación disponible para el sector.

**Dada la transversalidad del CC, los objetivos establecidos en los planes de transporte deben coordinarse con los planes a nivel nacional en materia de medioambiente y energía.** En los países referentes, los Ministerios de Medioambiente o afines establecen planes de lucha contra el CC, donde se reconoce la importancia del transporte en esta tarea. A partir de ello, en los planes de transporte se identifican las acciones y su temporalidad para alcanzar los objetivos sectoriales, dentro del plan más amplio de CC a nivel nacional. Por ejemplo, la “Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo 2050” de España considera que el transporte es uno de los mayores retos para la descarbonización del país y, en este sentido, establece que, para el año 2030, como resultado de medidas previstas en el “Plan Nacional Integrado de Energía y Clima”, se alcance una cuota del 28% de energía renovable en el transporte, así como una reducción de las emisiones de más de un 30% en esa misma década (MITECO & Gobierno de España, 2020). A continuación, la “Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030” hace referencia a la Estrategia de Descarbonización 2050 e identifica 18 medidas para lograr las metas establecidas en esta última, agrupadas en cuatro áreas: (i) estímulo a las fuentes de energía alternativas y sostenibles; (ii) estímulo de medios de transporte de bajas emisiones; (iii) sostenibilidad de instalaciones de transporte; y (iv) reducción de otro tipo de contaminación ambiental (MITMA & Gobierno de España, 2021).

Por su parte, dado que la reducción de las emisiones del transporte requiere de nuevas fuentes de propulsión, es clave coordinar la



descarbonización del sector con los planes de transición energética. Por ejemplo, la “Estrategia para la Energía y el Clima” de Francia analiza las tendencias energéticas del país para cada modo de transporte, estableciendo escenarios de combinación energética para la descarbonización de los diferentes modos (Ministère de la Transition écologique et solidaire & Gouvernement français, 2020). El documento incluye la “Estrategia de Desarrollo de la Movilidad Limpia”, evidenciando la relación estrecha entre transporte y transición energética. Un ejemplo en ALC es el “Plan Nacional de Eficiencia Energética 2022-2026” de Chile, que contiene medidas para el sector transporte orientadas hacia los vehículos eléctricos y la red de carga, la investigación e innovación en el transporte eficiente y cero emisiones, y la capacitación en el ámbito de la eficiencia energética para el sector del transporte (Ministerio de Energía & Gobierno de Chile, 2021).

**Los planes sectoriales se complementan con estrategias para subsectores específicos.** Considerando la complejidad del proceso de descarbonización de cada subsector del transporte, a la par de los planes nacionales, los países referentes han abordado la movilidad urbana, el transporte marítimo y el transporte aéreo mediante planes específicos (ver Secciones 4.2 a 4.5). Al analizar los planes con foco en un subsector determinado, cabe notar el número de instrumentos relacionados con la movilidad urbana, donde se destaca el rol de la descarbonización para impulsar la mejora de la calidad del transporte público, la calidad del aire y la inclusión social. Por su parte, en el subsector marítimo se reconoce la importancia de la descarbonización como factor de competitividad y de atracción de nuevas inversiones. Una buena práctica para resaltar en los planes específicos a nivel de subsector es la inclusión de hojas de ruta para avanzar en su implementación, identificando las acciones a realizar por el sector público, el privado o en conjunto.

**Adicionalmente, existen planes que se focalizan en promover una tecnología en particular.** De especial interés es incentivar la movilidad eléctrica, con planes que incluyen no solo los componentes relativos a la movilidad, sino otros temas como el desarrollo industrial, la integración de soluciones de inteligencia artificial (IA) y el despliegue de infraestructura de recarga. En muchos casos, esto está relacionado con la importancia de la industria automotriz en la matriz productiva de los países y la necesidad de incrementar su eficiencia y sostenibilidad para cumplir con las metas estipuladas en las NDCs. Ejemplos de ello son las acciones para promover



la industria de vehículos eléctricos dentro de la “Ley Bipartidista de Infraestructura” de Estados Unidos, que cuenta con un “Plan de Acción para la Recarga de Vehículos Eléctricos”, y USD 17.000 millones para apoyar la cadena de suministro nacional de baterías del “Programa de Préstamos para la Fabricación de Vehículos de Tecnología Avanzada” (Calatayud et al., 2022). Por el lado de la transformación energética, los planes de desarrollo de la industria del hidrógeno pueden generar importantes beneficios para la descarbonización del transporte. La estrategia del Reino Unido hace referencia al rol clave del hidrógeno para complementar la reducción de emisiones proveniente de la electrificación de autobuses, trenes y vehículos pesados, y resalta que puede aportar una solución a sectores que no podrán descarbonizarse totalmente de otro modo, como la aviación y el transporte marítimo (UK Government, 2021) En este contexto, el gobierno lanzó varios programas de inversión para financiar el desarrollo de la industria del hidrógeno dentro de cada subsector del transporte. Por su lado, la “Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde” de Chile tiene como objetivo desarrollar el hidrógeno verde y sus derivados (metanol, amoníaco y los combustibles sintéticos) para descarbonizar, entre otros sectores, al transporte terrestre, marítimo y aéreo, a la par de constituirse como uno de los principales productores del mundo de este combustible renovable hacia 2040.(Ministerio de Energía & Gobierno de Chile, 2020).

**Los planes sectoriales y subsectoriales de los países referentes hacen referencia a una variedad de instrumentos para incentivar la descarbonización y la resiliencia del transporte.** De manera general, estos pueden clasificarse en cinco grupos: (i) regulaciones que limitan la emisión de contaminantes; (ii) procesos de adquisiciones que incluyen criterios medioambientales; (iii) instrumentos de precios; (iv) incentivos no económicos; y (v) inversiones del sector público. Las regulaciones establecen metas, estándares, obligaciones y otras acciones que definen las “reglas de juego” para el sector, con el fin de establecer un marco de comportamiento para sus actores y reducir la incertidumbre que genera la transición. Los procesos de adquisiciones se refieren a los bienes y servicios que compra o contrata el Estado en los diferentes modos de transporte, los cuales están regidos por un marco normativo que determina las características de los mismos, así como las obligaciones y derechos de las partes. Los instrumentos de precios involucran el otorgamiento de exenciones impositivas, subsidios u otros recursos



monetarios con el fin de incentivar determinadas acciones en el sector, así como también la imposición de tributos y penalidades para desincentivar otras. Los incentivos no económicos utilizan mecanismos no monetarios como el intercambio de conocimiento, la conformación de alianzas con el sector privado y la academia, el fomento a la investigación, los programas de concientización, entre muchos otros, para generar cambios en el comportamiento de los actores del transporte que sean consistentes con los objetivos de lucha contra el CC. Finalmente, los Estados y gobiernos subnacionales realizan inversiones directamente en el sector, en la forma de provisión de infraestructura y prestación de servicios, a través de las cuales pueden promover la descarbonización. Reconociendo las características propias de cada modo de transporte, estos instrumentos suelen desarrollarse y aplicarse a nivel de subsector, con el contenido y la combinación necesaria para lograr las metas específicas. Por esta razón, son analizados detalladamente en las Secciones 4.2 a 4.5.

**Para diseñar y ejecutar políticas, programas e instrumentos, se requieren equipos específicos y especializados.** Todos los países referentes tienen dentro de sus agencias sectoriales, comenzando por los Ministerios de Transporte o similares, unidades a cargo de la mitigación y la adaptación al CC. Al igual que en el sector privado, estas unidades están encabezadas por un Chief Sustainability Officer (CSO), quien lidera un equipo interdisciplinario, conformado por especialistas no solo de transporte, sino también de medioambiente y de tecnologías de la información, entre otros, que utilizan diferentes enfoques científicos y aplicados para analizar los desafíos del sector, establecer políticas y monitorearlas. La dotación de recursos, el entrenamiento continuo en un ámbito que se encuentra en pleno desarrollo, el intercambio de experiencias a nivel nacional e internacional y la coordinación estrecha con otras áreas sectoriales y de gobierno son buenas prácticas evidenciadas en todos los países referentes en materia de fortalecimiento de capacidades institucionales para hacer frente al desafío de CC. Un ejemplo es el del Departamento de Transporte del Reino Unido, que cuenta con una Dirección de Descarbonización del Transporte, compuesta por oficinas de Estrategia de Descarbonización, Combustibles Bajos en Carbono, Vehículos de Emisión Cero y Análisis Medioambiental y de la Movilidad Futura. Es interesante observar que esta Dirección forma parte del mismo grupo que las Direcciones de Ciencia, Innovación y Tecnología, y Análisis y Sistemas Futuros de Transporte, lo que evidencia la relación estrecha entre la descarbonización del



**Contar con inventarios de emisiones es clave para dimensionar el desafío y medir avances en la lucha contra el CC.**

transporte, la innovación tecnológica y el ámbito de la investigación. Asimismo, dentro del Ministerio de Transporte alemán cada departamento responsable de un subsector (transporte marítimo y aéreo, transporte federal por carretera) cuenta con una oficina centrada en el CC y las cuestiones medioambientales. Además, se coordinan con el Departamento de Políticas de Transporte, que incluye una dirección sobre CC, Mitigación de la Movilidad y Protección del Medio Ambiente.

**Sin datos no es posible dimensionar el desafío ni medir el avance en la lucha contra el CC.** Es por ello que los países referentes parten de poseer inventarios de emisiones para el sector, los subsectores y zonas geográficas de interés. Existe una tipología de inventarios disponible a nivel global. El Protocolo de GEI ("*GHG Protocol*") es una referencia internacional que propone herramientas estandarizadas de medida y gestión de emisiones de GEI, ampliamente utilizada por compañías y organizaciones. C40 también ha desarrollado una herramienta, el "*City Inventory Reporting and Information System*" (CIRIS), que es una metodología para gobiernos municipales que permite medir emisiones sectoriales, incluyendo el transporte. A nivel nacional, se puede mencionar el "Sistema Español de Inventario de Emisiones" (MITECO & Gobierno de España, 2023), que cuenta con un "Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero", así como un "Inventario Nacional de Contaminantes Atmosféricos" que proporciona datos para los subsectores aéreo, marítimo y de carreteras del país. Estos inventarios son actualizados con cierta periodicidad, que varían entre la frecuencia anual y quinquenal. Así, desde 2001, el inventario nacional austriaco es revisado anualmente por equipos sectoriales antes de ser presentado formalmente a la CMNUCC y a la UE. El conjunto de datos se desglosa por subsectores de la economía, incluyendo diferentes modos de transporte, y con informaciones sobre consumo de combustible y factores de emisión por actividad, entre otros elementos (Umweltbundesamt & Environment Agency Austria, 2022). La continuidad del proceso a lo largo del tiempo -el inventario existe desde hace más de veinte años- permite tener una perspectiva histórica y evaluar la efectividad de las políticas implementadas.

**La digitalización y el uso de las tecnologías más avanzadas en análisis de datos son clave para la recolección de datos, la estimación de emisiones y la producción de escenarios para la toma de decisiones** (Recuadro 4.2). Por ejemplo, la herramienta Climate TRACE, de la organización homónima sin fines de lucro, permite realizar inventarios de emisiones mediante



el uso de imágenes satelitales e IA. Esta última detecta indicadores de emisiones de GEI en las imágenes satelitales, tales como puntos de calor, que se vinculan a bases de datos reales. La combinación permite estimar las emisiones de GEI por subsector del transporte. Así, pueden generarse inventarios donde tradicionalmente no han existido datos ni mecanismos para obtenerlos. Por ejemplo, en colaboración con gobiernos regionales, se prueba la herramienta para poder desarrollar inventarios subnacionales de emisiones (OECD Forum Network & Sridhar, 2023). Del lado comercial, existen varios ejemplos de plataformas que permiten monitorear los datos de GEI en tiempo real y en zonas geográficas precisas gracias a satélites, sensores terrestres, tráfico y otros dispositivos combinados. Estas pueden utilizarse para supervisar una red de transporte con el fin de evaluar su contribución real a la descarbonización del territorio, o para realizar un seguimiento previo a la puesta en marcha de un plan de descarbonización. Un aspecto clave es la colaboración con los sectores privado y académico en esta tarea. Aquí se puede mencionar el papel de Citepa (Centro Técnico Interprofesional de Estudios sobre la Contaminación Atmosférica) en la preparación del inventario nacional de GEI de Francia. Esta asociación sin ánimo de lucro reúne a 85 miembros (industriales, federaciones y sindicatos profesionales, productores y distribuidores de energía, consultorías, organizaciones de investigación, asociaciones de control de la calidad del aire, etc.), cuya diversidad le permite tener acceso a varios tipos de fuentes y asegurar su transparencia e independencia. Actúa como operador del Estado para auditar los inventarios de emisiones del Ministerio del Medio Ambiente, recopilando y analizando estadísticas y trabajos de expertos sectoriales, para difundir la información a los profesionales y operadores públicos y privados. En ALC, se puede evocar el caso del área metropolitana del Valle de Aburrá, en Colombia, que ha colaborado en varias ocasiones con diferentes actores a la hora de realizar sus inventarios de GEI. En 2021, se asoció con el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) para realizar su inventario compuesto por varios subsectores, entre los cuales se encuentran el transporte por carretera, ferroviario y aéreo (Ministerio de Ambiente et al., 2021).



RECUADRO 4.2.

**La importancia de la transformación digital para la mitigación y adaptación al CC**

Las tecnologías emergentes pueden traer múltiples soluciones al sector transporte en sus esfuerzos para abordar el CC. Por un lado, pueden mejorar la disponibilidad, precisión y granularidad de la información disponible, por ejemplo, en cuanto a emisiones generadas o comportamiento de variables climáticas, permitiendo una mejor evaluación de riesgos, modelación de impactos y toma de decisiones. Por otro, pueden aumentar la eficiencia en los procesos y, con ello, generar ahorros en el consumo energético y reducir las emisiones de gases contaminantes. En este ámbito, resultan significativos los avances en materia de IA para el diseño de rutas que minimicen el nivel de emisiones; plataformas de evaluación de ciclo de vida de proyectos de carreteras para estimar e identificar áreas de reducción de emisiones; plataformas que facilitan la movilidad compartida, de movilidad como servicio e integración de los sistemas de transporte; gemelos digitales para simular la interacción entre transporte y energía; y sistemas basados en video detección e IA para la gestión de activos viales, entre otros.

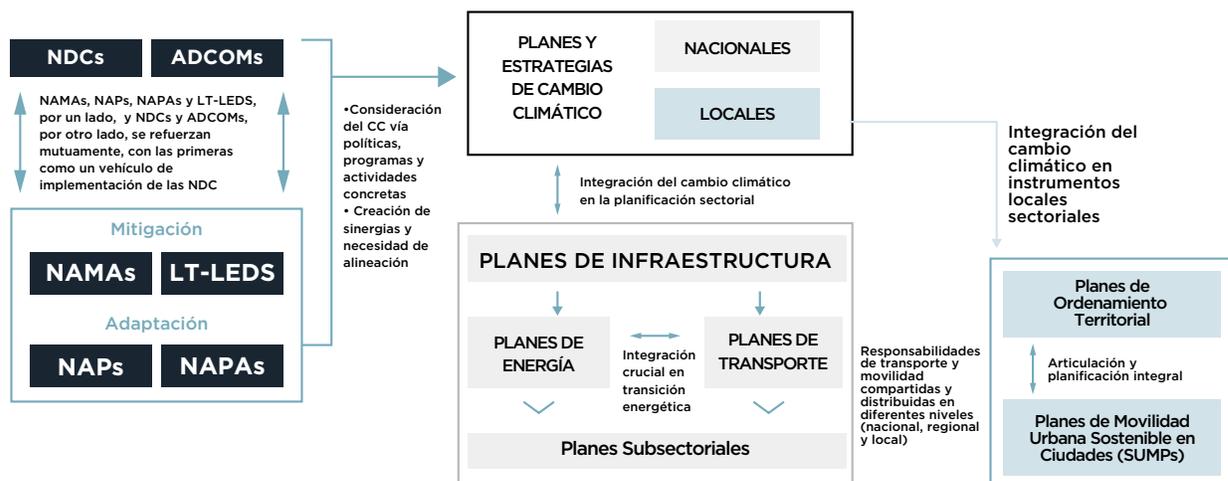
**La estrecha colaboración y coordinación con otras agencias de gobierno es clave para alinear y lograr objetivos de descarbonización.** En la medida en que los planes y los instrumentos descritos para enfrentar el CC son desarrollados e implementados por diferentes instituciones -incluso dentro del sector transporte-, es necesario establecer una coherencia de políticas públicas, de manera tal que una agenda de desarrollo para una tecnología o fuente de energía específica, por ejemplo, esté alineada con los objetivos de los planes generales para el sector y, en general, con la política de lucha contra el CC del país (Figura 4.1). Para responder a esta necesidad de coherencia de políticas públicas, la mayor parte de los países referentes han creado mecanismos de coordinación interinstitucional, usualmente en la forma de comités interministeriales, que se utilizan para definir prioridades, establecer acciones conjuntas y alinear intervenciones sectoriales. Hay comités que son específicos para el transporte, dentro de los cuales se aborda la descarbonización junto con



otros temas sectoriales. Aquí se puede mencionar el ejemplo del Reino Unido y de su Grupo Interministerial para Transporte, del que participan cuatro administraciones, incluyendo el Ministerio del Cambio Climático galés. Otros comités abordan directamente el CC, incluyendo al sector transporte. Singapur estableció desde 2007 un Comité Interministerial sobre el Cambio Climático con la presencia del Ministerio de Transporte. El Comité incluye varios grupos de trabajo, entre los cuales uno sobre políticas e infraestructuras necesarias para la reducción de las emisiones de largo plazo, y otro sobre la resiliencia y la sostenibilidad. Para que la coordinación sea efectiva, se requiere un compromiso político unificado y un liderazgo proveniente del poder ejecutivo, enfatizando la importancia de la lucha contra el CC como prioridad de gobierno, como mecanismo de mejora de la calidad de vida y de generación de nuevas oportunidades en el contexto de un cambio en el modelo de desarrollo. Por su parte, para que estos comités tengan éxito, deben ser convocados y presididos por la mayor autoridad correspondiente, sea a nivel nacional o sectorial; tener un propósito claro; estar compuesto por las autoridades que toman decisiones en la materia para facilitar la acción; tener una hoja de ruta con hitos y plazos definidos; y contar con la perspectiva del sector privado, la academia y la sociedad civil (Calatayud et al., 2022).

FIGURA 4.1.

Articulación entre NDC e instrumentos nacionales, locales y sectoriales de CC



- CONVENCIONES
- Instrumentos Nacionales**: ADCOMs: Comunicaciones de Adaptación; LT-LEDS: Estrategias a Largo Plazo para un Desarrollo Bajo en Emisiones
  - Mecanismos CMNUCC**: NAPs: Planes Nacionales de Adaptación; NAMAs: Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación
  - Instrumentos Locales**: NAPAs: Programas de Acción para la Adaptación Nacional; NDCs: Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional

Fuente: Elaboración propia.



**Un aspecto fundamental es la coordinación al interior del sector público y con el sector privado, la academia y la sociedad civil.**

**Esta coordinación también debe darse a nivel vertical, con gobiernos regionales y locales.** Esto es evidente en el caso de la movilidad urbana, por ejemplo, donde el rol de estos niveles es fundamental, dado que, en muchos casos, son las autoridades regionales y locales las encargadas de su planificación, regulación y supervisión. Lo mismo ocurre en el transporte carretero, donde las autoridades subnacionales tienen facultades sobre las vías secundarias y terciarias, y sobre el control de tránsito por las mismas, y en el caso de las Autoridades Portuarias, con control sobre un puerto determinado. Al respecto, las experiencias analizadas muestran tres cursos de acción: (i) brindar los lineamientos desde el gobierno central, que oriente la formulación de políticas específicas a nivel regional y local; (ii) fortalecer las capacidades de las autoridades locales para realizar las tareas de planificación, regulación y supervisión; y (iii) generar comités de coordinación entre autoridades nacionales, regionales y locales, para alinear objetivos y monitorear avances. Por ejemplo, en Italia la administración de los principales puertos del país se confía a autoridades portuarias bajo el control del Ministerio de Transportes. Su principal función es planificar, coordinar, promover y orientar el desarrollo del puerto, mientras que las operaciones portuarias se transfieren a empresas privadas concesionarias. La gobernanza y coordinación de diferentes niveles en los puertos corre a cargo de comités portuarios compuestos por cargos electos nacionales, regionales, provinciales y municipales, además de representantes de las empresas portuarias. En el caso de la movilidad urbana, el Ministerio Federal de Transporte e Infraestructura Digital de Alemania lidera un Comité de Transporte que trata varios asuntos de política (construcción de carreteras, tecnología del automóvil, investigación, protección del medio ambiente en el sector, asuntos legislativos, política general de transporte, etc.), donde participan representantes de los estados federados y de las principales ciudades, reuniéndose mensualmente.

**Los países referentes generan alianzas estratégicas con el sector privado, la academia y la sociedad civil para avanzar en la descarbonización del transporte** (Recuadro 4.3). En primer lugar, estos actores participan en el diseño de los planes nacionales y subnacionales mediante consultas previas y mesas de trabajo con el sector público. Una buena práctica utilizada en el Reino Unido es la preparación de estudios prospectivos en conjunto con la academia, que son empleados como documentos de soporte para el desarrollo de políticas públicas para la promoción de la



descarbonización del transporte. Un segundo mecanismo ampliamente utilizado es la elaboración de acuerdos para el desarrollo de pilotos con tecnologías específicas y para una mayor provisión de energías renovables para el transporte. En este sentido, existen numerosos ejemplos de pilotos en diferentes latitudes para el despliegue de autobuses eléctricos y a hidrógeno, donde empresas proveedoras de equipos, operadoras de transporte y administración local/nacional colaboran para probar la tecnología y los modelos de operación y de negocio. Finalmente, al igual que con la transformación digital, los países referentes han generado acuerdos con empresas y universidades para crear centros de investigación y formación para tecnologías específicas -como la movilidad eléctrica-, para un subsector o, en general, para la promoción del transporte sostenible. Por ejemplo, la OMI y la UE crearon Centros de Cooperación Tecnológica para el Sector Marítimo en universidades de cinco continentes, los cuales buscan generar capacidades e información para mitigar el CC. A escala nacional, el programa de Centros Universitarios de Transporte del Departamento de Transporte de Estados Unidos financia consorcios de universidades para el desarrollo de investigación y formación de capacidades en tecnologías líderes. A través de los pilotos y de los centros de investigación y formación, el sector público puede generar espacios de experimentación que provean información para el desarrollo y adaptación de regulaciones, por ejemplo, en torno a estándares y seguridad. Asimismo, alinea las acciones de Investigación y Desarrollo (I+D) de empresas y universidades a los objetivos de sostenibilidad ambiental del sector que persigue la política pública.

**RECUADRO 4.3.**

**El rol del sector privado en la descarbonización y resiliencia del transporte**

Dentro del sector privado pueden identificarse seis actores que están incentivando la descarbonización del transporte: (i) las grandes empresas de operación de transporte, en todos los modos, que tienen objetivos de reducir sus emisiones de alcances 1, 2 y 3 como parte de sus planes de responsabilidad social corporativa y para cumplir con los requisitos de financiadores nacionales e internacionales; (ii) la industria automotriz, aérea y naviera, que está desarrollando unidades con menor consumo energético



**El sector privado avanza a diferentes velocidades en la descarbonización del transporte.**

y unidades que utilizan energías renovables; (iii) las compañías energéticas, que están invirtiendo en el desarrollo, suministro y, en ciertos modos, en la operación de flotas de transporte que utilizan energías renovables; (iv) el sector financiero, que ha comenzado a incluir requisitos de sostenibilidad para otorgar financiamiento, además de proveer recursos que facilitan las inversiones necesarias para desarrollar y escalar acciones de reducción de emisiones y adaptación al CC; (v) el sector asegurador, que está requiriendo mayor transparencia e información sobre los riesgos de CC a los que está expuesto el objeto a asegurar; y (vi) las compañías tecnológicas, que desarrollan y comercializan soluciones tanto de descarbonización como de adaptación.

En gran medida, la descarbonización del transporte comparte características con los procesos de transformación tecnológica, en el cual las grandes empresas globales, por presiones competitivas, normativa internacional, imagen corporativa y requisitos de financiadores invierten en el desarrollo y adopción de tecnologías, así como en la reconfiguración de procesos para mejorar su sostenibilidad (ver Calatayud et al., 2022). Esta influencia llega a las empresas que participan en sus cadenas de suministro, incluidos los operadores de transporte, para reducir las emisiones de alcance 3 de las grandes empresas. En muchos casos, se trabaja de manera conjunta para implementar soluciones que reduzcan las emisiones contaminantes a nivel de toda la cadena, así como soluciones que reduzcan el riesgo de interrupción ante eventos climáticos, mejorando también la adaptación al CC.

Ahora bien, al igual que en los procesos de transformación tecnológica, existen diferentes velocidades, donde resultan principalmente en desventaja: (i) empresas de menor tamaño relativo; (ii) empresas que no participan en cadenas de suministro globales, donde tecnología y estándares se diseminan más rápidamente; y (iii) empresas en geografías y sectores donde la descarbonización tiene todavía un menor impulso internacional (por ejemplo, el transporte de carga de larga distancia en materia sectorial). Para reducir esta brecha, los países referentes han desarrollado programas que incentivan la reconversión energética vía subsidios y créditos públicos; canalizan recursos a menores tasas vía la banca privada; y generan capacidades y conocimiento en empresas de menor tamaño, entre otros.

## 4.2. Medidas para la descarbonización y adaptación de la movilidad urbana

Avanzar en la descarbonización y adaptación al CC de la movilidad urbana requiere de un enfoque integral, incluyendo medidas en diferentes ámbitos de políticas para este subsector y de manera coordinadas con otros sectores de gobierno. La presente subsección identifica medidas exitosas implementadas por los países referentes en distintas áreas de acción. Ahora bien, estas medidas no deben considerarse en forma aislada, sino que, para alcanzar en forma exitosa los objetivos de descarbonización y adaptación, se requiere una combinación de medidas de política y un abordaje conjunto de las mismas (Figura 4.2).

FIGURA 4.2.

Descarbonización y adaptación de la movilidad urbana\*



Fuente: Elaboración propia.

Nota: \*Listado no taxativo de medidas.





#### • 4.2.1 MEDIDAS DE MITIGACIÓN

La movilidad urbana -pasajeros y carga- es uno de los principales responsables de las emisiones del sector transporte y del deterioro de la calidad del aire en las ciudades, participando con el 27% de las emisiones del sector a nivel regional (ITF, 2023a). Asimismo, este subsector es donde mayores avances se han verificado en materia de descarbonización, producto de la adopción de planes de movilidad sostenible y de la combinación de normativas, incentivos e inversiones públicas, enmarcadas en el esquema de “evitar-cambiar-mejorar”, ampliamente reconocido por la comunidad internacional (ver Capítulo 3).

La descarbonización de la movilidad urbana es una oportunidad para lograr sistemas de transporte resilientes, sostenibles, asequibles y equitativos (Recuadro 4.4). No se trata simplemente de crear alternativas a los sistemas tradicionales a combustión. En cambio, consiste en proveer formas de movilidad que incrementen la accesibilidad, revitalicen las economías locales, y mejoren la calidad del aire y de la vida urbana, reduciendo la congestión y proveyendo más alternativas al vehículo privado a un costo inferior y con mayores garantías en seguridad vial, a la vez de generar beneficios para la salud. Esto asegurará una transición justa e inclusiva, considerando a todos los grupos sociales, áreas geográficas, géneros, edad y a personas con necesidades especiales de movilidad. Este mejor acceso a oportunidades y mejores estándares de vida urbanos son aspectos potenciales clave que deben comunicarse activamente a los ciudadanos para acelerar la aceptación de nuevas formas de movilidad sostenible.





RECUADRO 4.4.

### Planificación integral de la movilidad urbana sostenible

Aunque existen múltiples definiciones de sostenibilidad en la literatura, en general este concepto está relacionado con la importancia de atender las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer la capacidad para atender las necesidades de generaciones futuras. En el contexto de la movilidad urbana, la sostenibilidad abarca consideraciones de tres tipos principales: ambientales, sociales y económicas. Las consideraciones ambientales usualmente reciben mayor atención dentro de la sostenibilidad, con estrategias enfocadas en la reducción de GEI para mitigar los impactos ambientales del transporte. Las consideraciones sociales están relacionadas con la provisión de servicios de transporte sostenibles, equitativos, seguros y de calidad que suplan las necesidades de poblaciones con todo tipo de habilidades de forma adecuada a través del tiempo. Una visión social de la sostenibilidad también busca que las acciones de mitigación del CC y las consecuencias del CC sobre los sistemas de transporte no recaigan de manera desproporcionada sobre los grupos más vulnerables. Finalmente, las consideraciones económicas buscan asegurar que las inversiones, subsidios y fuentes de financiación empleadas en la construcción, operación y mantenimiento de los sistemas de transporte urbano actuales no pongan en riesgo la disponibilidad de recursos futuros para poder atender las necesidades proyectadas de movilidad urbana, a la vez de que sean asequibles para los usuarios.

Los sistemas de transporte urbano tienen gran potencial para aumentar la equidad mediante el acceso inclusivo de la población a oportunidades educativas y de trabajo, bienes y servicios. Para desarrollar este potencial y, a la vez, contribuir en la reducción de GEI y la mejora de la calidad del aire, las estrategias de movilidad sostenible no deben buscar reducir las emisiones de forma aislada, sino también mejorar las condiciones de transporte de las poblaciones más vulnerables, incluyendo la eficiencia, seguridad, accesibilidad universal y asequibilidad. Las poblaciones de menores ingresos tienen una mayor participación en el transporte público y la movilidad activa, gastan una mayor proporción de sus ingresos en transporte, recorren mayores distancias y se encuentran más expuestos





**La reducción de emisiones debe ser parte de una estrategia más amplia para promover la sostenibilidad.**

a la contaminación y las amenazas derivadas del CC (Giuliano & Hanson, 2017; Scholl et al., 2022). Ante las deficiencias en el transporte público y la infraestructura para ciclistas y peatones, las poblaciones de menores ingresos se vuelcan cada vez más hacia alternativas más contaminantes y menos seguras, como las motocicletas. Por otro lado, los sistemas de transporte público históricamente han sido diseñados en función de la demanda máxima durante la hora pico por viajes de trabajo. Optimizar los sistemas de transporte considerando únicamente este tipo de viajes hace que otros patrones de viaje cuenten con niveles de servicio deficientes, como es el caso de los viajes relacionados con el cuidado de niños y adultos mayores, tareas que ocurren durante el periodo valle y habitualmente son absorbidas por mujeres (Scholl et al., 2022). La falta de un enfoque de género en la planificación de la movilidad urbana representa uno de los principales obstáculos para que las mujeres logren acceder a oportunidades de empleo, como se evidenció en una encuesta de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) que mostró una reducción de 15,5 puntos porcentuales en la probabilidad de participación de las mujeres en el mercado laboral como resultado de las limitadas opciones de transporte en los países en desarrollo (SLOCAT, 2021a).

La seguridad vial es un factor clave que a menudo no se tiene en cuenta en el análisis de la sostenibilidad. Las muertes por siniestros viales representan la décima causa de muerte en todo el mundo y se prevé que se convierta en la quinta causa de muerte en 2030 según estimaciones de la OMS. A pesar de representar el menor riesgo para los demás usuarios, los peatones y ciclistas son los más expuestos a sufrir lesiones o morir en caso de un siniestro. Más de 270.000 peatones y alrededor de 41.000 ciclistas mueren cada año a nivel mundial (OMS, 2018). En ALC, alrededor de 109.000 personas perdieron la vida en 2018 por siniestros viales (OPS, 2019). Se estima que un 23,5% de las víctimas mortales de siniestros de tránsito ocurridos en la región corresponden a peatones y un 7,1% a ciclistas (BID, 2023). Esto no solo representa una enorme problemática en términos de salud pública y equidad, sino que genera una limitación adicional para las estrategias que buscan reducir las emisiones de GEI mediante el cambio modal hacia transporte público y modos activos.





**La movilidad sostenible incluye las dimensiones de seguridad vial y accesibilidad universal.**

Para revertir la situación actual, el diseño de infraestructura, velocidades y vehículos debe realizarse bajo el enfoque de sistema seguro. Las paradas y estaciones de transporte público deben permitir el paso seguro de los usuarios separados del tráfico de vehículos. Las aceras deben ser transitables y cómodas para todos los usuarios, incluidos niños, adultos mayores y personas con movilidad reducida. Se debe invertir en infraestructura segregada para el uso de la bicicleta que brinde condiciones de seguridad y accesibilidad adecuadas. Los límites de velocidad deben ser definidos en función de los tipos de usuarios en las vías, las dinámicas propias de cada zona y los usos del suelo, teniendo en cuenta que las velocidades seguras (menores a 50km/h en contextos urbanos y 30 km/h en zonas de alta densidad, para disminuir riesgos de colisión y gravedad de lesiones) no sólo reducen los siniestros de tránsito, sino que también pueden reducir las emisiones. A medida que se avanza en el desarrollo de vehículos menos contaminantes, también deben incorporarse y exigirse estándares de seguridad activa y pasiva de los vehículos motorizados. Al menos 20 de los 50 modelos de vehículos más vendidos en los mayores mercados de ALC califican entre 0 y 3 estrellas dentro de la clasificación de seguridad Latin NCAP (BID, 2023). Adicionalmente, se estima que en un periodo de quince años se podrían evitar más de 4.000 muertes por siniestros viales en la región si se aplicaran las normas de seguridad vehicular en Argentina, Brasil, Chile y México (BID, 2023).

Garantizar la sostenibilidad social de la movilidad urbana implica reconocer que los sistemas de transporte existentes han sido diseñados priorizando las necesidades de una pequeña parte de los usuarios, por lo que es necesario implementar estrategias que permitan corregir estos sesgos para garantizar una movilidad sostenible en términos de equidad. La planificación del transporte urbano debe buscar priorizar a peatones, ciclistas y usuarios de transporte público, mejorar la calidad y asequibilidad del transporte público, garantizar la seguridad vial, contar con un enfoque de género, implementar criterios de accesibilidad universal en el diseño de infraestructura y tener en cuenta consideraciones de resiliencia al CC. De no considerar las necesidades de todos los usuarios potenciales dentro de la planificación de la movilidad urbana, se limitará el potencial de los sistemas





de transporte para reducir las brechas de equidad y, al mismo tiempo, no será posible atraer a una parte significativa de los usuarios hacia los modos de transporte que generan menores emisiones. A nivel internacional se destacan experiencias exitosas en diferentes áreas, como por ejemplo Madrid para la integración del transporte público (infraestructura y operaciones, tarifas e información) (Vassallo & Bueno, 2019), Singapur en términos de la planificación integrada del uso del suelo y del transporte (UITP, 2021a), o Vancouver en relación a la disminución de los viajes en transporte privado y la mejora del transporte público y transporte activo (Litman, 2023).

En términos de sostenibilidad económica, es clave reconocer que algunas de las estrategias enfocadas en hacer el transporte urbano menos contaminante y más equitativo también mejoran su eficiencia económica. Las inversiones en transporte público e infraestructura para ciclistas y peatones son mucho más costo-eficientes que las inversiones requeridas para la construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura vial destinada a los vehículos privados (SLOCAT, 2021a). Las inversiones requeridas para la adaptación de los sistemas de transporte urbano serán menores en las ciudades que prioricen a los modos de transporte más sostenibles y eficientes, en comparación con los costos asociados a incrementar la frecuencia de mantenimiento y reforzar o reubicar grandes extensiones de infraestructura vial para el uso de vehículos privados. En particular, el retorno de las inversiones en infraestructura para transporte activo puede ser significativamente mayor que otras obras de transporte (Scholl et al., 1996). Las políticas públicas orientadas a una planificación integrada del transporte y usos del suelo pueden lograr reducciones en la cantidad y extensión de viajes urbanos y sus emisiones asociadas, así como también en los costos operativos de los sistemas de transporte.

La atención que actualmente recibe la descarbonización del sector transporte representa una oportunidad para impulsar las estrategias enfocadas en la sostenibilidad social y económica de los sistemas de transporte urbano. Las estrategias enfocadas exclusivamente en el ascenso tecnológico y la reducción de emisiones limitan el potencial del transporte





urbano para mejorar la calidad de vida y garantizar un acceso equitativo a oportunidades de empleo, bienes y servicios, a la vez que pueden resultar más costosas. Asimismo, los beneficios en materia de reducción de emisiones pueden ser cancelados si existe una mayor migración hacia viajes privados (Scholl et al., 1996). Las sinergias y dependencias existentes entre los diferentes componentes de la sostenibilidad hacen que el desarrollo de estrategias para lograr sistemas de transporte equitativos y económicamente sustentables sea un requisito necesario para lograr su sostenibilidad ambiental.

**En diferentes latitudes, países y ciudades referentes tienen como pilar en sus planes de transporte y de desarrollo urbano al fomento de la movilidad sostenible.** Para ello, se identifican medidas en materia de planificación del uso del suelo, planificación integral de la movilidad urbana, mejora del transporte público, promoción de la movilidad activa y colaboración con el sector privado, dentro de una visión holística de desarrollo urbano sostenible. Ejemplos en este sentido se encuentran para diferentes tamaños de ciudad, tales como Tampere (Finlandia), Madrid (España), Mitovica (Kosovo), Río de Janeiro (Brasil) y Belgrado (Serbia). En el caso específico de Madrid, la creación en 1986 del Consorcio Regional de Transportes de Madrid, encargado de la planificación de la infraestructura y operaciones -en conjunto con otras medidas como inversiones en gran escala en el sistema-, han sido fundamental para que el sistema sea reconocido como una de las mejores prácticas de integración del transporte público, registrando un crecimiento del número de usuarios del 46% en el período 1986-2015 (Vassallo & Bueno, 2019). Asimismo, a nivel global, las buenas prácticas indican que, para que los objetivos de los planes de transporte y desarrollo urbano sean alcanzados, se requiere de un enfoque multidisciplinario e inclusivo, respaldado por la ciudadanía y el sector privado, que permita a distintos sectores sociales tomar decisiones de movilidad más sostenibles, y se propongan mecanismos de evaluación del impacto de las campañas de movilidad sobre las poblaciones locales. Este enfoque se encuentra recogido en los “Planes Sostenibles de





**Alcanzar los objetivos de las NDCs requiere una estrecha coordinación entre diferentes niveles de gobierno.**

Movilidad Urbana” (SUMP, por sus siglas en inglés), cuya adopción es recomendada por la Comisión Europea para las 424 mayores ciudades de la Unión, con el fin de atender las necesidades de movilidad de personas y empresas, desde una perspectiva de sostenibilidad, seguridad vial, inclusión y calidad de vida (Comisión Europea, 2021).

**Las autoridades de transporte a nivel local y metropolitano cumplen un rol fundamental en la generación e implementación de tales planes.** Estas tienen a su cargo la planificación de la movilidad en su área de influencia, ya sea a nivel ciudad o área metropolitana. En su “Marco de Movilidad Urbana”, la Comisión Europea alienta a las ciudades de la Unión a adoptar un proceso de planificación de la movilidad basado en ocho principios: (i) planificar para la movilidad sostenible de toda la “ciudad funcional”; (ii) definir una visión de largo plazo con un plan de implementación claro; (iii) desarrollar todos los modos de transporte de manera integrada; (iv) medir niveles de desempeño; (v) mejorar la calidad; (vi) colaborar entre instituciones; (vii) involucrar a los ciudadanos; y (viii) monitorear y evaluar la implementación del plan. La promoción del transporte público, la movilidad activa y la resiliencia al CC son aspectos de particular interés en los SUMP. Contar con estos planes permite materializar a nivel subnacional las aspiraciones de las NDCs, así como alimentar las revisiones de las NDCs de acuerdo con la perspectiva local. También permite establecer la relación entre las medidas incluidas en los planes y los ODS, proveyendo beneficios más allá de la transición energética. En este contexto, la Comisión Europea pone a disposición de las autoridades de transporte diferentes recursos para apoyarlas en la generación e implementación de los SUMP. Una gran cantidad de ciudades han creado la figura de Jefe de Sostenibilidad / Cambio Climático y unidades específicas para el diseño e implementación de medidas en esta temática.

**La coordinación vertical es importante para asegurar consistencia entre los objetivos establecidos a nivel país y las metas y acciones a realizar a nivel local.** Una gran parte de las NDCs incluyen metas para la electrificación de la flota de transporte público, el despliegue de infraestructura para la movilidad activa y la planificación integrada del uso del suelo y el transporte, entre otros (ver Capítulo 3). Usualmente, son las ciudades quienes tienen jurisdicción sobre estos ámbitos, por lo cual es fundamental asegurar la alineación de los planes de movilidad urbana con los compromisos asumidos por el país. Por ejemplo, en Costa Rica, el “Plan Integral de Movilidad Urbana Sostenible” del Área Metropolitana de





San José, y en Colombia, los planes maestros de movilidad de la ciudad de Manizales y del área del Valle de Aburrá (Medellín y alrededores), guardan coherencia con lo estipulado por los países en sus NDCs en términos de fomento al transporte público y activo mediante infraestructura, integración modal, e impulso a desarrollos urbanos con mayores densidades alrededor de estaciones y servicios de transporte público (SLOCAT, 2022b).

**Las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) son herramientas útiles para lograr soluciones de alto impacto en movilidad urbana.**

Las tecnologías digitales reducen las asimetrías de información a la hora de planear un viaje, lo que facilita la multimodalidad en la movilidad de personas, permite mayor eficiencia en el transporte de mercancías (optimizando las cargas y reduciendo los viajes en vacío), y pueden contribuir a facilitar la introducción de la movilidad eléctrica, al reducir la incertidumbre sobre las posibilidades de recarga de batería. En relación al transporte público y movilidad compartida, permiten, por ejemplo, disponer de los horarios fácilmente a través de apps o en las estaciones de transporte, facilitar la integración de los horarios entre distintos operadores o modos, así como también realizar compras de billetes en forma electrónica. A su vez, estas tecnologías pueden reducir los costos de transacción al facilitar pagos vía aplicaciones móviles o plataformas web. En el ámbito de la gestión de la demanda de tráfico<sup>12</sup>, facilitan la implementación de cobros por congestión, tarificación vial y control de accesos o restricciones de movilidad (Calatayud et al., 2022). Así entonces, los hacedores de política deben sacar provecho de los desarrollos digitales incluyéndolos en el diseño de políticas de movilidad sostenible.

A continuación, se resumen las buenas prácticas identificadas a nivel internacional para el impulso a la descarbonización y la sostenibilidad de la movilidad urbana, de acuerdo con los pilares de “evitar”, “cambiar” y “mejorar”, e identificando los instrumentos de política -regulaciones, compras públicas, instrumentos de precios, incentivos no financieros e inversiones- que se utilizan con dicho objetivo.

---

<sup>12</sup> Es importante considerar que el éxito de una medida depende de la complementariedad y articulación con el resto de las medidas implementadas.





● **4.2.1.1. PILAR “EVITAR”**

Las medidas de “evitar” tienen como objetivo reducir la necesidad de realizar viajes motorizados, sin limitar el acceso a bienes y servicios. Para ello, un mecanismo clave es la planificación integrada y equitativa de los sistemas de transporte y el uso del suelo, donde se definen y regulan las interacciones entre las decisiones en infraestructura y servicios de transporte y el uso del suelo, determinando las áreas urbanas destinadas a infraestructuras de transporte público y privado, la disposición de servicios de transporte, y la accesibilidad relativa y los costos de los desarrollos urbanos, con un enfoque que priorice la integración de las poblaciones vulnerables (Scholl et al., 2022). En este contexto, el TOD ha probado ser un enfoque efectivo para reducir viajes privados, al promover el uso del transporte público y de modos de transporte no motorizados a través de desarrollos urbanos de alta densidad, con mezcla de usos de suelo y ambientalmente sostenibles, donde el acceso a transporte público se encuentre a distancias caminables (Recuadro 4.5). Curitiba, Denver y Hong Kong son diferentes ejemplos de cómo este tipo de políticas contribuyen a lograr ciudades densas, compactas y multimodales, reduciendo la congestión e incrementando la demanda en transporte público (BID, 2020). De gran importancia son las acciones dentro de los planes de movilidad sostenible que apuntan a un uso más eficiente del espacio vial, a través de la priorización del transporte público (Arsenio et al., 2016). La experiencia de ciudades como San Francisco, Washington DC, Seúl, Tokio y Friburgo muestran la relación entre estos instrumentos y cambios modales a favor del transporte público y activo (Cervero, 1994, 2007; Goletz et al., 2016; ICLEI Local Governments for Sustainability, 2023; Tamakloe et al., 2021).





RECUADRO 4.5.

### El desarrollo urbano orientado al transporte público

El TOD es una herramienta que permite la mitigación (y adaptación) de las ciudades al cambio climático. Este modelo de planeación urbana se fundamenta en el desarrollo de unidades urbanas densas y compactas que promuevan el uso de modos de transporte socioambientalmente más eficientes. En este sentido, se promueve la caminata con una red de aceras densamente conectada y segura, el uso de la bicicleta mediante infraestructura dedicada, el acceso a una red de transporte público de calidad y de alta capacidad, la mezcla de usos de suelo, la regulación sobre el uso de la infraestructura vial y la limitación de la oferta de parqueo para vehículos privados (ITDP, 2017). Así, la planificación se focaliza en crear espacios urbanos para las personas, en vez de los vehículos. La ventaja de un enfoque TOD radica en su capacidad para contener la expansión urbana, reducir la contaminación del aire, las emisiones de GEI y el efecto de isla de calor urbano, generando espacios públicos, promoviendo la mezcla de usos de suelo y mejorando la calidad de vida en general. Por sus características, este tipo de diseño urbano contribuye significativamente a la adaptación climática en términos de gestión y prevención de riesgos de desastres. A pesar de las claras ventajas que trae la implementación de proyectos urbanos bajo una lógica de TOD, el éxito de estas iniciativas depende de elementos múltiples e interdependientes, que abarcan desde la planificación y el diseño de infraestructura, calles y edificios, hasta reformas institucionales, legales y financieras. En la puesta en marcha de estos proyectos están involucrados diversos participantes con visiones e intereses distintos, como tomadores de decisión de distintas organizaciones, técnicos de varias disciplinas, desarrolladores urbanos e inversionistas, residentes actuales y futuros, y organizaciones cívicas. Por esta razón, un proyecto TOD a gran escala debe iniciar con la construcción de consensos y un marco de acción basado en la colaboración. Ejemplos exitosos de proyectos urbanos con estas características se encuentran en Nueva York con el Broadway Boulevard Project, en Singapur con su sistema de calles para peatones, en Vancouver con su Villa Olímpica y en Londres con el proyecto Central Saint Giles (C40, 2016b)





**Las medidas de teletrabajo y la flexibilización en los horarios laborales son estrategias que pueden disminuir la demanda de viajes y, en consecuencia, mitigar emisiones GEI y de contaminantes locales del subsector.** Los viajes relacionados con trabajo son uno de los principales motivos de viaje para los ciudadanos. Ahora bien, las restricciones impuestas durante la pandemia de COVID-19 demostraron que ciertos tipos de trabajos pueden realizarse de manera remota, empleando TIC. En Italia, la implementación del teletrabajo para el sector público de Boloña, Roma, Turín y Trento resultó en una reducción de al menos 3,8 kg de CO<sub>2</sub> al día por cada empleado, solo considerando las emisiones ahorradas de los viajes en modos privados (Roberto et al., 2023). Como medida complementaria al teletrabajo, la flexibilización y el escalonamiento de los horarios laborales son una buena práctica de gestión de la demanda para reducir la congestión y el nivel de emisiones contaminantes. Por ejemplo, en Bogotá el sector público tiene permitido el ingreso laboral entre las 6 am y las 9:30 am, a fin de reducir la congestión en hora punta. Dado la relación positiva entre congestión y contaminación, reducir la demanda de viajes en las horas punta tiene un efecto directo en la disminución de contaminantes locales (Bedoya-Maya et al., 2022).

**Las regulaciones que incentivan viajes compartidos<sup>13</sup> en automóvil se consideran una buena práctica para disuadir la tenencia de vehículos y lograr una mayor eficiencia de los viajes en vehículos privados.** En una distancia de 500 km dentro de la UE, un viaje en solitario en un automóvil a gasolina o a diésel puede generar más emisiones por pasajero que un viaje en avión (EEA, 2020). Análisis recientes muestran que los servicios de *car-sharing* han reducido tanto los km anuales recorridos en vehículos/persona, como la tenencia de automóviles. En Holanda, los usuarios de vehículo compartido redujeron la distancia anual de sus viajes en vehículos privados en 1.750 km, implicando una reducción de emisiones de hasta 392 kg CO<sub>2</sub>-eq por año (Nijland & van Meerkerk, 2017).

---

<sup>13</sup> Bajo el concepto de movilidad compartida suelen incluirse diferentes servicios de movilidad. Los servicios de *car-sharing* permiten el alquiler flexible de vehículos durante períodos cortos de tiempo, por ejemplo, horas o días, existiendo distintas modalidades (basado en estaciones -*station based*-, flota libre -*free floating*- y persona a persona -P2P). Los servicios de *ridesharing* (o *carpooling*) comprenden los viajes en automóvil compartidos entre particulares, que se ponen en contacto a través de una aplicación móvil o página web. El propietario privado del automóvil pone a disposición de otros pasajeros las plazas no utilizadas. En los servicios de *ride-hailing* (o *ride-sourcing*), los usuarios reservan un trayecto a través de una aplicación y no se comparte el vehículo con otros usuarios, mientras que en el caso de *ride-pooling* varios pasajeros comparten el chofer.





**Las acciones para evitar viajes también se aplican al transporte de mercancías.**

En Escocia, los nuevos usuarios del automóvil compartido redujeron la tenencia de automóvil en hasta 47%, mientras que en Francia y Alemania lo hicieron hasta en un 23% y 15%, respectivamente (Vélez & Plepys, 2021). La generalización de estos servicios, a través de una red amplia, disponibilidad inmediata de vehículos e infraestructura de recarga y estacionamiento, puede contribuir a la reducir la propiedad y dependencia de vehículos privados. Asimismo, la regulación del acceso a infraestructura vehicular, como los carriles exclusivos de alta ocupación, constituyen una forma de promover el uso compartido del automóvil entre personas con destinos similares, con beneficios en materia de reducción de emisiones. Análisis realizados para la bahía de San Francisco, en Estados Unidos, evidenciaron una reducción del 30% en las horas-persona recorridas con la implementación de los carriles de alta ocupación (Cassidy et al., 2010). Para maximizar los beneficios ambientales de la movilidad compartida en sus diferentes modalidades (incluyendo las actuales -como *car-sharing*, *ride-sharing* y *ride-hailing*-, y las potenciales -como vehículos autónomos compartidos-), se deberá promover la adopción de vehículos de cero y bajas emisiones, y la coordinación e integración de estos servicios con los de transporte público.

**Existen también medidas dentro del pilar “evitar” que están dirigidas al transporte urbano de mercancías.** Las regulaciones sobre la entrega de mercancías fuera de los horarios pico y la asignación de zonas especiales de carga y descarga tienen un efecto positivo en la reducción de emisiones de GEI y contaminación ambiental, en la medida que logran una optimización logística reduciendo los km recorridos de la flota de carga. La entrega de mercancías por fuera del horario pico evita que los vehículos de carga circulen por la infraestructura urbana en las horas de mayor congestión. En Nueva York y San Pablo, estas medidas demostraron reducir la contaminación ambiental entre un 45% y un 67%, respectivamente (Holguín-Veras et al., 2018). Por otro lado, las zonas especiales de carga y descarga son una solución de bajo costo para facilitar operaciones logísticas, evitando la congestión y la obstaculización en la movilidad de peatones. En Madrid, tanto la “Estrategia de Sostenibilidad Ambiental Madrid 360” como el “Plan de Movilidad Sostenible Madrid 360” contemplan medidas de control automatizado para la gestión de la distribución urbana de mercancías y, en particular, de las zonas de carga y descarga. El diseño de una aplicación inteligente para la carga y descarga aumenta la disponibilidad





de plazas libres, la rotación y permite optimizar las rutas de los operadores logísticos, mejorando la eficacia en la gestión logística y reduciendo las emisiones contaminantes producidas por la realización de esta actividad económica (Ayuntamiento de Madrid, 2023). Asimismo, la utilización de modos alternativos a los tradicionales vehículos de carga, como bicicletas eléctricas de carga y vehículos ligeros de carga, contribuyen a la mejora de la eficiencia del sistema y la reducción de emisiones. El uso de gemelos digitales puede ser otra herramienta para evitar viajes en el reparto urbano de mercancías, como se pone de manifiesto a través de los resultados del proyecto LEAD llevado a cabo en Madrid. Este proyecto, financiado por la Comisión Europea, ha permitido optimizar el reparto logístico en el centro de la ciudad mediante el uso de un centro de consolidación de carga en instalaciones gestionadas por la Empresa Municipal de Transportes (EMT Madrid) obteniéndose reducciones de hasta el 33% en el número de kilómetros recorridos y el consiguiente ahorro de emisiones. Como instrumentos de precios, los cobros por congestión y en estacionamientos buscan corregir las externalidades negativas del transporte urbano de carga. La utilización en Washington DC de precios dinámicos en zonas comerciales de carga redujo en siete minutos el tiempo de búsqueda de estacionamientos, lo que implicó menos congestión y emisiones (BID, 2020).

#### ● 4.2.1.2. PILAR “CAMBIAR”

**Estas medidas incentivan la migración de viajes de modos de transporte intensivos en energía y contaminantes a modos de transporte energéticamente más eficientes y medioambientalmente sostenibles.** En este sentido, lo más deseable es cambiar viajes en modos privados y motorizados por viajes en transporte público de cero emisiones y modos activos. Para ello, es clave contar con planes de movilidad sostenible y de infraestructura que prioricen al metro, al tranvía, a los autobuses, al ciclista y al peatón, promoviendo la accesibilidad e integración de los sistemas de transporte público con otros modos. Asimismo, se busca retener a los usuarios del transporte público mejorando la calidad de este y haciendo las calles más aptas para los desplazamientos a pie y en bicicleta. Estas medidas deberán ir acompañadas de regulaciones, instrumentos de precios, incentivos no financieros e inversiones que racionalicen el uso del transporte privado, como son los cargos por





**Promover un transporte público de calidad es clave para lograr el cambio modal.**

congestión y calidad del aire, el control de estacionamiento, las zonas de bajas emisiones y las zonas de tráfico limitado. Las medidas en este frente contribuyen a la mejora en la accesibilidad a oportunidades y de este modo a la equidad, siempre y cuando los sistemas de transporte menos contaminantes y más eficientes en el uso del espacio y acceso a oportunidades estén al alcance de toda la población, sin lugar a discriminación.

**La inversión en infraestructura de transporte público y la integración con otros modos de transporte son cruciales para asegurar servicios de transporte de calidad.** Ambos son factores clave para lograr el cambio modal, mejorando el acceso, la cobertura, la confiabilidad y la frecuencia del sistema de transporte, y reduciendo los tiempos de viaje (Yañez-Pagans et al., 2019). Por ejemplo, en Lima, Perú, la inversión en un sistema de autobús de tránsito rápido (BRT, por sus siglas en inglés) redujo los tiempos de viaje en 34% e incrementó la satisfacción de los usuarios del transporte público, logrando un nivel de aceptación del BRT del 82% dos años después de su finalización (Scholl et al., 2015). En Cantón, China, el sistema BRT con carril exclusivo se integró con los sistemas Metro y con infraestructuras peatonales y para bicicletas. De esta manera, se logró aumentar la velocidad de los autobuses y el tráfico mixto en 29% y 20% respectivamente, ahorrando 52 millones de horas de viaje en 2010, con un valor anual estimado de USD 24 millones (C40, 2016a). La estrategia nacional de autobuses “*Bus Back Better*” de Inglaterra para la recuperación post-pandemia de este modo hace hincapié también en la integración de los sistemas de transporte, apalancado en el uso de tecnología para mejorar la frecuencia y confiabilidad del sistema (Department for Transport, 2021).

**Incrementar el uso del transporte público también requiere mejorar su asequibilidad.** En este sentido, los subsidios a la demanda permiten dirigir los esfuerzos específicamente a los sectores más necesitados. Algunos países y ciudades de ALC establecen cuotas preferenciales y/o la gratuidad del servicio de transporte público para personas de menor nivel socioeconómico, personas con discapacidad, mujeres o niños (Scholl et al., 2022). Un ejemplo de ello es el sistema BRT de Bogotá, donde los usuarios de menor nivel de ingreso reciben un descuento sobre la tarifa general (Pike, 2010; Transmilenio S.A., 2023). Se calcula que este subsidio incrementó los viajes mensuales de los beneficiarios en 56% (Rodríguez Hernández & Peralta-Quiros, 2016). Otros sistemas han





decidido implementar la tarifa cero para el usuario, a fin de garantizar la asequibilidad del servicio para toda la población, aunque resta por evaluar el costo-beneficio y la efectividad de estos programas para impulsar el cambio modal, que está más determinado por la mejora en la calidad del servicio del servicio (UITP, 2021b). En Tallin, Estonia, un año después de introducida la política de tarifa cero, la demanda de transporte público aumentó 14%, mejorando la movilidad de los residentes de menores ingresos (Cats et al., 2017). En Alemania, el Estado de Hesse introdujo la tarifa cero para 145.000 empleados públicos, con impactos positivos sobre el uso de transporte público para viajes con motivo de trabajo y ocio (Busch-Geertsema et al., 2021). En Madrid, el Ayuntamiento de la ciudad, en colaboración con la Empresa Municipal de Transportes de Madrid (EMT Madrid), y desde el final de la pandemia del COVID19, establecen periódicamente la gratuidad de sus autobuses municipales en coincidencia con jornadas identificadas con un alto nivel de tráfico (como el inicio de la actividad de los colegios tras el final de las vacaciones escolares, etc.) o en episodios de alta contaminación. Hasta la fecha de elaboración de este informe, el Ayuntamiento de Madrid ha activado esta medida en 36 jornadas transportando más de 30 millones de personas, de los cuales más de nueve millones de viajeros eran usuarios no habituales del transporte público.

**La asequibilidad y sostenibilidad de los sistemas de transporte público requieren fuertes estrategias de fondeo por parte de los gobiernos.**

Dada la naturaleza y las externalidades positivas del transporte público, su provisión óptima requiere de apoyo gubernamental estable para garantizar precios asequibles a los usuarios y la sostenibilidad financiera de los sistemas. En todos los países miembros de la OCDE existen mecanismos de fondeo y financiamiento a sistemas de transporte público con fuentes de distinta naturaleza. En París, desde hace varios años, los impuestos a la nómina de los grandes empleadores contribuyen a financiar los servicios de transporte público (Urssaf, 2023). En Londres se ha utilizado un cargo adicional al impuesto sobre la propiedad comercial para desarrollar infraestructura específica, como líneas de Metro. Otra apuesta de Londres para obtener recursos para la infraestructura de transporte público es mediante la norma de planificación, que limita la densidad y desarrollos de oficinas y viviendas de varios pisos de acuerdo con la capacidad de los sistemas de transporte público en las inmediaciones de estos proyectos. Así, si los constructores quieren





**La seguridad es una dimensión de calidad del servicio de transporte.**

desarrollar proyectos por encima del nivel de accesibilidad del transporte público deberán realizar inversiones para ampliar la infraestructura de transporte público (Blanco et al., 2022).

**La prestación de un servicio de transporte público de calidad también implica garantizar condiciones de accesibilidad y seguridad en los sistemas, protegiendo a poblaciones vulnerables como mujeres, niños y minorías** (Scholl et al., 2022). La inseguridad en el transporte público incrementa la demanda de viajes particulares y el *ride-hailing* (Oviedo et al., 2022). Entre las medidas implementadas para favorecer la accesibilidad y seguridad de estos grupos sociales se incluyen la reserva de vehículos y secciones de vagones para mujeres, la financiación de campañas de concientización contra el acoso en el transporte público, el uso de la tecnología para pedir ayuda o informar incidentes, y la construcción y mejora de infraestructura de movilidad para garantizar viajes más seguros y accesibles (Allen, 2018). Ejemplos de medidas se encuentran en Londres (Transport for London, 2016), Delhi (India), Bogotá (Colombia), Manila (Filipinas) y Ciudad de México (México) (Allen, 2018; Scholl et al., 2022).

**La promoción del transporte activo necesita de planificación urbana, inversiones en infraestructura e integración con otros modos de transporte.** La planificación orientada al diseño de calles completas, multimodales e inclusivas, así como el uso mixto del suelo para el desarrollo de “ciudades de 15 minutos” favorecen el transporte activo y la seguridad vial. Por su parte, el enfoque de TOD y la integración entre caminata y bicicleta con el acceso al transporte público favorece el uso de modos de transporte más sostenibles (Scholl et al., 2022). Dentro de los factores claves para lograr resultados exitosos se encuentran el desarrollo de conexiones peatonales y ciclovías con paradas de transporte público, la oferta de infraestructura peatonal donde no puedan transitar ni estacionar los automóviles, la asignación de carriles para bicicletas, la gestión de las intersecciones y el mejoramiento del espacio público con infraestructura adaptada a personas con movilidad reducida (Ardila-Gomez et al., 2021). En el Reino Unido se encontró una asociación significativa entre la expansión de la infraestructura para modos activos y el cambio modal desde el automóvil (Song et al., 2017). En Holanda, Dinamarca y Alemania, la provisión de carriles segregados para bicicletas y la infraestructura de apaciguamiento del tráfico resultaron ser las medidas más efectivas para el fomento de la bicicleta





(Pucher & Buehler, 2008). Adicional a las inversiones en infraestructura, la promoción de las aplicaciones que incentivan el uso de modos activos de transporte tiene efectos positivos sobre el cambio modal desde el vehículo privado hacia la bicicleta, como se ha demostrado en Holanda (Huang et al., 2021). Respecto a la seguridad vial, las ciudades compactas y conectadas pueden reducir las fatalidades por causa del tránsito, en la medida que el diseño urbano reduce la necesidad de usar automóvil, fomentando desplazamientos más cortos. Un estudio usando datos de fatalidades en siniestros de tránsito en 50 estados de Estados Unidos, Washington DC y Puerto Rico revela que, por cada cambio de 1% hacia una configuración urbana más compacta y conectada, la tasa de mortalidad para todos los modos de transporte disminuye en un 2,26% (Ewing & Hamidi, 2015).

**La oferta de servicios de transporte para los viajes de primera y última milla facilitan el cambio modal hacia transporte activo y su integración con los sistemas de transporte público** (Scholl et al., 2022). Los sistemas de bicicletas compartidas públicas y otras formas de micro movilidad están cada vez más difundidos. El efecto de los servicios de bicicletas compartidas sobre la demanda de transporte público es positivo cuando las estaciones de bicicletas y las de transporte público se encuentran lo suficientemente cerca (Wu et al., 2020). En el caso de Helsinki, el servicio de bicicletas compartidas contribuyó al aumento de la demanda de transporte público y redujo los tiempos de viaje en seis minutos (Jäppinen et al., 2013). La integración de pagos y de información es clave en este sentido, a fin de facilitar la multimodalidad y disminuir tiempos de espera. En San Antonio, Texas, Transit App es un ejemplo de cómo San Antonio BCycle y VIA Metropolitan Transit se integraron en una sola aplicación, permitiendo a los usuarios planificar un viaje multimodal, comprar un pase de transporte público y desbloquear una bicicleta en pocos pasos (MassTransit, 2022).

**Con relación al transporte privado y los instrumentos de precios, los cargos por congestión y la tarificación vial han sido relativamente exitosos para reducir el uso del automóvil, a pesar de las dificultades para su implementación.** Las experiencias de éxito incluyen a Londres, Singapur y Estocolmo, logrando reducciones del 13% al 30% en congestión y del 15% al 20% en las emisiones de GEI (Pike, 2010). La aceptación pública es un factor crucial para el éxito en la implementación de esquemas de tarificación por congestión. En Estocolmo y Noruega se





**Los cargos por congestión y la tarificación vial incentivan el cambio modal.**

demonstró que la opinión pública puede cambiar significativamente hacia el apoyo del esquema cuando los ingresos se invierten en proyectos de transporte que benefician a los usuarios, como la mejora del transporte público, de facilidades de estacionamiento y de acceso al transporte público (conocidas en inglés como *park-and-ride*) y la construcción de infraestructuras nuevas (Selmoune et al., 2020). En adición, la tasa de estacionamiento en el lugar de trabajo -aplicada a los empresarios que demandan estacionamientos-, implementado por Nottingham en 2012, ha permitido recaudar USD 111 millones en 10 años, que se han reinvertido en transporte sostenible en toda la ciudad (Nottingham City Council, 2022). Otras medidas de gestión de la demanda listadas en el pilar “evitar” también contribuyen al cambio modal, reduciendo el uso del automóvil.

**Los impuestos a los combustibles fósiles, también conocidos como impuestos al carbono, la eliminación de subsidios a la gasolina y los impuestos a los vehículos a combustión interna son los instrumentos más efectivos para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, ya que se enfocan directamente en el contenido de carbono de las fuentes energéticas y estimulan el uso de modos energéticamente más eficientes y sostenibles.**

Los impuestos al carbono, implementados a nivel nacional, pueden ser implementados como un impuesto o mediante un sistema de comercio de emisiones (ETS, por sus siglas en inglés), que incrementa el precio relativo de las fuentes energéticas contaminantes (BM, 2021). Estimaciones para Holanda sugieren que incrementar en 10% el impuesto al combustible deriva, en el largo plazo, en una caída en el consumo de combustible (y por ende en emisiones de CO<sub>2</sub>) de hasta el 8% para vehículos de pasajeros y de 3% para vehículos de carga (KIM, 2018). En Suecia, la evaluación del impuesto al carbono sobre el nivel de emisiones de CO<sub>2</sub> en los vehículos de pasajeros reportó una reducción del 6% (Andersson, 2017). En la región, Chile también ha desarrollado un impuesto al carbono para internalizar los costos ambientales (Recuadro 4.6). Por su parte, los impuestos a los vehículos consisten en gravámenes cobrados en el momento de registro o compra del vehículo, o cobros periódicos por el uso o propiedad de estos. Estos impuestos están, en muchos casos, relacionados directa o indirectamente con sus niveles de emisión al indexarse a características como el año de fabricación y la tecnología del motor, y se ha demostrado que tienen incidencia principalmente en las decisiones de compra de vehículos. En Holanda, se estimó una elasticidad precio de la demanda de vehículos





de -0,5, indicando que un impuesto del 10% sobre el precio del vehículo reduce en 5% la demanda por vehículos (KIM, 2018). Relacionar los impuestos a los vehículos con sus emisiones de CO<sub>2</sub> es una manera efectiva para promover el ascenso tecnológico del parque automotor (Runkel et al., 2018). A pesar de que estas medidas son fundamentales para la reducción de las emisiones, su implementación resulta ser política y socialmente difícil en algunos países. Por esto, su diseño e implementación deberá comunicarse cuidadosamente para garantizar la aceptación social. Como lo evidencia el caso de Quebec, la aceptación del impuesto puede incrementarse al destinar los recursos recaudados para la mejora de la calidad del transporte público, incentivando asimismo el cambio modal (Gouvernement du Québec, 2018).

RECUADRO 4.6.

**Impuesto verde a fuentes móviles en Chile: Evaluación de impacto**

A fin de limitar el impacto negativo del parque vehicular en el medio ambiente, el 19 de diciembre de 2014 empezó a regir en Chile el llamado “impuesto verde a fuentes móviles”. Este impuesto afecta a los vehículos motorizados nuevos destinados al transporte particular con una capacidad de transportar menos de nueve pasajeros, y se paga una sola vez al momento de la primera compra. Están exentas las camionetas de hasta 2.000 kg de capacidad de carga y los taxis. El impuesto se calcula en función del nivel de emisiones de NO<sub>x</sub>, el rendimiento urbano (Km/litro), y el precio de venta del vehículo. Price & Gómez-Lobo (2022) estimaron el efecto causal de este impuesto sobre el NO<sub>x</sub> promedio emitido por los vehículos nuevos vendidos cada año, encontrando que el impuesto redujo en un 18% los gramos/km promedio de NO<sub>x</sub> en la flota diésel. Los resultados son alentadores y sugieren que, para aumentar el impacto ambiental de este tipo de políticas, podría considerarse incluir otros gases contaminantes en la fórmula de cálculo del impuesto, como el CO<sub>2</sub>, tal como lo han hecho Noruega e Israel.





**Las políticas de control y tarificación de estacionamientos, las zonas de tráfico limitado (o zonas de bajas emisiones) y las restricciones al acceso vehicular reducen el uso del automóvil y las emisiones contaminantes.** Estas medidas incluyen la eliminación de plazas de estacionamiento dentro y alrededor del centro de la ciudad, la introducción de días sin automóviles, la modificación de rutas de tráfico y el desarrollo de nuevas ciclovías e infraestructuras peatonales. Oslo constituye un caso de éxito con la implementación de su programa de control de estacionamiento y tráfico, para aumentar la infraestructura de viajes a pie y en bicicleta, habiendo logrado reducciones en los viajes en automóvil entre 11% y 19% (Figg, 2021). Además de este tipo de regulaciones, los gobiernos pueden incentivar el cambio modal mediante la concientización climática y la racionalización del uso del automóvil. Una de las iniciativas más populares es el día libre de automóviles que han implementado varias ciudades alrededor del mundo, reportando importantes mejoras en la calidad del aire. Por ejemplo, el primer día sin automóvil en París, que se llevó a cabo en septiembre de 2015, reportó una reducción en las emisiones provenientes del escape de los vehículos de 40% (UNEP, 2018).

**Las medidas de restricción a la circulación están ayudando a reducir la contaminación del aire en las ciudades.** Existen distintas normativas de acceso urbano para los vehículos con el objetivo de reducir la contaminación atmosférica y la congestión vial. Un tipo de normativa son las zonas de bajas emisiones (LEZ, por sus siglas en inglés), que limitan el acceso de vehículos a una zona geográfica definida, como, por ejemplo, una ciudad. En Europa, se estima que 265 ciudades han adoptado algún tipo de LEZ (Bernard et al., 2020). En el caso de Bruselas, por ejemplo, luego de la introducción de la LEZ en enero del 2018, se observó que entre una semana representativa de junio de 2018 y una de diciembre de 2018, las emisiones de NOx de los automóviles disminuyeron un 4,7% y las de PM2,5 un 6,4%, como consecuencia de la reducción del tráfico y de la disminución de vehículos más antiguos y más contaminantes (Bernard et al., 2020). En Londres, la zona de ultra bajas emisiones, que limitó el acceso de vehículos motorizados a la misma, redujo las concentraciones de NO2, mientras que las zonas de bajas emisiones de Berlín y Múnich redujeron las concentraciones de PM10 (Kim & Mason, 2023). Además de las LEZ, focalizadas en la disminución de la contaminación atmosférica, otras políticas -como la planificación del uso del suelo como medio





para la gestión de la demanda-, también contribuyen a abordar la contaminación del aire en conjunto con otros objetivos de transporte<sup>14</sup>.

#### ● 4.2.1.3. PILAR “MEJORAR”

**“Mejorar” impacta directamente en la descarbonización del transporte urbano al focalizarse en el diseño de los vehículos, la eficiencia energética y las fuentes de energía limpia para vehículos tanto de pasajeros como de mercancías.** El impulso a la movilidad eléctrica constituye el grupo de medidas con impacto más significativo dentro del pilar. La venta de vehículos eléctricos ha crecido exponencialmente en la última década. Mientras que en 2012 apenas se habían vendido 120.000 unidades, en 2022 éstas alcanzaron los 10 millones y se espera que esta tendencia creciente se mantenga en los próximos años (IEA, 2023a). La penetración de la electromovilidad en los mercados ha estado liderada principalmente por China, Europa y Estados Unidos, aunque otros países como India, Tailandia e Indonesia han hecho esfuerzos importantes en los últimos años para promover la electromovilidad en sus mercados. A continuación, se describen los instrumentos de política más importantes para impulsar el ascenso tecnológico y la eficiencia energética en los sistemas de movilidad urbana.

**Los grandes avances en la electrificación del parque automotor están siendo impulsados por planes y regulaciones para el ascenso tecnológico de la flota de vehículos livianos y pesados, y por estándares de emisión de vehículos.** Estos planes, normalmente desarrollados a nivel nacional, definen metas de ventas y producción de vehículos de cero y bajas emisiones, desarrollan hojas de ruta para la industria automotriz y establecen niveles máximos de emisiones, con el fin de reducir sus emisiones de GEI y de gases nocivos para la salud. En Estados Unidos, el *“Inflation Reduction Act”* incluye incentivos fiscales y programas de fondeo para incentivar la transición energética de la economía norteamericana hacia energías limpias, y se enfoca en la promoción de la electromovilidad a través de la asignación de fondos de promoción del sector. Adicionalmente, la *“Advanced Clean Cars II Rule”* adoptada por

<sup>14</sup> Ver Li et al. (2020) por más detalles.





---

**El impulso a la movilidad eléctrica está presente en todos los países de referencia.**

California, Vermont, Washington y Oregón establece que el 100% de los vehículos vendidos a partir de 2035 deben ser cero emisiones. La UE, en su estrategia “*Fit for 55*”, determina que para 2030 las emisiones de CO<sub>2</sub> en automóviles y camionetas deben ser reducidas en por lo menos 50% y 55%, respectivamente (respecto al año 2021), y 100% para el año 2035 (European Council, 2023). En China, el “Plan de Desarrollo para la industria 2021-2035” fijó como meta que, para 2025, el 25% de las ventas de vehículos sean eléctricos o híbridos. En ALC, Chile anunció en 2021 su meta de alcanzar 100% en ventas de vehículos livianos de cero emisiones para 2035. Respecto a iniciativas enfocadas en vehículos de carga, “*Drive to Zero*” vincula ciudades, agencias gubernamentales nacionales y regionales, fabricantes de flotas, proveedores de combustible/energía y otras organizaciones para establecer mecanismos de colaboración y apoyo para acelerar el ascenso tecnológico en la flota de carga. Al 2022, un total de 27 gobiernos se habían comprometido a alcanzar el 100% de ventas de autobuses y camiones cero emisiones para el año 2040 (Global Commercial Vehicle Drive to Zero, 2023). Otras estrategias nacionales para lograr el ascenso tecnológico en flota de carga se encuentran en Canadá con el “*2030 Emissions Reduction Plan*”, en Chile con la “Estrategia Nacional de Electromovilidad de 2022” y en China con la Etapa VI de la norma de emisiones para vehículos pesados. Es importante que esta normativa cubra también las importaciones de vehículos usados y el ciclo completo de las emisiones de los vehículos eléctricos, de la cuna a la tumba<sup>15</sup> (cradle to grave), como se ha evidenciado en Francia, Italia y Reino Unido (Schuller & Stuart, 2018).

**La formalización del paratransito<sup>16</sup> es un paso fundamental para su inclusión dentro de las estrategias de ascenso tecnológico.** La relevancia del paratransito se reconoce en contextos como el de la India, donde los vehículos de tres ruedas (conocidos como “tuk tuk”) cumplen un rol importante en la provisión de servicios de transporte de pasajeros y tienen un gran potencial en la descarbonización del sector, dada la

---

<sup>15</sup> Esto considera, entre otras cosas, la fabricación de las baterías para los vehículos. Por su gran demanda energética, la fabricación de baterías puede aumentar la huella de carbono en el proceso de producción de los vehículos eléctricos.

<sup>16</sup> El paratransito -también conocido como servicios semiformales e informales, aunque los operadores no siempre son negocios informales- refiere a servicios de transporte público flexibles, no programados y que responden a la demanda, prestados por pequeños operadores autoorganizados, en vehículos motorizados o no motorizados de tamaño pequeño a mediano, generalmente sin un marco regulatorio adecuado (Jennings & Behrens, 2017).





gran cantidad de vehículos existentes y sus bajas emisiones por pasajero transportado y km recorrido en comparación con los automóviles (ITF, 2023b). La presencia de estos servicios también está creciendo en ALC (Scholl et al., 2022). Ejemplos de formalización y electrificación se encuentran en Filipinas y en Ruanda. En Filipinas, el Departamento de Transporte profesionalizó los servicios de minibús y Jeepney y los formalizó mediante contratos de operación remunerados con base a los kilómetros recorridos y a la calidad del servicio. En Ruanda, la electrificación del servicio de mototaxis se logró gracias a modelos de colaboración público-privada (Briceno-Garmendia et al., 2022; ITF, 2023b).

**Una regulación importante en la transición hacia vehículos cero emisiones se refiere a los estándares mínimos en tecnologías de emisión de vehículos y las normativas sobre la calidad de los combustibles.**

A la par de las normas sobre mantenimiento y revisión periódica, estos son instrumentos de los que se dispone a nivel nacional para mejorar la eficiencia en la combustión interna de los vehículos, haciendo que se optimice el gasto energético y se reduzca la emisión de contaminantes nocivos para la salud, que deterioran la calidad del aire. La definición europea de estándares de emisión ha clasificado los vehículos en seis categorías de acuerdo con su nivel de emisión, llegando actualmente al nivel más exigente en términos de eficiencia en la combustión, correspondiente al Euro VI (definido en 2015). Para mediados de 2025, los automóviles dentro de la UE deberán cumplir con el nivel Euro VII y, a mediados de 2027, lo deberán cumplir los autobuses y camiones. Bajo el estándar actual Euro VI está definido el nivel de emisiones de NOx, CO, PM, hidrocarburos, metano y amoníaco para camiones y autobuses. Con la regulación propuesta para el estándar de emisiones Euro VII, además de los contaminantes actualmente regulados, se regularían los límites de amoníaco para automóviles y camionetas, los niveles de formaldehído, óxido nítrico y nivel de partículas ultrafinas de hasta 10 nanómetros, presentes en los frenos y baterías (Comisión Europea, 2022). Fuera de Europa, países como Estados Unidos, Japón, Brasil, China, Colombia, India y Argentina han diseñado sus políticas de emisión siguiendo los estándares europeos (SLOCAT, 2021b).

**La descarbonización de la movilidad urbana está siendo impulsada principalmente por subsidios a vehículos de cero y bajas emisiones,**





---

**Existen numerosos programas para incentivar el recambio de autobuses por unidades eléctricas.**

**principalmente autobuses**<sup>17</sup>. Los gobiernos han brindado soporte en forma extendida a los operadores de transporte público para acceder a autobuses de cero y bajas emisiones e infraestructura de recarga a través de subsidios. En algunos casos, el monto del subsidio cubre en forma total o parcial el costo incremental de los autobuses eléctricos en comparación con los de combustión interna. Por ejemplo, el “Programa de Autobuses de Emisiones Ultrabajas” de *Transport Scotland*, a través de dos rondas en los años 2020 y 2021 (USD 67,3 millones), proporcionó apoyo para la compra de nuevos autobuses de emisiones ultrabajas hasta un máximo del 75% de los costos diferenciales con respecto a los autobuses diésel, dependiendo de su capacidad de funcionamiento con emisiones cero, además de apoyar la infraestructura de esta tecnología hasta un 75% del costo de capital (Transport Scotland, 2023). Los incentivos financieros a la movilidad eléctrica también abarcan la logística urbana. En particular, los esquemas de subsidios para la compra de bicicletas eléctricas para transporte de cargas se encuentran ampliamente extendidos en países como Austria, Italia, Países Bajos, Alemania, Bélgica, Reino Unido y Francia. Además, los programas de subsidios alcanzan a los vehículos comerciales ligeros en países como Canadá, Reino Unido, Irlanda y Países Bajos. A nivel urbano también existen programas en este ámbito. Por ejemplo, el Ayuntamiento de Madrid tiene en marcha el llamado “Plan de Ayudas Cambia 360”, que contempla diferentes líneas de subvención con un crédito de EUR 110,8 millones para las anualidades 2021, 2022 y 2023. El presupuesto tiene una línea de ayuda destinada a la movilidad sostenible por EUR 67,5 millones, donde incluyen ayudas a la compra de vehículos de movilidad personal como bicicletas y patinetes eléctricos, de particulares, de mercancías, autobuses y a las infraestructuras de recarga eléctrica.

**Los incentivos monetarios a la descarbonización también tienen como beneficiaria a la cadena de producción de vehículos eléctricos.** Los incentivos abarcan tanto el apoyo a la producción de vehículos eléctricos en general, como a la producción de baterías en particular. India, por ejemplo, aprobó esquemas de apoyo al intercambio de baterías y al desarrollo de la capacidad de fabricación de vehículos eléctricos, así como también para el suministro de baterías (IEA, 2022b). La “Ley Bipartidista de Infraestructura” de Estados Unidos autoriza USD 3.000 millones para

---

<sup>17</sup> Para instrumentos financieros asociados a vehículos privados, ver Sección 4.3.





un programa de subsidios destinado a apoyar el desarrollo de la industria nacional para el procesamiento de materiales para baterías y otros USD 3.000 millones para la fabricación y reciclaje de baterías (DOE, 2022). En adición, se incluyen ayudas para que el Departamento de Energía financie proyectos que demuestren la seguridad y fiabilidad del empleo de baterías usadas de vehículos eléctricos para el almacenamiento de energía y resiliencia de la red. Además de los subsidios directos, los gobiernos han desarrollado otros incentivos financieros para la industria automotriz de vehículos eléctricos. China y California han implementado regulaciones que requieren que los fabricantes de automóviles produzcan un nivel específico de vehículos de bajas y cero emisiones para aprovechar los incentivos fiscales existentes. Ambos regímenes estipulan que los fabricantes mantengan un cierto nivel de “créditos” generados por la venta de dichos vehículos, lo que proporciona incentivos para la sobreproducción y genera la venta de créditos excedentes a los fabricantes de automóviles que no cumplen con los objetivos (New Climate Institute & Climate Analytics, 2020).

**Las compras públicas están jugando un rol importante en la descarbonización de la movilidad urbana.** Diferentes ciudades han implementado innovaciones en los procesos licitatorios de transporte público, a fin de incrementar la competencia y reducir el riesgo que pueden tener las nuevas tecnologías de propulsión. Por ejemplo, en Santiago de Chile se desarrolló una nueva estrategia para la organización de los sistemas, basada en la separación de las obligaciones relacionadas con el servicio de transporte. Por una parte, se estableció la figura de los suministradores, quienes son los responsables de la adquisición y provisión de los autobuses. Por otra parte, se mantuvo la figura de los operadores, cuyas obligaciones fueron reducidas a la prestación del servicio de transporte de pasajeros. Ambos tipos de actores se vinculan a través de contratos entre ellos y con el Estado. Estos contratos establecen los términos de uso de los autobuses, la distribución de responsabilidades de mantenimiento y las garantías de la flota, entre otros aspectos. Con estos criterios, se permitió el ingreso de empresas del sector eléctrico como propietarios de la flota. Asimismo, en los pliegos se establecieron incentivos para la compra de autobuses más amigables con el medioambiente, como la prolongación del contrato de 10 a 14 años para los autobuses eléctricos de Santiago y la ponderación de la eficiencia energética del autobús en el puntaje técnico para las ofertas de la licitación (Navas et al., 2020).





**La inversión pública en la descarbonización de la movilidad urbana se ha focalizado principalmente en la infraestructura de recarga, además de incluir la inversión directa en la cadena productiva de los vehículos y la inversión en I+D.** La disponibilidad de una amplia red de infraestructura pública de recarga contribuye a acelerar la adopción de la movilidad eléctrica. En este sentido, los países han desplegado programas significativos de inversión en infraestructura de recarga. Por ejemplo, en el marco de la Fase 2 del “Programa de Adopción y Fabricación más Rápida de Vehículos Eléctricos”, el Ministerio de Industrias Pesadas de la India instaló 2.877 estaciones de carga en 68 ciudades, en adición a las 427 estaciones de carga instaladas durante la Fase 1 (Ministry of Heavy Industries, 2021, 2022). Es importante destacar que las inversiones en redes de infraestructura de recarga deben contar con un proceso claro y transparente que favorezca su despliegue, además de implementarse bajo un enfoque conjunto entre las distintas partes interesadas, como las municipalidades, el sector privado y las empresas de servicios públicos. La inversión pública también incluye la cadena de producción de los vehículos eléctricos. *Indonesia Battery Corporation* es un fabricante estatal de Indonesia constituido en 2021 con una inversión de USD 17.000 millones, cuyo objetivo de producción es de hasta 140 GWh de baterías para 2030, de los cuales 50 GWh se destinarán a la exportación (IEA, 2022b). Por otro lado, los países también han avanzado en la inversión en I+D en el subsector. Por ejemplo, la “Ley Bipartidista de Infraestructura” de Estados Unidos considera USD 60 millones para I+D en materia de reducción de costos de logística y procesamiento de baterías (DOE, 2022). En la UE existen varias iniciativas de I+D relacionadas con la movilidad urbana, como 2ZERO, CCAM, Clean Hydrogen, *Europe’s Rail*, DUT, *Urban Innovative Actions*, *EIT Knowledge and Innovation Community on Urban Mobility*, *living.eu* y *Smart Cities Marketplace* que, juntas, permiten acelerar la innovación para ciudades sostenibles y habitables (European Commission, 2021b). En particular, la misión de la UE de “Ciudades Climáticamente Neutras e Inteligentes” (2021-2027) es un enfoque prometedor para coordinar estas iniciativas, al incluir oportunidades de financiación para I+D, combinado con nuevas formas de gobernanza y colaboración, a la vez de involucrar a los ciudadanos (European Commission, 2022).

**Los operadores públicos de transporte están realizando inversiones significativas para avanzar en la descarbonización de su flota.** Un caso





---

**La transformación digital es una aliada en la reducción de emisiones del sector.**

significativo es el de la ciudad de Madrid, cuyo operador público, EMT Madrid, ha renovado el 62% de su flota en los últimos cuatro años, eliminando su último autobús diésel en diciembre de 2022, y convirtiendo de esta manera a Madrid en la primera ciudad europea de gran tamaño en contar con una flota 100% limpia de acuerdo a la Directiva Europea de Vehículos Limpios.

**Los incentivos comportamentales cumplen un rol importante en la descarbonización de la movilidad urbana, incluyendo medidas de eficiencia energética y estímulos para la adopción de vehículos eléctricos.** Dentro de la promoción de medidas de eficiencia energética, se destaca la capacitación en eco- conducción, debido al potencial de ahorro de combustible<sup>18</sup>. Noruega dispone de un conjunto completo de políticas nacionales que abordan los incentivos de comportamiento para los vehículos de emisiones cero, incluyendo estacionamiento gratis y apertura de carriles de autobuses para propietarios de vehículos eléctricos (además del incentivo financiero de exención del impuesto de circulación) (Steinbacher et al., 2018). Por su parte, California permite el uso individual de los carriles para Vehículos de Alta Ocupación (HOV, por sus siglas en inglés) para aquellos vehículos que cumplan con determinadas normas de emisiones (vehículos eléctricos e híbridos enchufables) y otros criterios (DMV, 2023).

**Los sistemas inteligentes de transporte (ITS, por sus siglas en inglés) y las herramientas de movilidad inteligente son instrumentos asequibles, rápidos y efectivos para mitigar las emisiones del transporte urbano.** La inversión en ITS, incluyendo centros de gestión del transporte y sistemas de gestión de tráfico, contribuye a la reducción de las emisiones del sector, como lo han experimentado las ciudades de Sídney con su sistema SCATS de control de intersecciones y Shanghai con su sistema de servicios de transporte inteligente (UNESCAP, 2019). El uso de sensores y cámaras permite medir de manera más precisa con información actualizada las externalidades ambientales negativas de los vehículos y diseñar instrumentos apropiados para su internalización, tales como los cobros por emisiones contaminantes. Asimismo, estos sistemas inteligentes permiten un monitoreo y control en tiempo real del

---

<sup>18</sup> Ver detalle de programas de eco-conducción en Sección 4.3.





tráfico, para lograr un mayor cumplimiento de regulaciones tales como las zonas de acceso restringido de vehículos. Por otro lado, los datos que recolectan estos sistemas pueden ser usados para incentivar viajes compartidos, para reducir el tiempo de las personas en la búsqueda de estacionamientos, gasolineras o electrolinerías, y para mitigar siniestros viales, congestión vehicular y regular la velocidad de los vehículos. En el campo de la logística, los sistemas de telemática y telemetría se pueden valer de GPS para optimizar viajes, en particular los de última milla, y reducción del ralenti.

#### • 4.2.2 MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CC

**Aunque el foco de la movilidad urbana ha estado concentrado en la reducción de emisiones en el marco del enfoque de evitar-cambiar-mejorar, los instrumentos de planificación han comenzado a incluir la adaptación al CC.** Por ejemplo, la autoridad de transporte de Londres, TfL cuenta con un Plan de Adaptación al CC que identifica las acciones clave y las áreas de mejora para que la red de transporte se adapte mejor y sea más resiliente al CC, a la vez de contribuir a un sistema de cero emisiones netas y mejorar la calidad del aire (TfL, 2023). Dentro de las acciones previstas se encuentran sistemas de previsión meteorológica y de alerta, respuestas de emergencia, bombas para evacuar el agua de inundaciones, realización de proyecciones climáticas, revisión de estándares y especificaciones para incorporar requisitos adecuados en licitaciones, incorporación de medidas de adaptación como infraestructura verde y recogida de aguas pluviales, y estrategias empresariales y de activos que incorporen la adaptación. Por su parte, el “Plan de Adaptación Climática del Transporte” de la región de Sacramento en Estados Unidos también establece medidas de adaptación específicas en movilidad sostenible, identificando acciones ante eventos climáticos extremos en las etapas de planificación, diseño y mantenimiento en el transporte público, transporte activo (viajes a pie y bicicleta), y la gestión del tráfico (SACOG, 2020). Además, para la implementación de acciones específicas, el plan identifica cuatro grandes estrategias que incluyen el mantenimiento y gestión de las infraestructuras, el refuerzo y protección de las infraestructuras existentes y nuevas, el incremento de la redundancia (identificación y creación de alternativas a rutas vulnerables), y la reubicación o





abandono de infraestructuras situadas en zonas muy vulnerables. Por otro lado, el ámbito local tiene un rol clave en la promoción de medidas de adaptación al CC, como se reconoce, por ejemplo, en el NAP de Nueva Zelanda y en las atribuciones de los municipios en Finlandia (CASCADE, 2019), dada las facultades de los municipios en materia de ordenamiento territorial y planificación y gestión del transporte. Los municipios también cumplen un rol importante en el desarrollo de infraestructura verde y SBN. Por ejemplo, para la adaptación al clima, todos los municipios de Dinamarca deben llevar a cabo una evaluación del riesgo de inundaciones y un plan de adaptación al clima, respaldado por una directriz nacional que hace hincapié en el papel fundamental de las infraestructuras azules y verdes, como los sistemas de drenaje sostenibles (Danish Business Authority, 2019 en Nordh & Olafsson, 2021).

**Existen avances en las regulaciones para la provisión de infraestructura a nivel urbano, a fin de que sea resiliente al CC.** Un aspecto relevante en este sentido es el establecimiento de normas diseño y estándares para reducir efectos de temperaturas y precipitaciones extremas. Así, por ejemplo, el uso de pavimentos fríos que absorben menos luz solar que los convencionales ayuda a reducir la temperatura de la superficie y del aire en las ciudades, mitigando el efecto de las islas de calor y contribuyendo a promover la movilidad activa. El uso de pavimentos fríos ha sido objeto de legislación en California, a través de la Ley de la Asamblea 296 “Ley de Investigación e Implementación de Pavimentos Fríos” (H. Li et al., 2016). Como parte de la gestión de inundaciones, Gales ha establecido normas para el desarrollo de sistemas de drenaje sostenibles abarcando el diseño, construcción, operación y mantenimiento de los sistemas en nuevos desarrollos en áreas urbanas y rurales (Welsh Government, 2018). Algunos países han avanzado en la regulación de SBN, incluyendo el establecimiento de objetivos de acceso a áreas verdes y regulaciones sobre soluciones específicas. Por ejemplo, la ciudad de Los Ángeles ha establecido un objetivo de que al menos el 75% de los residentes vivan a media milla (800 metros) de un parque o espacio abierto en 2035, llegando al 100% en 2050, mientras que Lisboa ha establecido el objetivo de que el 90% viva a menos de 300 metros de un espacio verde mayor a 2.000 m<sup>2</sup> a 2030 (C40 Knowledge Hub, 2021). Por su parte, la ciudad de Toronto aprobó en 2009 una ordenanza que exige y regula la construcción de techos verdes para nuevas construcciones o ampliaciones de más de 2.000 m<sup>2</sup> de superficie, con requerimientos que varían entre el 20-60% de la superficie disponible (City of Toronto, 2023).





**La adopción de SBN está cobrando impulso como medida de adaptación al CC.**

La utilización de medidas de precios, instrumentos no financieros y compras públicas es aún escasa. Hay un incipiente interés por explorar el uso de subsidios para el desarrollo de SBN, utilizando también financiación mixta (*blended finance*) (White House, 2022). En este sentido, en el marco de su estrategia para reducir el efecto isla de calor, la ciudad de Chicago ha proporcionado incentivos para la adopción de infraestructuras verdes, como por ejemplo jardines de lluvias y pavimentos permeables, a través de un “Proceso de Permiso Verde” acelerado y fondos para pequeños proyectos (EPA, 2023). En Alemania, en apoyo a las SBN para edificios verdes, se otorgan subvenciones económicas para fachadas y techos verdes (Mcquaid et al., 2022). Con relación a los incentivos no financieros, las capacitaciones cumplen un rol significativo en la adaptación al CC. El Estado de Victoria, Australia, en su “Plan de Acción de Adaptación al Cambio Climático en el Transporte”, que incluye al transporte público y transporte activo, establece el fortalecimiento de capacidades de su personal a través de capacitación en adaptación (mitigación y mala adaptación) (Victoria State Government, 2022). Respecto a los procesos de compras públicas, se ha comenzado a señalar la importancia del CC para el sector de movilidad urbana. Por ejemplo, el “Plan de Adaptación del Transporte al Cambio Climático” de Irlanda señala que los proveedores de servicios de transporte público deberán tener en cuenta la salud y el bienestar de los pasajeros en condiciones meteorológicas extremas (olas de calor o de frío) en los futuros procesos de gestión de la continuidad del negocio (DTTAS, 2019).

Por el contrario, es posible identificar un despliegue significativo de inversiones en adaptación de la movilidad urbana, focalizadas principalmente en infraestructura. En el caso de las medidas de la infraestructura física, se identifican las medidas tradicionales (conocida como infraestructura “gris”) y las SBN (conocida como infraestructura “verde”), siendo las primeras las más extendidas. Las medidas de adaptación correspondientes a la infraestructura tradicional incluyen el mantenimiento y gestión de los activos para protegerlos de los efectos del CC, así como también nuevos desarrollos tecnológicos, como por ejemplo sistemas de control de inundaciones para metros o sistemas de refrigeración para reducir la temperatura en la red de metros. Por ejemplo, luego de los impactos del Huracán Sandy en 2012, la Autoridad de Transporte Metropolitano de Nueva York





realizó importantes inversiones para instalar compuertas en diferentes estaciones de metro para la contención de inundaciones. TfL se encuentra probando un panel de refrigeración de última generación para reducir las temperaturas en la red de metros, incluyendo los túneles y andenes en las estaciones más profundas (TfL, 2022). EMT Madrid está instalando cubiertas fotovoltaicas de las dársenas de estacionamiento de sus autobuses en los centros de operaciones (cocheras), con una doble ventaja: generación de electricidad renovable y disminución de la insolación directa sobre las instalaciones y la flota, reduciendo además las necesidades de climatización de los autobuses. En forma adicional, las SBN pueden cumplir un rol fundamental para reducir la vulnerabilidad de los sistemas de movilidad urbana. Por ejemplo, en Liubliana, Eslovenia, se desarrollaron áreas verdes para promover el enfriamiento, mejorando la calidad de la movilidad activa (Oppla, 2023). Además de la infraestructura, las medidas de adaptación también abarcan los servicios y operación de la movilidad urbana. Las medidas se encuentran principalmente asociadas a sistemas de información en tiempo real y herramientas de planificación de viajes, para preparar al sector de movilidad urbana ante la ocurrencia de eventos climáticos extremos. En Tatabanya, Hungría, por ejemplo, desarrollaron un sistema local de alerta contra el calor y los rayos UV, para hacer frente a las olas de calor urbanas, que alerta a los ciudadanos en forma rápida y a través de diferentes mecanismos, lo que les permite prepararse para la ola de calor y planificar sus viajes (Climate Adapt., 2023).

En la Tabla 4.1 se resumen las acciones de mitigación y adaptación de la movilidad urbana de acuerdo con estos instrumentos. Estas acciones se analizan a continuación, utilizando el enfoque de evitar-cambiar-mejorar.





TABLA 4.1.

Políticas de movilidad urbana implementadas a nivel internacional

Niveles	Mitigación			Adaptación
	Evitar	Cambiar	Mejorar	
<b>Planes / estrategias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planes nacionales y locales de movilidad sostenible, coordinados entre sí y con NDCs y ODS</li> <li>Planes TOD</li> <li>Políticas de mercado laboral (trabajo remoto, escalonamiento de horarios de entrada y salida a oficinas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planes TOD</li> <li>Planes nacionales y locales de movilidad sostenible, coordinados entre sí y con NDCs y ODS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planes de movilidad eléctrica</li> <li>Estrategia de transición para promover el uso de tecnologías y combustibles más limpios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mapeo y evaluación de vulnerabilidad de infraestructura urbana</li> <li>Sistemas de alerta temprana y planes de emergencia</li> <li>Planes de nacionales y locales de movilidad sostenible coordinados con documentos CMNUCC</li> <li>Planificación de infraestructura de movilidad urbana considerando los distintos riesgos climáticos</li> <li>Redundancia del sistema de movilidad urbana al ofrecer rutas alternativas</li> <li>Evitar el desarrollo de nuevas infraestructuras urbanas en áreas de alto riesgo</li> <li>Marco de política para la implementación de SBN</li> </ul>
<b>Regulaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Movilidad compartida para circular en horarios con restricción</li> <li>Horarios y zonas de carga y descarga de mercancías</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Días sin automóviles</li> <li>Gestión de la oferta de estacionamiento</li> <li>Restricción a la circulación de vehículos</li> <li>Instrumentos de captura de valor del suelo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regulaciones sobre ascenso tecnológico en parque automotor</li> <li>Regulación sobre calidad de los combustibles</li> <li>Regulación sobre emisiones de vehículos</li> <li>Regulación e integración del paratransito</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollo de características de diseño adecuado y revisión de normas técnicas de construcción (sistemas de drenaje, etc.)</li> <li>Regulaciones sobre SBN</li> </ul>
<b>Compras públicas</b>	N/D	N/D	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contratación pública verde (transporte público, recolección de residuos, flotas públicas, bicicletas públicas compartidas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Normas de diseño en la contratación pública de la flota de transporte público (por ej. unidades que soporten altas temperaturas)</li> </ul>
<b>Instrumentos de precios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cobros por congestión, precios dinámicos de estacionamiento en zonas comerciales de carga</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tarificación vial (congestión, distancia, etc.)</li> <li>Impuestos a los combustibles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Subsidios a la movilidad eléctrica (subsidios a la oferta y a la demanda)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Subsidios o rebajas de impuestos a medidas de adaptación (por ej. implementación de techos verdes para reducir el efecto isla de calor)</li> </ul>



TABLA 4.1.

Políticas de movilidad urbana implementadas a nivel internacional

Niveles	Mitigación			Adaptación
	Evitar	Cambiar	Mejorar	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impuesto al automóvil</li> <li>• Tarificación de estacionamiento</li> <li>• Subsidios a oferta/demanda en transporte público</li> <li>• Bonos de transporte público para empleados</li> <li>• Incentivos para utilizar transporte activo en forma de puntos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incentivos fiscales en cadenas de producción de vehículos eléctricos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de seguros (ej. bonificaciones en seguros sujetas a mejoras en el mantenimiento de infraestructuras existentes)</li> </ul>
<b>Incentivos no financieros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Campañas de concientización sobre los beneficios de la movilidad sostenible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vehículos especiales para mujeres, niños, personas con movilidad reducida y minorías</li> <li>• Campañas de concientización sobre los beneficios de la movilidad sostenible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exención de restricciones de circulación y estacionamiento a vehículos eléctricos</li> <li>• Programas de eco-conducción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitación para las unidades de planeación en las entidades de movilidad urbana</li> </ul>
<b>Inversiones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infraestructura para reducir la demanda de viajes motorizados (carriles exclusivos para vehículos con alta ocupación)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infraestructura de transporte público (carriles exclusivos)</li> <li>• Infraestructura y servicios para el fomento del transporte activo</li> <li>• Sistemas de información operacionales para operadores y usuarios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inversión en cadenas de producción de vehículos eléctricos</li> <li>• Inversión en infraestructura de recarga para vehículos eléctricos</li> <li>• Inversión en autobuses eléctricos</li> <li>• Inversión en I+D de tecnologías de baja emisión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de SBN (sistemas de drenaje urbano sostenible, desarrollo de áreas verdes para dar respuesta a temperaturas extremas, dunas de arenas para prevenir inundaciones costeras por incremento del nivel del mar, etc.)</li> <li>• Adaptación de las operaciones y mantenimiento para responder a eventos climáticos extremos (e.g. implementación de soluciones de refrigeración para disminuir la temperatura en la red de metros, provisión de servicios ajustados según eventos extremos, incremento de mantenimiento de infraestructuras verdes, etc.)</li> <li>• Información en tiempo real y herramientas de planificación de viaje</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

Nota: \*Listado no taxativo de políticas. Algunas de las políticas de mitigación contribuyen al logro de más de uno de los pilares de “evitar-cambiar-mejorar”.

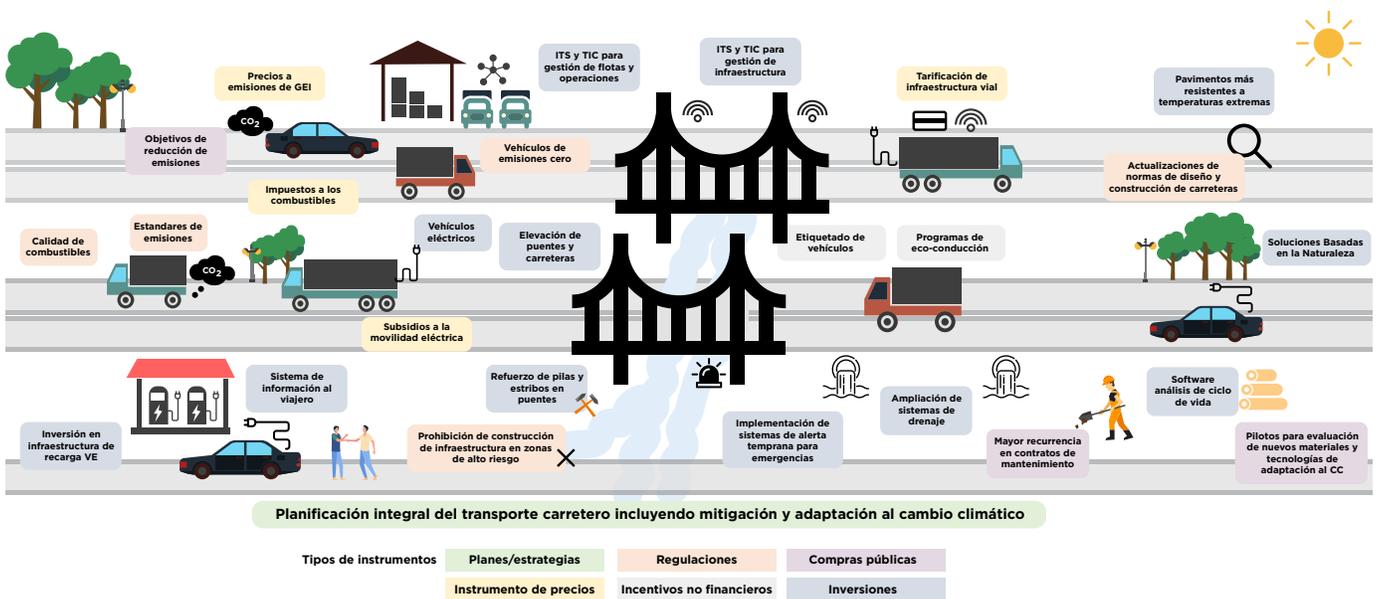
### 4.3.

## Medidas para la descarbonización y adaptación del transporte carretero

Avanzar en la descarbonización y adaptación al CC del transporte carretero requiere de un enfoque integral, incluyendo medidas en diferentes ámbitos de políticas para este subsector y de manera coordinadas con otros sectores de gobierno. La presente subsección identifica medidas exitosas implementadas por los países referentes en distintas áreas de acción. Ahora bien, estas medidas no deben considerarse en forma aislada, sino que, para alcanzar en forma exitosa los objetivos de descarbonización y adaptación, se requiere una combinación de medidas de política y un abordaje conjunto de las mismas (Figura 4.3).

FIGURA 4.3.

Descarbonización y adaptación del transporte carretero\*



Planificación integral del transporte carretero incluyendo mitigación y adaptación al cambio climático

Fuente: Elaboración propia.

Nota: \*Listado no taxativo de medidas.





### • 4.3.1 MEDIDAS DE MITIGACIÓN

**Mitigar las emisiones del transporte carretero es fundamental para avanzar en la descarbonización del sector transporte.** Durante las últimas tres décadas, las emisiones de CO<sub>2</sub> del transporte por carretera a nivel global se incrementaron en más del 80%, ascendiendo al 74% de las emisiones totales del sector (IEA, 2022g). En la región, el modo carretero es responsable de más del 90% de las emisiones del transporte (IEA, 2022g). En este sentido, las estrategias de reducción de emisiones dirigidas al modo carretero tienen gran potencial para disminuir el impacto del sector sobre el CC.

**Los planes nacionales y las estrategias de transporte de los países referentes reconocen la importancia del modo carretero para la descarbonización.** Algunos países han establecido objetivos concretos en términos de reducción de emisiones. Por ejemplo, en su plan 2030/2040/2050, la autoridad de carreteras del Reino Unido estableció como objetivo alcanzar cero emisiones a 2030 para las emisiones de la autoridad, a 2040 para las operaciones de mantenimiento y construcción y a 2050 para el tráfico que circula por las carreteras (National Highways, 2021). También se está avanzando en el establecimiento de estrategias a nivel subnacional. Por ejemplo, en el marco de la “Ley Bipartidista de Infraestructura”, Estados Unidos creó el “Programa de Reducción del Carbono” para financiar proyectos de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes del transporte carretero. El Programa requiere que cada Estado elabore una estrategia de reducción del carbono para este modo a más tardar dos años después de su entrada en vigor, además de actualizar dicha estrategia al menos cada cuatro años (FHWA, 2023). Adicionalmente, una medida para avanzar en la descarbonización es la mejora de la integración del transporte carretero con otros modos de transporte -como el transporte marítimo y ferroviario-, así como también la integración entre el transporte de carga de larga distancia y el transporte urbano de carga. Así, por ejemplo, el Plan de Descarbonización del Transporte del Reino Unido aborda específicamente la descarbonización multimodal y los factores clave (Department for Transport, 2021).

**Las normativas cumplen un rol fundamental en la descarbonización al proveer lineamientos para combustibles, vehículos e infraestructura.** Los países referentes disponen de una amplia gama de regulaciones que





incluyen la mejora de la calidad del combustible, estándares de emisión de los vehículos, y regulación sobre la tarificación de la infraestructura vial (Recuadro 4.8), que han permitido avanzar en la reducción de emisiones del sector. La Directiva 2009/30/CE de la UE sobre la calidad de los combustibles estableció una reducción de al menos 6% de la intensidad de GEI al 2020 y luego garantizar que se respete el objetivo, a la vez que regula la sostenibilidad de los biocombustibles (European Commission, 2023a). La intensidad de los GEI de los combustibles se calcula en función del ciclo de vida completo (extracción, transformación y distribución). Las regulaciones sobre estándares y objetivos de producción para el parque automovilístico están presentes en diferentes latitudes, incluyendo a la UE (Reglamento 2019/631), Nueva Zelanda (*“Clean Car Standard y Clean Car Discount”*, obligatorios a partir de la *“Clean Vehicles Act”* de 2022) y al estado de California (*“Advanced Clean Cars II”*), y también en la región (Recuadro 4.9). En la UE, la implementación de estándares de emisiones de CO<sub>2</sub> para vehículos livianos triplicó el porcentaje de vehículos eléctricos y generó una reducción del 12% en las emisiones promedio de CO<sub>2</sub> por km de vehículos nuevos registrados en 2020, en comparación con las emisiones promedio de los vehículos registrados en 2019 (European Commission, 2021a). California actualmente exige a los fabricantes de vehículos que un porcentaje de su producción corresponda a vehículos híbridos o de cero emisiones y prohibirá la venta de automóviles a gasolina a partir de 2035. En la misma línea, la UE aprobó en marzo de 2023 una nueva regulación que prohibirá la venta de vehículos de combustión interna nuevos, exceptuando a los motores que operen con combustibles sintéticos neutros en carbono, a partir de 2035.





RECUADRO 4.7.

**Combustibles alternativos**

El transporte depende significativamente de los carburantes convencionales de origen petrolífero. La energía procedente del petróleo y sus derivados representa el 95,5% de la energía utilizada en el transporte en todo el mundo en el 2018, mientras que el 4,5% restante proviene de biocombustibles y electricidad (SLOCAT, 2021a). En el transporte carretero, la solución energética con mayor potencial de reducción de emisiones de GEI son los vehículos eléctricos de batería completa -entre 60% y 70% en comparación con los coches convencionales a lo largo de su vida útil- y los vehículos de pila de hidrógeno (ZEV Transition Council, 2021). Sin embargo, la reducción a cero emisiones de GEI del transporte no puede lograrse con esta única medida energética, especialmente a corto y medio plazo. Para cada modo de transporte, las políticas públicas deben desplegar un conjunto de medidas favorables para el desarrollo de energías renovables y combustibles alternativos, a fin de alcanzar los ambiciosos objetivos de descarbonización en el sector.

Existen dos categorías principales de combustibles alternativos: (i) los biocombustibles, que son obtenidos a partir de biomasa mediante diversos métodos de producción; y (ii) los e-combustibles, también conocidos como electrocombustibles, power-to-X (PtX), power-to-liquid (PtL) o combustibles sintéticos, que son producidos mediante un proceso industrial que convierte la energía eléctrica en energía química. Los e-combustibles se dividen entre los que contienen carbono (e-queroseno o SAF, e-metanol) y los que no (hidrógeno, amoníaco). Los biocombustibles ya se utilizan ampliamente en el transporte carretero y son una vía prometedora para contribuir a la descarbonización de la aviación y del transporte marítimo. Sin embargo, su escalabilidad está limitada por la cantidad de biomasa que puede cultivarse de forma sostenible. Por tanto, los e-combustibles pueden complementar a los biocombustibles. Presentan menos limitaciones de escalabilidad a largo plazo, pero se encuentran en un nivel de madurez tecnológica inferior al de los biocombustibles (ITF, 2023c). Más generalmente, la viabilidad de los combustibles alternativos asociados a modo de transporte varía en





función de las propiedades químicas, los requisitos de manipulación y almacenamiento, y los costos de producción.

#### • Biocombustibles

Los biocombustibles representan más del 90% de la energía renovable utilizada en el transporte carretero y pueden reducir hasta la mitad de las emisiones de GEI en comparación con los combustibles fósiles (SLOCAT, 2021a). Sin embargo, la producción de biocarburantes depende de la disponibilidad de materias primas (aceites vegetales, cereales, residuos forestales o agrícolas, etc.) para otras aplicaciones, como la bioenergía para calefacción y electricidad, o la alimentación de las personas. Esta competencia de usos puede provocar problemas de seguridad alimentaria y de disponibilidad de los suelos y agua, sobre todo en los países con bajos ingresos. Los biocombustibles son también muy sensibles a los factores agroclimáticos (rendimiento de los cultivos, umbrales de emisión relacionados con el cambio de uso del suelo, etc.) y existen dudas sobre la sostenibilidad de algunas materias primas. El impacto global de los biocombustibles en las emisiones de GEI del transporte es escaso porque suelen mezclarse con la gasolina y el gasóleo, lo que también impacta en la calidad del aire. Los biocombustibles celulósicos tienen mayor potencial, pero son insuficientes ante las necesidades de producción. En la aviación, el biojet o SAF es un combustible sostenible certificado, aunque actualmente representa menos del 1% de los combustibles utilizados en el sector (IRENA, 2021).

#### • E-combustibles

Los e-combustibles drop-in son combustibles alternativos compatibles con la tecnología y los sistemas de infraestructura existentes. Los combustibles no drop-in pueden utilizarse en las tecnologías existentes con algunas adaptaciones, ya sea en el propio motor, en el sistema de suministro de combustible o en ambos. Más opciones energéticas son viables o potencialmente viables para la descarbonización del sector marítimo, como se verá en la Sección 4.4. Los e-combustibles son también una vía hacia la descarbonización del transporte por carretera, aunque su





producción se encuentra aún menos extendida y es más costosa que la de biocombustibles. De particular interés para este subsector es el desarrollo de vehículos pesados con batería eléctrica, con celdas eléctricas y las carreteras electrificadas. Asimismo, hay ya varios pilotos de vehículos pesados a hidrógeno. El consenso en los países avanzados es apoyar regulatoria, técnica y financieramente diferentes soluciones de cero emisiones o cero emisiones netas, evitando en este momento de prueba apostar por una única solución.

RECUADRO 4.8.

**Regulación sobre tarificación de la infraestructura vial:  
Directiva Eurovignette**

La tarificación de la infraestructura vial en la UE es regulada por la Directiva Eurovignette, inicialmente adoptada en 1999 y revisada en 2022 (Directiva 2022/362/EU). El primer objetivo de la Directiva es evitar la discriminación basada en la nacionalidad en la forma en que se aplican las tarifas a los camiones que cruzan las fronteras de la Unión. La principal enmienda realizada en 2022 requiere que los cargos se diferencien según las emisiones de CO<sub>2</sub>. Esto se aplicará a partir de 2024 para los cargos electrónicos por kilómetro, que es el tipo de cargo utilizado en un número creciente de países de la UE. Asimismo, para concesiones futuras, se diferenciará el costo de los peajes de las autopistas concesionadas en función de las emisiones de CO<sub>2</sub> de los distintos tipos de camiones. En términos generales, estas medidas fomentan los principios de “quien usa, paga” y “quien contamina, paga”, lo que contribuye a la internalización de los costos externos del transporte carretero, como los generados por el uso de la infraestructura o sus impactos sociales y ambientales (European Commission, 2023b). Al mismo tiempo, promueven un uso más eficiente



de la infraestructura afectada por la congestión y constituye una fuente de ingresos para el desarrollo de la infraestructura y de modos de transporte más eficientes y limpios.

TABLA 4.7.1.

**Características principales de la Directiva Eurovignette sobre tarificación de la infraestructura vial**

Características	Vehículos pesados <sup>1</sup>	Vehículos ligeros <sup>2</sup>
<b>Tipo de tasa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuando los Estados Miembros utilicen peajes en la Red Transeuropea de Transporte (TEN-T), a partir de 2030 estos tienen que basarse en la distancia recorrida</li> <li>• Autoadhesivos para circulación en autopistas (llamadas viñetas) permitidas en otras partes de la red</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se permiten tanto peajes como viñetas</li> </ul>
<b>Diferenciación medioambiental de la tasa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diferenciación obligatoria de las emisiones de CO2 (empezando por los camiones más pesados)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diferenciación medioambiental opcional según las emisiones de CO2 y/o la norma de emisiones Euro</li> </ul>
<b>Tarificación de costos externos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costo externo obligatorio por contaminación atmosférica</li> <li>• Tarificación voluntaria de los costos externos por ruido y/o emisiones de CO2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tarificación voluntaria de los costos externos de la contaminación atmosférica, el ruido y/o las emisiones de CO2</li> </ul>
<b>Tasas de congestión</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tasa voluntaria que sólo puede aplicarse en tramos de carretera que estén regularmente congestionados y en los momentos en que lo estén</li> </ul>	
<b>Márgenes (Mark-up)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cargos adicionales a los cargos de infraestructura (hasta el 50%) que pueden aplicarse en cualquier zona regularmente congestionada o sensible</li> </ul>	
<b>Uso de los ingresos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los ingresos de los cargos adicionales y cargos por congestión se destinan a reducir la congestión, reducir el daño ambiental o desarrollar el transporte sostenible</li> </ul>	

Fuente: Schrotten et al., (2022a).

Notas: <sup>1</sup>HDV, por sus siglas en inglés; <sup>2</sup>LDV, por sus siglas en inglés.





RECUADRO 4.9.

### Instrumentación de etiqueta de eficiencia energética y Centro de Control y Certificación Vehicular (3CV) de Chile

Las etiquetas de eficiencia vehicular constituyen un instrumento fundamental para mejorar la eficiencia vehicular de los parques de vehículos livianos nuevos. Mediante su “Estrategia Nacional de Energía 2012 a 2030”, Chile inició su proceso de instrumentación de una etiqueta de eficiencia energética para vehículos. En el año 2012, la etiqueta fue lanzada de forma voluntaria alcanzando muy poca participación por lo que, en el año 2013, el gobierno la estableció de forma obligatoria cubriendo toda la industria (Martínez Salgado & Castellanos, 2019). Asimismo, por medio de la Ley 20.780 en el año 2014 se estableció un impuesto verde a las fuentes móviles, el cual se vinculó a la etiqueta, basado en el rendimiento del vehículo, los niveles de emisión de NOx y el precio del vehículo (Ministerio de Hacienda, 2014). En el proceso de instrumentación de la etiqueta de eficiencia energética ha sido clave el rol del 3CV, en adición a la participación de todos los actores relevantes.

En Chile, para poder circular por las vías públicas, todos los vehículos motorizados deben acreditar que cumplen con las normas técnicas que establece el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. El 3CV, dependiente del mismo Ministerio, es el organismo público encargado de realizar esta acreditación, que se compone de procedimientos que varían según el tipo de vehículo (liviano, mediano, motos y pesado). Adicionalmente, el 3CV tiene un rol evaluador en la incorporación de nuevas tecnologías aplicadas a vehículos.

El proceso de acreditación de vehículos livianos, medianos, pesados y motos, denominado homologación, consiste en un análisis técnico que constata que cada modelo de vehículo que ingresa al país cumpla con el nivel de emisiones de gases de escape y por evaporación de hidrocarburos, además del cumplimiento de los requisitos de seguridad, dimensionales y funcionales de los vehículos, incluyendo sistemas y componentes. Una vez homologado el modelo, el solicitante queda autorizado para otorgar Certificados de Homologación Individual (CHI) por cada vehículo que comercialice.





Para informar a los compradores sobre el rendimiento y el nivel de emisiones de cada vehículo, los fabricantes, armadores, comercializadores, distribuidores o importadores de los vehículos deben confeccionar una etiqueta de formato estándar, con los valores oficiales proporcionados por el 3CV a través de pruebas de laboratorio realizadas en condiciones de conducción diseñadas de manera local. La etiqueta de consumo energético es importante porque contiene información oficial y confiable acerca del rendimiento de combustible, permitiendo a los usuarios buscar y comparar los diversos vehículos bajo los parámetros de consumo y emisiones.

Luego de entrar en circulación el vehículo, para validar regularmente el buen estado de un vehículo motorizado y proteger el medio ambiente, Chile cuenta con plantas de revisión técnica distribuidas a lo largo del país, que revisan anualmente el estado de los vehículos como parte del proceso para emitir permisos de circulación. La revisión comprende los sistemas básicos de los vehículos como dirección, frenos, sistema de suspensión y transmisión entre otros. Adicionalmente, también es requisito la revisión del cumplimiento de los niveles de emisión de contaminantes, de forma de resguardar el cumplimiento de normas de emisión.

Toda esta regulación ha permitido a Chile ser referente internacional en la homologación y revisión técnica de vehículos, aspectos fundamentales para poder planificar, medir y proyectar los impactos del sector transporte en las emisiones locales y globales.





**El sistema de licitaciones públicas permite reducir las emisiones de CO2 del modo carretero a través de incentivos económicos y la exigencia de estándares técnicos.** Las autoridades de transporte han establecido diferentes objetivos para sus contrataciones públicas en términos de reducción de emisiones, que incluyen esquemas de bonificaciones y penalidades para el cumplimiento de las metas previstas. La Administración de Carreteras Públicas de Noruega, como parte de su proyecto llamado “KraKK”, sobre requisitos de CC en la contratación pública, incluye criterios de reducción de carbono en la contratación de obras de construcción, servicios y operaciones y mantenimiento (Reeves et al., 2020). El objetivo es reducir la huella de carbono en un 50% en operación y mantenimiento y un 40% en inversiones a 2030, respecto a 1990. Para ello, los contratistas reciben bonificaciones por utilizar materiales que emitan menos CO2 y por utilizar maquinaria y vehículos que no funcionen con combustibles fósiles. Por su parte, la Administración Sueca de Transportes (Trafikverket) utiliza desde el 2016 la herramienta de cálculo de emisiones Klimatkalkyl para establecer los requisitos de contratación pública en los proyectos de infraestructura (Reeves et al., 2020). Aunque los objetivos varían en función del proyecto, en promedio se prevé una reducción de las emisiones de 15% para los contratos que finalizan entre 2020 y 2029 y del 30% para los que finalicen a partir de 2030.

**Los instrumentos de precios para las emisiones del transporte carretero son ampliamente utilizados, aunque con diferencias significativas en su alcance.** En general, es posible identificar tres tipos de impuestos y cargos dependiendo de la base que consideran para su aplicación: impuestos a la energía (incluyendo los impuestos al CO2), impuestos a los vehículos y cargos a la infraestructura (CE Delft et al., 2019). En la UE, todos los países miembros aplican impuestos sobre el combustible, aunque los niveles impositivos varían considerablemente de un país a otro, con un menor gravamen en general para furgonetas y vehículos pesados por menores impuestos al diésel en relación con la gasolina (Schroten et al., 2022a). En algunos países se aplican impuestos específicos sobre el carbono o CO2 para el transporte carretero, como parte de los impuestos especiales sobre el combustible. Por otra parte, en diciembre de 2022, el Parlamento Europeo y el Consejo de la UE acordaron establecer un nuevo régimen de comercio de derechos de emisión (ETS II, por sus siglas en inglés) que incluye al transporte





Los camiones con tecnologías de cero y bajas emisiones logran reducir las emisiones de carbono hasta en un 63% en comparación con las tecnologías diésel durante toda la vida útil del vehículo (O'connell et al., 2023).



**La combinación de instrumentos de precios incrementa la efectividad de las medidas.**

por carretera. El lanzamiento del nuevo régimen se prevé para 2027 y regulará a los proveedores de combustibles en lugar de a los consumidores finales, imponiendo un tope absoluto a las emisiones, que disminuirán en función de un factor de reducción lineal (ICAP, 2023). Los derechos de emisión se distribuirán exclusivamente mediante subasta.

**Los cargos por el uso de la infraestructura contribuyen a mitigar las emisiones del subsector, al reducir la demanda e incrementar la eficiencia.** Los cargos basados en la distancia se encuentran ampliamente extendidos. Hungría constituye un ejemplo de la implementación de este esquema, donde la tarifa del peaje basada en la distancia depende del tipo de carretera utilizada, de la categoría del vehículo del motor, así como de su clasificación medioambiental (HU-GO, 2023). Por su parte, Nueva Zelanda aplica este esquema a todos los vehículos pesados y a todos los vehículos ligeros diésel, y en todas las vías públicas. Los cargos varían en función de tres factores que incluyen la distancia, el peso del vehículo y la disposición de los ejes, lo que permite estimar tasas proporcionales al desgaste probable que un vehículo genera en promedio en las carreteras. En adición, los vehículos eléctricos ligeros se encuentran exentos de las tarifas hasta el 2024 (Ministry of Transport., 2021). Ahora bien, resultados recientes para los Países Bajos mostraron que la efectividad de estos cargos depende de la sensibilidad al precio. Mientras que para automóviles de pasajeros pueden conllevar una reducción del 20% en las emisiones de CO<sub>2</sub>, estos cargos tendrían un impacto relativamente menor en el caso de los vehículos pesados y vehículos comerciales ligeros, resultando en una reducción del 5% y 8% de las emisiones respectivamente, debido a que este segmento es menos sensible a una variación del precio (Schroten et al., 2022a). Ahora bien, generarían importantes incentivos para la optimización logística, incrementando la consolidación y reduciendo los viajes en vacío.

**La combinación de instrumentos de precios incrementa la efectividad de estas medidas.** Los impuestos sobre el combustible (incluyendo impuestos sobre el CO<sub>2</sub>) y el régimen de comercio de derechos de emisión son efectivos para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> del transporte por carretera, ya que incentivan todas las posibles opciones de descarbonización (reducción del número de vehículos en propiedad, vehículos más eficientes en el consumo de combustible, cambio a vectores energéticos bajos en carbono, conducción eficiente, mayor eficiencia del transporte, cambio modal a modos bajos en carbono, limitación de la demanda





global de transporte) (Schroten et al., 2022a). En efecto, las políticas de tarificación del carbono (impuestos al carbono y sistemas de comercio de derechos de emisión) se consideran los mejores instrumentos por su eficacia, costo-efectividad y fomento de las inversiones en tecnologías limpias. En este aspecto, los detalles del diseño de las políticas son importantes, debiendo ser integrales, permitir la recaudación de ingresos y utilizarse de una forma socialmente productiva (Krupnick & Parry, 2012).

**La política de descarbonización del transporte carretero de carga se apalanca en la reposición y renovación de la flota de vehículos pesados por tecnologías de cero y bajas emisiones.** De acuerdo con O'connell et al. (2023) los camiones con tecnologías de cero y bajas emisiones logran reducir las emisiones de carbono hasta en un 63% en comparación con las tecnologías diésel durante toda la vida útil del vehículo. Frente a esto, diferentes gobiernos se han trazado metas para la renovación del parque automotor de carga, a la vez que han implementado esquemas de incentivos para el ascenso tecnológico en flota de cero y bajas emisiones en forma de subsidios a la compra de vehículos nuevos, reducciones de aranceles de importación, reducciones de impuestos, inversiones en infraestructura de carga, promoción de investigación y desarrollo, restricciones a la movilidad de vehículos contaminantes y requisitos de circulación. Ejemplos de iniciativas para subsidiar la compra de vehículos se encuentran en Canadá, donde en julio de 2022 se lanzó el programa de incentivos para vehículos medianos y pesados de bajas emisiones (iMHZEV) con un presupuesto de 547,5 millones de dólares canadienses para subsidiar la compra o el alquiler de vehículos medianos o pesados de carga (Government of Canada, 2023). En Francia, el programa de Bono Ecológico ofrece subsidios de hasta EUR 4.000 para vans de carga con capacidad inferior a las 2,4 toneladas y con valor inferior a los EUR 60.000 (Ministère de l'Économie, 2023). Respecto a las inversiones en infraestructura, en el año 2021 en Estados Unidos se firmó la “Ley Bipartidista de Infraestructura” mencionada más arriba, que dispuso USD 7.500 millones para inversión en infraestructura de carga (FHWA, 2023).

**Los incentivos no financieros contribuyen a la descarbonización del subsector a través de la sensibilización de los usuarios sobre la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>.** El etiquetado vehicular es una exigencia orientada al productor o vendedor de vehículos con el objetivo de que los consumidores puedan visualizar la eficiencia energética de los mismos, a la vez de incentivar a los productores a reducir el consumo de combustible





de los nuevos vehículos. El etiquetado adquiere mayor relevancia debido al aumento de los impuestos sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> y el incremento asociado del costo del combustible. En este sentido, la Directiva sobre el etiquetado de los automóviles de la UE (Directiva 1999/94/CE) establece que se coloque una etiqueta sobre consumo de combustible y emisiones de CO<sub>2</sub> en los vehículos nuevos a la venta, contribuyendo a la toma de decisiones informadas de los usuarios.

**Otra medida efectiva dentro de los instrumentos no financieros son los programas de eco-conducción.** A través de una serie de recomendaciones sobre la forma de conducir vehículos, estos programas consiguen reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y otros gases, a la vez de generar menores costos de combustible y mantenimiento, y otros beneficios como la profesionalización de los conductores y mayor seguridad vial (Pineda & Xie, 2021). Las reducciones en consumo derivadas de esta práctica pueden llegar a valores de hasta 30%, lo cual también es relevante para vehículos eléctricos ya que puede aumentar su autonomía (BMK, 2021). Dentro de las mejores prácticas de los programas de eco-conducción se encuentra la consideración de aspectos locales; un plan de estudios sólido; asociaciones con partes interesadas privadas y públicas; la implementación de una fase piloto antes de escalar el programa; la flexibilidad en los métodos de ejecución; mecanismos de seguimiento, evaluación y retroalimentación; y planes de mantenimiento (Pineda & Xie, 2021). Canadá y Estados Unidos son considerados líderes en eco-conducción por el programa “*SmartWay*”, que proporciona herramientas a los transportadores de carga para mejorar la eficiencia de las cadenas de suministro y reducir el consumo de combustible y generación de emisiones. Las herramientas incluyen “*SmartDriver*”, una plataforma de aprendizaje de eco-conducción desarrollada y mantenida por el Departamento de Recursos Naturales de Canadá en consulta con representantes de la industria carretera (NRCan, 2023).

**Los programas de fortalecimiento empresarial contribuyen a superar barreras en la descarbonización del transporte carretero.** Estos programas pueden ser de carácter general, como los dirigidos a todo el sector de PyME -tamaño de empresa con gran presencia en el subsector-, o específicos, que suelen implementarse en coordinación con otras agencias de gobierno, como las de industria y ciencia y tecnología. Las empresas de transporte carretero pueden beneficiarse del impulso que los gobiernos están dando a la transformación digital de las PyME,





**Entre 2021 y 2022 la red de recarga eléctrica creció en 55%.**

donde uno de los objetivos es mejorar la eficiencia energética mediante esta transformación. Dentro de las medidas adoptadas por países como Estados Unidos, Francia y Reino Unido se encuentran: (i) la creación de centros tecnológicos que reúnen a empresas líderes, ecosistema emprendedor y PyME, para desarrollar y transferir tecnologías; (ii) la implementación de programas para generar capacidades en torno a la transformación tecnológica, en conjunto con las asociaciones sectoriales y gremiales; (iii) la generación de redes de socialización donde empresas líderes y PyME puedan compartir experiencias con sus pares (Calatayud & Katz, 2019).

**Las inversiones públicas en mitigación en el sector carretero han estado asociadas principalmente a la infraestructura de recarga, liderada por la movilidad eléctrica.** Los cargadores de acceso público en todo el mundo totalizaron 2,2 millones a finales de 2022 -de los cuales un tercio eran cargadores rápidos-, registrando ese año un crecimiento del 55% en el total de cargadores respecto al stock de 2021 (IEA, 2022a). En cambio, la infraestructura de recarga de hidrógeno se encuentra comparativamente menos desarrollada que en el caso de la movilidad eléctrica, con cerca de 700 estaciones de repostaje de hidrógeno desplegadas a nivel mundial (IEA, 2022c). El despliegue de una red de infraestructura pública de cargadores eléctricos y estaciones de repostaje resulta fundamental para asegurar la disponibilidad de servicios en los recorridos de larga distancia, que acompañe el crecimiento de la flota vehicular. En este sentido, la Comisión Europea alcanzó en 2023 un acuerdo entre el Parlamento Europeo y el Consejo para aumentar el número de estaciones de recarga eléctrica y de repostaje de hidrógeno accesibles al público en los principales corredores y nodos de transporte de la UE. Los objetivos planteados incluyen el establecimiento de: (i) infraestructura de recarga eléctrica rápida para automóviles y vans cada 60km en la Red Transeuropea de Transporte (RTE-T) a partir de 2025 (de al menos 150 kW); (ii) estaciones de recarga dedicadas a vehículos pesados con una potencia mínima de 350 kW instalados cada 60km a lo largo de la RTE-T básica y cada 100km en la RTE-T global a partir de 2025, con una cobertura completa de la red que deberá alcanzarse en 2030; y (iii) infraestructura de repostaje de hidrógeno -tanto para automóviles como para camiones- desplegada a partir de 2030 en todos los nodos urbanos y cada 200km a lo largo de la red básica RTE-T (European Commission, 2023c). Por su parte, en la actualización de su Plan de Inversiones 2022-





2023, California prevé inversiones de USD 2.900 millones de dólares provenientes del presupuesto estatal que se destinarán en los próximos cuatro años a centros de recarga y repostaje de camiones y autobuses limpios (California Energy Commission, 2023).

**El hidrógeno también se reconoce como parte de la solución para sustituir los combustibles fósiles en el modo carretero (IPCC, 2018).** Se espera que el mercado de camiones de hidrógeno continúe creciendo a nivel mundial impulsado por normativas como la “*Advanced Clean Truck*” de California y el “Memorando de Entendimiento Mundial sobre Vehículos Pesados y Medianos con Cero Emisiones”, al fomentar que los fabricantes de camiones ofrezcan más opciones de cero emisiones (IEA, 2022c). El desarrollo de ambos tipos de tecnología -eléctrica e hidrógeno- podría traducirse en beneficios económicos. Un análisis para la UE muestra que un sistema basado 100% en vehículos eléctricos podría costar entre EUR 3 y 5 billones más a 2050 en comparación a un sistema combinado, al reducir el riesgo de agotamiento de los recursos y aliviar cuellos de botella que podrían surgir si se considera solamente una opción tecnológica (Clean Hydrogen Partnership, 2022). Ahora bien, esto implicaría el desarrollo de diferentes infraestructuras de abastecimiento y recarga para diferentes fuentes de energía, por lo que se requieren mayores análisis sobre el beneficio neto de estas opciones (ITF, 2022a).

**Además de la descarbonización de los vehículos, la descarbonización del modo carretero requiere incluir la construcción, mantenimiento y operación de la infraestructura vial.** Las medidas necesarias para lograr este objetivo incluyen cambios en los materiales y procesos constructivos para disminuir la energía requerida, reciclaje de materiales, optimización de rutas para minimizar la energía involucrada en el transporte de materiales y desechos, realización de mantenimiento preventivo a los pavimentos y la generación de energía renovable para suplir la demanda energética asociada a la iluminación y señalización. En este sentido, la Administración Federal de Carreteras de Estados Unidos cuenta con una guía detallada para mejorar la sostenibilidad de pavimentos, la cual resume las mejores prácticas para minimizar el consumo energético y las emisiones asociadas a las diferentes etapas en la vida útil de las carreteras (FHWA, 2015). Un ejemplo sobre los cambios en materiales es el uso de mezclas asfálticas tibias, las cuales han sido ampliamente utilizadas en Estados Unidos, México y Sudáfrica para reducir el consumo energético y las emisiones asociadas a la construcción de infraestructura





vial. Los procesos de producción y aplicación de este tipo de mezclas asfálticas se realizan a temperaturas de hasta 40°C menos que en el caso de pavimentos convencionales, reduciendo el consumo energético del proceso de producción, facilitando los procesos constructivos y aumentando la durabilidad (PIARC, 2019a).

**Para alinear las estrategias del modo carretero con los objetivos climáticos, es necesario considerar el enfoque basado en el ciclo del carbono a lo largo de toda la vida de la infraestructura, evaluando su impacto desde la fase de diseño.** Así, por ejemplo, en el caso de la construcción del pavimento asfáltico es necesario considerar el carbono generado por km de carretera en las distintas etapas: producción y transporte del material y construcción, operación, mantenimiento y desmantelamiento de la infraestructura carretera (Recuadro 4.10). El uso de herramientas informáticas, como el análisis de ciclo de vida (LCA, por sus siglas en inglés), permite evaluar el rendimiento del ciclo de vida de las carreteras y es implementado por autoridades nacionales de carreteras en la toma de decisiones. En Noruega, el LCA se lleva a cabo dentro de EFFEKT, su software de costo-beneficio, al principio de la fase de planificación. Suecia cuenta con *Klimatkalkyl*, que permite estimar las emisiones de GEI y el uso de energía asociados con un proyecto durante su construcción, operación y mantenimiento, mientras que los Países Bajos desarrollaron la herramienta llamada *DuboCalc* para calcular el impacto ambiental de un diseño de construcción a lo largo de su vida útil (Reeves et al., 2020). También existen soluciones comerciales, como el caso de ORIS, una plataforma digital que utiliza IA para evaluar el consumo energético de los proyectos de infraestructura, a fin de reducir la huella de carbono de los mismos.





RECUADRO 4.10.

### Evaluación de nuevas tecnologías mediante LCA

La metodología LCA se enfoca en estimar los impactos ambientales de un producto mediante la contabilización de los intercambios ambientales (emisiones, consumo de reactivos y energía) a lo largo de todo su ciclo de vida. Dimensionar la huella de carbono asociada a las carreteras tiene gran importancia dentro de las estrategias de mitigación del CC ya que, por ejemplo, la construcción de carreteras contribuye con más del 5% de las emisiones de GEI en Europa. En Países Bajos, aproximadamente el 90% de la huella de carbono de las carreteras asfaltadas se concentra en la producción de materias primas, el transporte de los materiales a las plantas de asfalto y la producción de la mezcla asfáltica (Bizarro et al., 2021). En Estados Unidos, las emisiones de la cuna a la puerta (cradle-to-gate) asociadas con la producción de mezcla en 2019 representaron aproximadamente el 0,3% de las emisiones totales de GEI en ese país (Shacat et al., 2022).

El uso de LCA en carreteras facilita la evaluación y adopción de nuevas tecnologías como las mezclas asfálticas con Neumáticos Fuera de Uso (NFU) o el reciclaje de pavimentos que han alcanzado su vida útil, permitiendo estimar las posibles reducciones en impactos ambientales en comparación con las tecnologías convencionales. Por ejemplo, al comparar el ciclo de vida (extracción, elaboración de mezcla, construcción, rehabilitación y vida útil de la obra) de una misma cantidad de material de mezcla asfáltica modificada con polvo de caucho frente a una mezcla asfáltica modificada con polímeros (SBS), se evidencia una disminución del 26,79% de emisiones de GEI y del 27,3% de consumo de energía. Adicionalmente, se puede presentar una mayor disminución de emisiones y consumos si se tiene en cuenta que, para una misma prestación de servicio, se requieren menores espesores en las mezclas asfálticas con polvo de caucho, lo que genera una disminución en la explotación de materias vírgenes, menor transporte y una mayor vida útil. También se puede generar una notable reducción adicional de las emisiones durante la construcción debido a la disminución de las temperaturas de compactación y mezcla, con una carga ambiental entre un 5% y un





**El uso de LCA facilita la adopción de nuevas tecnologías.**

10% menor que la de la tecnología tradicional. El ahorro significativo de emisiones de GEI se logra en el proceso de mantenimiento de acuerdo con la evaluación del ciclo de vida (Wang et al., 2018).

Por otra parte, si se realiza el LCA para un reciclado profundo con reutilización de material frente a un material virgen, se genera una disminución de emisiones del 39,5% y una reducción de 38,4% en el consumo de energías no renovables. Los beneficios de esta tecnología también se encuentran en los efectos evitados, correspondientes al transporte del residuo que no se utilizaría y a la explotación de la cantera para la adquisición del material virgen. Newcomb et al. (2016) proporcionó una visión general de los beneficios económicos y ambientales del uso del pavimento reciclado, indicando que pueden evitarse emisiones de GEI de hasta un 16% en los materiales de la mezcla asfáltica y en el proceso constructivo. En Estados Unidos, las prácticas actuales relacionadas con el uso de materiales reciclados y el tipo de combustible consumido en las plantas de asfalto (algunas usan gas) permitieron evitar, durante 2019, emisiones de 2,9 Mt, equivalentes a las emisiones que generarían 630.000 vehículos. Si se aumentara en un punto porcentual el uso de pavimento reciclado en todo Estados Unidos (por ejemplo, si se pasara del 21,1% al 22,1%), esto supondría 0,14 MtCO<sub>2</sub>eq de emisiones evitadas, equivalentes a las emisiones generadas por aproximadamente 30.000 vehículos de pasajeros al año (Shacat et al., 2022).

Adicional a los efectos ambientales descritos anteriormente, la tecnología de asfalto modificado con NFU mejora el desempeño estructural y durabilidad de los pavimentos, a la vez que facilita la evacuación del agua sobre la calzada. Por otro lado, esta tecnología es más económica que otros modificadores y permite el reemplazo de polímeros vírgenes en la modificación de asfaltos. La tecnología de mezclas asfálticas modificadas con NFU se ha empezado a implementar en Estados Unidos y España, y en países de ALC como Chile, México, Brasil, Colombia, Uruguay, Argentina y Paraguay, país en el cual recientemente se aprobó la Ley 6953 de 2022 sobre la utilización de materiales reciclables en obras de la Red Vial.





En el caso del reciclaje de pavimentos que han alcanzado su vida útil, las capas recicladas que se encuentren diseñadas adecuadamente y se sometan a un estricto control de calidad pueden llegar a contar con igual o mejor comportamiento que las capas ejecutadas sólo con materias vírgenes. Esto ocurre especialmente cuando hay aumento de espesores de capa y/o adición de una capa estructural adicional. Actualmente, el uso de pavimento reciclado en mezclas asfálticas en caliente es el método más utilizado en los Estados Unidos, en donde durante 2021 se reciclaron 94,6 millones de toneladas de pavimento y se reutilizó el 95% de la mezcla asfáltica recuperada de antiguos pavimentos (National Asphalt Pavement Association, 2022).

**Los ITS y las TIC presentan un potencial significativo para mitigar las emisiones de los servicios de transporte.** El uso de ITS y TIC ha sido muy exitoso en las últimas décadas en la provisión de soluciones para el modo carretero en aspectos tales como la mejora de la seguridad vial y la eficiencia de la gestión del tráfico, presentando asimismo un potencial significativo para contribuir a la reducción de emisiones y al cumplimiento de los objetivos climáticos de mitigación (IRF, 2021). En los países referentes, estas tecnologías están permitiendo extender la vida de la vía y maximizar el uso de su capacidad. De especial interés son los sistemas de gestión de infraestructura: plataformas que reciben y procesan datos de una multiplicidad de fuentes, incluyendo sensores y cámaras localizadas en vehículos y vías, dispositivos móviles, radares y estaciones meteorológicas, entre otras, produciendo información para mejorar el flujo vehicular y la seguridad vial, conforme a las condiciones cambiantes de la vía (Calatayud et al., 2022). Reino Unido ha implementado este sistema en la autopista M42, una de sus principales vías, para gestionar el flujo de tráfico y el uso de los carriles mediante señales de mensajes variables. Gracias a las mejoras en las velocidades de desplazamiento y a un menor consumo de combustible por una mayor consistencia de la velocidad de los vehículos, el sistema ha permitido reducir las emisiones en 10% (WEF, 2014). Del mismo modo, datos para Estados Unidos muestran que las aplicaciones de



**Fomentar la inter y multimodalidad es parte de la estrategia para reducir emisiones.**

conexión V2I (*vehicle-to-infrastructure*) pueden reducir la congestión en hasta 27% y las emisiones de CO<sub>2</sub> en 11% (DOT, 2015).

Si bien las estrategias de reducción de emisiones se encuentran focalizadas principalmente en el cambio tecnológico, existe un creciente interés por fomentar el cambio modal. El transporte ferroviario ofrece una alternativa en este sentido, siendo que la intensidad de las emisiones del transporte ferroviario de mercancías es casi diez veces menor a la de los camiones (por TKM) (ITF, 2022b). Así, el Ministerio de Economía de Alemania ha estimado que un cambio parcial del transporte carretero de pasajeros y de carga al sistema ferroviario podría reducir las emisiones en 18 MtCO<sub>2</sub> (Donat, 2020). Para incentivar esta transición, el gobierno alemán ha puesto en marcha un plan maestro para el transporte ferroviario de mercancías, cuyos ejes principales son garantizar una infraestructura de alta capacidad, hacer un uso extensivo del potencial de innovación y mejorar el marco de la política de transporte (BMDV, 2017). En el caso de la UE, se estima que el cambio del transporte carretero al ferroviario para distancias superiores a 700 km -aumentando la partición modal del ferrocarril para el transporte de mercancías hasta el 36%- podría ahorrar 40 MtCO<sub>2</sub> al año (ERA, 2023). Por esta razón, el cambio al ferrocarril es uno de los principales pilares de la estrategia de la UE para alcanzar los objetivos del “Pacto Verde Europeo en Transporte”, identificando la necesidad de conectar las principales zonas urbanas de Europa; conectar los 30 principales aeropuertos a la red ferroviaria; desarrollar una red europea de trenes nocturnos; eliminar los cuellos de botella ferroviarios; fomentar una política ferroviaria industrial; y financiar proyectos ferroviarios (ERA, 2020).

**La coordinación con otros sectores de gobierno debe ir de la mano con el diseño e implementación de medidas para el subsector.** La descarbonización del transporte carretero requiere de acciones tales como la utilización de energía que sea cero emisiones o cero emisiones netas en su origen y distribución; el abastecimiento oportuno de dicha energía; políticas en materia de ciencia y tecnología, comercio e industria que permitan que las soluciones que estén disponibles a nivel local; la formación del mercado laboral en el uso y mantenimiento de nuevos vehículos, entre otros. Dado que estas medidas suelen ser prerrogativas de otras entidades de gobierno, países de referencia en el transporte terrestre como Estados Unidos y Alemania han establecido mecanismos de coordinación que incluyen desde la conformación de mesas de trabajo con





representantes de diferentes agencias de gobierno, hasta la realización conjunta de pilotos para testear la implementación de una tecnología, como puede ser el hidrógeno.

#### ● 4.3.2 MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CC

**El desarrollo de estrategias de adaptación del modo carretero al CC es necesario para garantizar el crecimiento económico, la conectividad interurbana y el acceso a oportunidades.** Los eventos hidrometeorológicos extremos históricamente han ocasionado importantes daños a la infraestructura carretera y disrupciones operacionales sobre las vías, resultando no solo en significativos costos de reparación de la infraestructura y pérdidas económicas por demoras, sino también en aislamiento de comunidades rurales e interrupciones en las cadenas de suministro. En este contexto, cobran importancia las políticas de adaptación de la infraestructura vial y servicios de transporte carretero frente al CC.

**La definición de políticas y metas de adaptación al CC específicas para el transporte carretero generalmente proviene de las agencias encargadas de la administración de infraestructura vial.** A pesar de que la mayoría de los países cuentan con estrategias nacionales de adaptación al CC, no es común encontrar metas puntuales relacionadas con el transporte carretero en estos documentos. No obstante, es posible encontrar objetivos de adaptación como parte de los planes y políticas desarrollados por las agencias públicas que se encargan de la gestión de carreteras. Por ejemplo, la Agencia Nacional de Carreteras del Reino Unido considera la adaptación al CC como una prioridad y establece el objetivo de crear una red de carreteras resiliente al CC en su plan estratégico 2020-2025 (National Highways, 2020). La agencia produce reportes de avance en este tema cada cinco años, en los cuales se resume el progreso en adaptación mediante estrategias que incluyen el desarrollo de estándares y guías, procesos de monitoreo, recolección de datos y proyectos piloto y de investigación en adaptación, al mismo tiempo que define los planes de adaptación para los siguientes cinco años (National Highways, 2022). De forma similar, la Administración Federal de Carreteras de Estados Unidos cuenta con una política de resiliencia al CC y eventos climáticos extremos (FHWA, 2014b). Según esta política, la agencia debe identificar





los riesgos para los sistemas de transporte actuales y futuros, con el fin de incorporarlos en los procesos de planificación, operaciones, políticas y programas, de tal manera que se promueva la resiliencia de los sistemas de transporte.

**El punto de partida para lograr la adaptación del modo carretero al CC consiste en poder dimensionar la exposición y vulnerabilidad de la infraestructura y servicios de transporte existentes y planificados frente a las amenazas que impone el CC.** Se han desarrollado diversas metodologías internacionales para llevar a cabo la estimación de riesgos en proyectos de infraestructura carretera, las cuales generalmente incluyen una identificación de las amenazas y proyecciones climáticas a emplear, seguida de un análisis de exposición y vulnerabilidad de los sistemas de transporte a las amenazas actuales y futuras. La Asociación Mundial de la Carretera desarrolló en 2015 una metodología internacional para la adaptación de la infraestructura carretera al CC, la cual fue actualizada en 2019 (PIARC, 2019b) y ha sido usada de manera sistemática por agencias viales en Australia y México para identificar y aplicar buenas prácticas internacionales (PIARC, 2019a). De forma similar, el proyecto ROADAPT liderado por la Conferencia de Directores Europeos de Carreteras (CEDR, por sus siglas en inglés) generó una serie de guías en 2015 que incluyen metodologías para utilizar proyecciones climáticas y desarrollar análisis de vulnerabilidad detallados (Deltares et al., 2015). La Administración Federal de Carreteras de Estados Unidos también cuenta con una metodología para el desarrollo de análisis de vulnerabilidad e identificación de medidas de adaptación (FHWA, 2017), la cual es utilizada en diferentes estados del país para la definición de medidas de adaptación en proyectos viales.

**Para cuantificar el riesgo y priorizar las intervenciones de adaptación en el modo carretero, es fundamental conocer la criticidad de la infraestructura y servicios de transporte.** Teniendo en cuenta que usualmente las agencias viales disponen de recursos limitados para implementar medidas de adaptación, la identificación de riesgos del CC debe incluir un análisis que permita identificar cuáles tramos de la red vial son críticos para garantizar el acceso a servicios y la provisión de bienes. De esta manera, será posible priorizar las intervenciones en los tramos viales más vulnerables y que, a la vez, sean los más críticos. En línea con esta necesidad, la Administración Federal de Carreteras de Estados Unidos cuenta con una metodología de evaluación de criticidad como



**Comprender las condiciones locales es fundamental para identificar medidas de adaptación efectivas.**

parte de la estrategia de adaptación al CC (FHWA, 2014a). Otro ejemplo relevante es la metodología *Blue Spot* -desarrollada por la agencia vial estatal de Dinamarca (DRD, 2010) y aplicada también en República Dominicana (Olaya González et al., 2022), que permite (i) modelar la vulnerabilidad y criticidad para escenarios climáticos de la infraestructura a nivel de provincia; (ii) estimar daños y pérdidas anuales esperados; (iii) proponer y priorizar medidas de mitigación en los diseños de las obras (viales, puentes, puertos y aeropuertos); (iv) orientar la inversión pública hacia intervenciones más costo-efectivas que fortalezcan la resiliencia climática de la red vial nacional y que ésta sea un criterio de planificación del gobierno.

**La identificación de medidas de adaptación apropiadas para minimizar los riesgos previamente identificados requiere un análisis detallado de las condiciones locales por parte de expertos.** Las metodologías estandarizadas de evaluación de riesgos descritas anteriormente comprenden un análisis preliminar, que usualmente se basa en modelos climáticos generales para identificar segmentos de la red que requieren mayor atención. Si bien esta identificación inicial de riesgos es muy valiosa para dimensionar la problemática y justificar la necesidad de invertir en medidas de adaptación, definir la medida de adaptación más apropiada en cada caso puntual y hacer recomendaciones a nivel de proyecto requiere el uso de información climática y de contexto más detallada, así como la intervención de expertos (BID, 2019). Por ejemplo, República Dominicana realizó un estudio para incluir el CC en la priorización de inversiones sobre la red vial (Deltares, 2020; Olaya González et al., 2022), dentro del cual fue necesario analizar datos de las estaciones meteorológicas disponibles para identificar los modelos climáticos que mejor representan las dinámicas de precipitación histórica en las diferentes regiones del país. Las proyecciones de estos modelos fueron empleadas para actualizar las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) y los periodos de retorno de la amenaza de inundación fluvial. El estudio emplea las amenazas actualizadas para estimar los valores de daños y pérdidas anuales esperados y hacer recomendaciones sobre las posibles medidas de adaptación a implementar.

**Al incorporar las estrategias de adaptación dentro de los procesos de planificación de las agencias de infraestructura carretera, resulta importante la coordinación con las estrategias de mitigación.** Dada la participación del modo carretero en las emisiones del sector y la





importancia del este modo en términos económicos y sociales, es muy importante alinear los esfuerzos de reducción de emisiones con los esfuerzos orientados a aumentar la resiliencia de la infraestructura carretera y servicios de transporte frente al CC. Una intersección relevante entre adaptación y mitigación del CC para el modo carretero está relacionada con el objetivo de minimizar el consumo energético y las emisiones asociadas a la construcción, operación, mantenimiento y desmantelamiento de la infraestructura vial. Dado que las medidas de adaptación pueden involucrar la ejecución de proyectos de construcción, es importante que durante las etapas de planificación de estos proyectos no solo se tengan en cuenta los objetivos de adaptación, sino que también se busque minimizar el consumo energético y emisiones asociadas (ver sección 4.3.1).

**En términos regulatorios, es necesario actualizar los estándares de diseño, construcción y mantenimiento para tener en cuenta los potenciales efectos del CC.** Algunos avances en el tema incluyen el caso de la Agencia Nacional de Carreteras del Reino Unido, que actualizó el manual de diseño de carreteras y puentes para incluir estándares de riesgo climático y resiliencia. Adicionalmente, publicó el estándar LA114 que define la metodología a aplicar en la evaluación ambiental de proyectos carreteros, incluyendo el requerimiento de identificar cómo el proyecto se puede adaptar para protegerlo de escenarios climáticos futuros (National Highways, 2022). De forma similar, Canadá actualizó el código de diseño de puentes, realizando cambios en los factores de temperatura, precipitación, hielo y nieve de acuerdo con los efectos previstos del CC (PIARC, 2022) . En Corea se actualizaron los estándares de diseño de nuevos puentes para considerar eventos extremos de mayor intensidad, pasando de diseñar para el evento con periodo de retorno de 100 años al evento con periodo de retorno de 200 años (Filosa & Oster, 2015). En Dinamarca, se actualizaron los estándares de drenaje de carreteras para considerar efectos del CC (Filosa & Oster, 2015). En Noruega, la administración de carreteras públicas actualizó los manuales de diseño y construcción de carreteras y puentes para tener en cuenta cambios en inundaciones, deslizamientos, precipitaciones extremas, entre otros (Climate-Adapt, 2023). Adicionalmente, los análisis de riesgo y vulnerabilidad son un componente obligatorio en la etapa de planificación de la infraestructura según el código de planificación y construcción (Petkovic et al., 2019). En Estados Unidos, la Administración Federal de





**Las medidas de adaptación deben incluirse desde la fase de estructuración de los proyectos.**

Carreteras actualizó el manual de infraestructura vial costera sujeta a eventos extremos, teniendo en cuenta que los aumentos previstos en el nivel del mar incrementarán la vulnerabilidad de un gran número de puentes costeros. Los cambios incluyen un nuevo método de estimación de carga por olas sobre los puentes, así como la inclusión de estrategias de adaptación (PIARC, 2022).

**Los cambios regulatorios también deben incluir consideraciones sobre la atención a emergencias.** Las normativas tradicionales para la financiación, contratación y ejecución de obras públicas en ocasiones pueden convertirse en un impedimento para garantizar la atención oportuna frente a desastres derivados del CC, al contar con protocolos muy estrictos que no permitan movilizar los recursos necesarios para reconstruir la infraestructura luego de un desastre natural. Es necesario flexibilizar estas regulaciones o contar con contratos destinados a la atención de emergencias, para minimizar los impactos de los eventos extremos e incrementar la resiliencia del sistema. Un ejemplo de esto se evidenció tras la ocurrencia del Huracán Sandy en Estados Unidos en 2012, cuando fue necesario flexibilizar la regulación para lograr coordinar la financiación y esfuerzos a nivel federal, estatal y local para reconstruir la infraestructura (OECD, 2014).

**La adaptación al CC se debe incluir en la contratación de proyectos del modo carretero para que los planes y estrategias de adaptación se conviertan en realidad.** La inclusión de la adaptación en las compras públicas abarca varios ámbitos. En primer lugar, los nuevos proyectos de infraestructura carretera representan una oportunidad para exigir un análisis de riesgos, el cumplimiento de estándares de diseño y construcción actualizados y la implementación de medidas de adaptación requeridas. Por ejemplo, la Autoridad de Transporte de Nueva Zelanda incorporó las proyecciones de incremento en el nivel del mar recomendadas por el Ministerio de Medio Ambiente dentro del proyecto de mejora de la carretera SH16, la cual fue elevada para prevenir inundaciones fluviales (PIARC, 2015). En segundo lugar, los contratos de mantenimiento deben ser actualizados para incrementar la periodicidad de las actividades de mantenimiento y ofrecer disponibilidad de atención oportuna frente a emergencias. Por ejemplo, en Noruega, los contratos de mantenimiento y operación de la infraestructura carretera fueron actualizados para incluir mayor frecuencia en las inspecciones de estructuras de drenaje, requerir mantenimiento preventivo cuando se



pronostican condiciones climáticas extremas y reportar la ocurrencia de condiciones climáticas extremas (Petkovic et al., 2019). En Finlandia, los criterios de selección en procesos de licitación de contratos de operación y mantenimiento de carreteras fueron actualizados para tener en cuenta factores de desempeño de los participantes que incluyen su habilidad y tiempo de reacción ante condiciones climáticas extremas (UNECE, 2020). En tercer lugar, se pueden generar oportunidades que permitan evaluar nuevos materiales y tecnologías de adaptación al CC mediante la incorporación de pilotos como parte de contratos más amplios.

**El destino de fondos específicos para adaptación es un mecanismo esencial para incrementar la resiliencia de la infraestructura carretera.**

Es necesario invertir en recolección de datos que permitan dimensionar adecuadamente el riesgo, incluyendo: un inventario completo y actualizado de la red carretera y su estado; información de amenazas base y datos climáticos históricos; registro de afectaciones históricas a la red por fenómenos climáticos; y proyecciones climáticas futuras apropiadas para el contexto local. Una vez identificados los riesgos, será necesario invertir en medidas de adaptación específicas para aumentar la resiliencia de la infraestructura existente. También existen necesidades de contratación asociadas al monitoreo de la infraestructura y la atención a emergencias. En Canadá, se han aprobado proyectos por \$2,6 millones de dólares canadienses como parte de la iniciativa TARA para llevar a cabo estimación de riesgos de CC en activos de infraestructura de transporte federales (Transport Canada, 2021). En Noruega, se destinaron EUR 2,2 millones entre 2012 y 2017 al programa “*Climate and Transport*”, para investigar los impactos del CC en la red vial y recomendar acciones de adaptación en las etapas de planificación, diseño, construcción y mantenimiento (Petkovic et al., 2019). En Estados Unidos, las agencias de transporte estatales, regionales y locales pueden utilizar recursos de los programas “*Federal-Aid Highway Program*” y “*Federal Lands Highway Program*” para invertir en adaptación del transporte carretero al CC (FHWA, 2012). La Administración Federal de Carreteras de Estados Unidos ha financiado 24 estudios piloto para realizar evaluaciones de vulnerabilidad en proyectos de infraestructura carretera a lo largo del país (FHWA & Rijkswaterstaat, 2016).

**El sector privado cumple un rol importante en la gestión del riesgo y la implementación de medidas de adaptación.** Dada la creciente participación del sector privado en la financiación de proyectos de





**Los inversionistas privados están impulsando la adaptación al CC en los proyectos viales.**

infraestructura carretera a nivel mundial, los inversionistas privados se han convertido cada vez más en actores clave para mejorar la resiliencia del sector frente al CC. Los inversionistas buscan conocer y minimizar el riesgo asociado al CC dentro de sus carteras de inversión, lo cual genera un incentivo para exigir a las empresas constructoras la divulgación de información sobre posibles impactos negativos del CC sobre los proyectos de infraestructura. Es así como las grandes firmas constructoras a nivel mundial han empezado a avanzar en la gestión de riesgos del CC, con acciones como la adopción de las recomendaciones generadas por el grupo de trabajo en divulgación de información financiera relacionada con el clima (TCFD, por sus siglas en inglés). Estas recomendaciones buscan promover y estandarizar la divulgación de información sobre los riesgos financieros derivados del CC, con el fin de que los inversionistas, prestamistas y compañías aseguradoras puedan contar con información completa y transparente para la toma de decisiones. En la medida en que los inversionistas, prestamistas y aseguradoras cuenten con mejor información sobre los riesgos que el CC impone sobre la infraestructura y servicios de transporte, será más probable que se desarrollen e implementen medidas de adaptación con el fin de minimizar estos riesgos.

**Los tipos de inversiones necesarias para adaptar el transporte carretero al CC incluyen inversiones en infraestructura e inversiones en operaciones y servicios.** Del lado de la infraestructura, se busca minimizar los impactos derivados de cambios en tres variables principales: las temperaturas extremas, las precipitaciones extremas y los incrementos en el nivel del mar. Las medidas de adaptación estructurales recomendadas en la literatura para reducir los impactos derivados de estas variables incluyen cambios en los materiales de los pavimientos para hacerlos más resistentes a temperaturas extremas; incremento en la capacidad de estructuras de drenaje; refuerzo de pilas y estribos de puentes; estabilización de taludes para evitar deslizamientos por saturación del suelo; construcción de barreras para prevenir la inundación costera y erosión de la infraestructura; elevación de la infraestructura para minimizar el riesgo de inundaciones; reubicación de infraestructura en zonas de menor riesgo y construcción de carreteras adicionales para incrementar la redundancia. Adicionalmente, existen SBN que permiten adaptar la infraestructura carretera al CC, con costos usualmente inferiores a las alternativas que involucran la realización de obras de infraestructura. Algunos ejemplos de SBN incluyen el uso de vegetación paralela a las





carreteras para generar sombra y reducir las temperaturas, o el uso de pavimentos permeables que permiten la infiltración de agua en el suelo y reducen la carga sobre los sistemas de drenaje. La Administración Federal de Carreteras de Estados Unidos cuenta con una guía para la implementación de SBN en carreteras costeras. Las recomendaciones de esta guía incluyen el uso de defensas naturales como dunas, manglares, playas, humedales y vegetación, las cuales son restaurados o reforzadas para ser empleadas en reemplazo de o en combinación con otras barreras estructurales para prevenir la inundación costera (FHWA, 2019). Del lado de las operaciones y servicios, las principales inversiones están asociadas con incrementar la frecuencia del mantenimiento preventivo, implementar sistemas de alerta temprana, mejorar los sistemas de información al viajero y ejecutar los planes de atención a emergencias.

En la Tabla 4.2 se incluyen las medidas más utilizadas por los referentes del sector a nivel mundial, sobre la base de lo cual comparar el estado de esta temática en ALC.

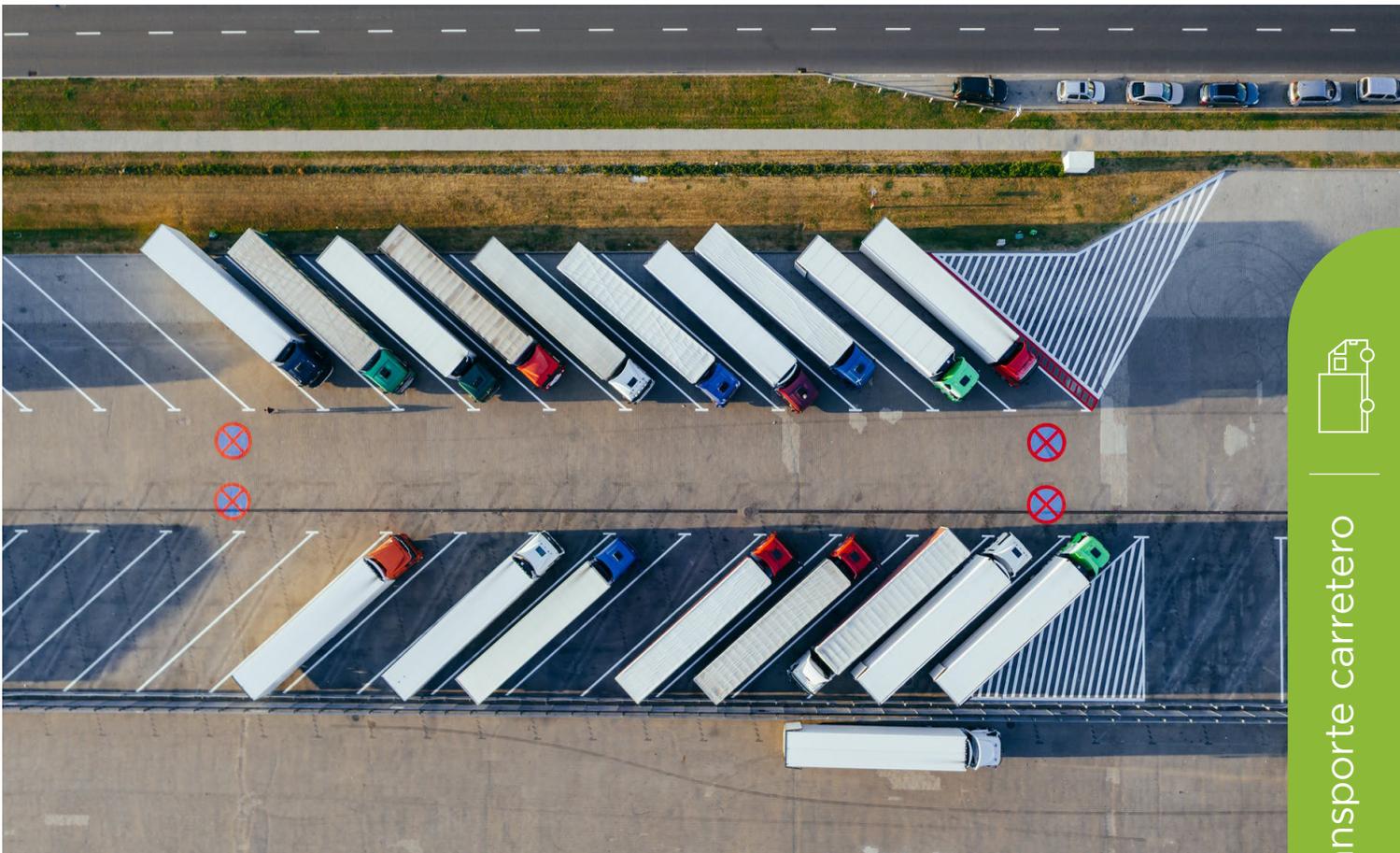




TABLA 4.2.

Políticas de transporte carretero implementadas a nivel internacional

Niveles	Mitigación	Adaptación
<b>Planes / estrategias</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Establecimiento de objetivos de reducción de emisiones en el subsector carretero a nivel nacional y local.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Planes de adaptación a nivel nacional que hagan referencia al subsector carretero</li><li>• Objetivos de adaptación en los planes y políticas desarrolladas por agencias de infraestructura vial</li><li>• Estimaciones de exposición, vulnerabilidad y criticidad para la infraestructura y servicios de transporte carretero</li><li>• Priorización de intervenciones en la malla vial existente y planificada en función de las estimaciones de riesgo</li><li>• Coordinación de medidas de adaptación con los objetivos de mitigación</li></ul>
<b>Regulaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Regulación sobre calidad de combustibles (promoción de combustibles bajos en carbono)</li><li>• Vehículos de emisiones cero</li><li>• Estándares de emisiones por tipo de vehículos</li><li>• Regulación sobre la tarificación de la infraestructura vial: diferenciación por emisión de CO<sub>2</sub>, consideración de externalidades asociadas a la contaminación, consideración de cargos por congestión, uso de los ingresos recaudados, etc.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Actualización de normas de diseño y construcción de carreteras</li><li>• Prohibición de la construcción de carreteras y puentes en zonas de alto riesgo</li><li>• Legislación relacionada con la atención a emergencias</li></ul>
<b>Compras públicas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Establecimiento de objetivos de reducción de emisiones</li><li>• Sistemas de bonificaciones y penalidades</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Análisis de vulnerabilidad y riesgos en los contratos de diseño</li><li>• Medidas de adaptación en los contratos de construcción</li><li>• Mayor recurrencia en los contratos de mantenimiento de la infraestructura</li><li>• Distribución de riesgos entre el sector público y privado ante condiciones climáticas extremas</li><li>• Contratos basados en desempeño que incluyan objetivos e indicadores de resiliencia</li><li>• Incorporación de pilotos para evaluación de nuevos materiales y tecnologías de adaptación al CC en los contratos</li></ul>



Niveles		Mitigación	Adaptación
<b>Instrumentos de precios</b>		<p><b>ENERGÍA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Precios a emisiones de GEI</li> <li>• Impuesto a los combustibles</li> <li>• Régimen de comercio de derechos de emisión para el transporte carretero</li> </ul> <p><b>VEHÍCULOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Impuesto a los vehículos (diferenciados por CO2)</li> <li>• Incentivos a la compra de vehículos eléctricos</li> </ul> <p><b>INFRAESTRUCTURA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tarifación de la infraestructura vial (tarifación inteligente, diferenciados por CO2)</li> <li>• Exención de tarifación vial a vehículos eléctricos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destinación de fondos específicos para la adaptación de carreteras al CC</li> <li>• Exigencia de adopción de recomendaciones sobre divulgación de riesgos financieros relacionados con el clima por parte del sector privado</li> </ul>
<b>Incentivos no financieros</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etiquetado de vehículos (incluyendo eficiencia de combustible y emisiones de CO2)</li> <li>• Eco-conducción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitaciones en adaptación al cambio y riesgos climáticos en la infraestructura del transporte carretero</li> </ul>
<b>Inversiones</b>	<b>Infraestructura</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de herramientas informáticas, como el análisis de ciclo de vida</li> <li>• Vehículos eléctricos e infraestructura de recarga</li> <li>• ITS y TIC para gestión de infraestructura, maximizando su capacidad y durabilidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pavimentos más resistentes a temperaturas extremas</li> <li>• Pavimentos permeables</li> <li>• Ampliación de sistemas de drenaje</li> <li>• Refuerzo de pilas y estribos en puentes</li> <li>• Estabilización de taludes</li> <li>• Construcción de barreras</li> <li>• Elevación de carreteras y puentes</li> <li>• Reubicación de la infraestructura</li> <li>• Desarrollo de SBN</li> </ul>
	<b>Operaciones y servicios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ITS y TIC para gestión de flotas y mejora de la eficiencia de operaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor frecuencia en el mantenimiento preventivo de carreteras, puentes, túneles y obras de drenaje</li> <li>• Implementación de sistemas de alerta temprana para emergencias</li> <li>• Desarrollo de planes de atención de emergencias</li> <li>• Mayor uso del sistema de información al viajero</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

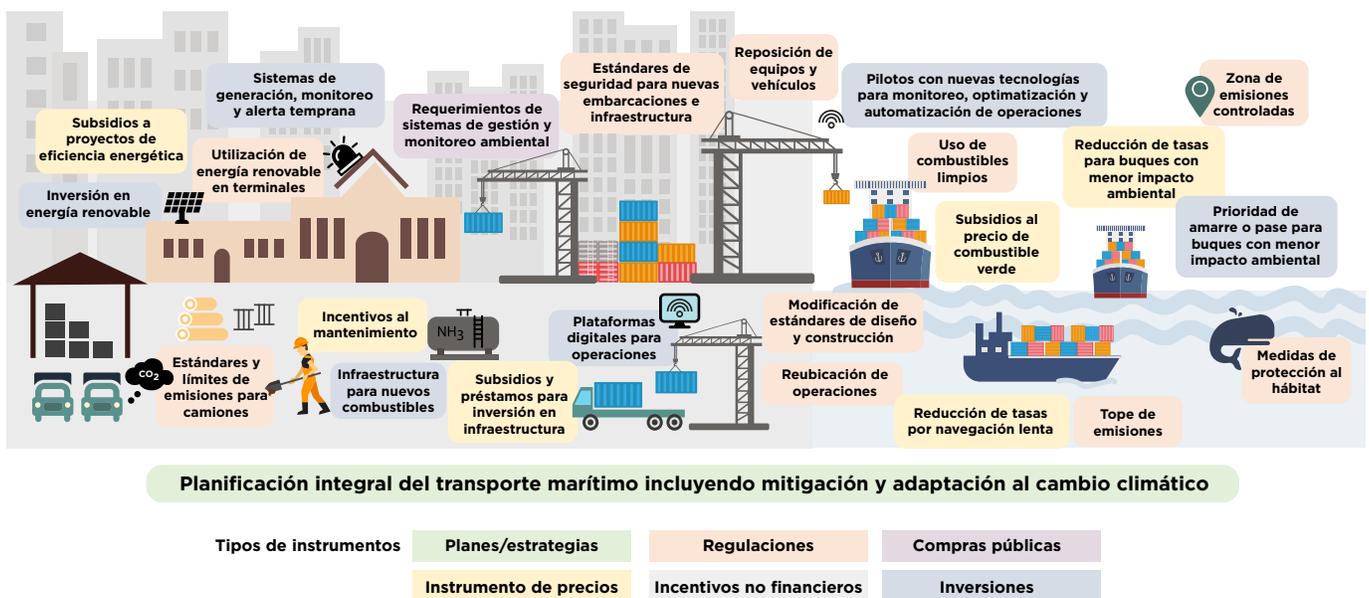
Nota: \*Listado no taxativo de políticas.

## 4.4. Medidas para la descarbonización y adaptación del transporte marítimo

Avanzar en la descarbonización y adaptación al CC del transporte marítimo requiere de un enfoque integral, incluyendo medidas en diferentes ámbitos de políticas para este subsector y de manera coordinadas con otros sectores de gobierno. La presente subsección identifica medidas exitosas implementadas por los países referentes en distintas áreas de acción. Ahora bien, estas medidas no deben considerarse en forma aislada, sino que, para alcanzar en forma exitosa los objetivos de descarbonización y adaptación, se requiere una combinación de medidas de política y un abordaje conjunto de las mismas (Figura 4.4).

FIGURA 4.4.

Descarbonización y adaptación del transporte marítimo\*



Fuente: Elaboración propia.

Nota: \*Listado no taxativo de medidas.



#### • 4.4.1 MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Si bien el transporte marítimo tiene una contribución marginal en las emisiones de la región, a nivel global representa cerca del 3% de las emisiones de GEI. Si fuera un país, este subsector sería el sexto emisor mundial. Por esta razón, la OMI publicó en 2018 la denominada “Estrategia Inicial” para avanzar en la descarbonización del subsector y evitar que se materialicen los escenarios de BAU, que estiman un incremento entre 90% y 130% de las emisiones hacia 2050, respecto a los niveles de 2008. Esta estrategia fue revisada en julio de 2023, estableciendo metas más ambiciosas para el subsector.

La revisión de la estrategia de la OMI fija como meta alcanzar la carbono-neutralidad en el transporte marítimo internacional para 2050, tomando como base el año 2008. Para ello, se recomienda incrementar la eficiencia energética en las operaciones marítimo-portuarias, aunque se reconoce que el mayor impacto provendrá de la transición hacia combustibles limpios o cero-netos. Traspasando el transporte marítimo las fronteras nacionales, la estrategia de la OMI apunta a identificar medidas de corto, mediano y largo plazo que sean implementadas vía la acción colectiva a nivel global (Figura 4.5). Una medida de cumplimiento obligatorio es la reducción en 30% de la intensidad en carbono de nuevos buques para 2025 y del 40% de todos los buques para 2030, de acuerdo con el Índice de Diseño de Eficiencia Energética (EEDI, por sus siglas en inglés). Ahora bien, en su mayoría, las recomendaciones son de carácter voluntario, incluyendo la elaboración de Planes de Acción a nivel nacional que consideren el fortalecimiento institucional y legislativo para incentivar la transición energética, el apoyo a la investigación sobre fuentes de energía para el subsector y la facilitación del desarrollo de infraestructura verde. Sin embargo, se prevé que surjan nuevas medidas de carácter obligatorio para la industria y los Estados a partir de las próximas rondas de negociación entre 2024 y 2026.



FIGURA 4.5.

**Medidas para reducir las emisiones en el transporte marítimo**

**Fuente:** Elaboración propia con base en ICCT (2020).

**En línea con las directrices de la OMI, países en diferentes latitudes han formulado o actualizado planes y estrategias, reconociendo la importancia de impulsar la descarbonización.** En casos como Alemania e India, se incluyó esta temática en la actualización de la política nacional marítimo-portuaria, señalando la importancia de migrar en el corto plazo hacia la electrificación de las operaciones, sobre la base de fuentes renovables de energía, como la solar y la eólica, y en el largo plazo hacia el hidrógeno y el amoníaco como combustibles para el subsector. Por su parte, países como Reino Unido y Singapur elaboraron estrategias específicas para la transformación energética, identificando requerimientos normativos, de infraestructura y financieros para el subsector. Independientemente del tipo de documento utilizado, los países referentes en transporte marítimo se caracterizan por tener una planificación de largo plazo, en la cual la descarbonización del transporte recibe importante atención.

**El primer paso dentro de dichos planes y estrategias es la recolección, sistematización y actualización de datos de emisiones a nivel portuario.** Esto es clave para establecer una línea base de emisiones de GEI e identificar objetivos de reducción a futuro. Por ejemplo, los puertos de Hamburgo y Rotterdam tienen como meta reducir el 50% de sus emisiones directas de CO<sub>2</sub> para 2025. El inventario de emisiones sirve para identificar áreas donde promover la eficiencia energética y monitorear avances, a fin de obtener beneficios tanto medioambientales como





financieros. En general, son las Autoridades Portuarias quienes impulsan e implementan esta acción, con diferentes alcances geográficos. Algunos puertos se mantienen dentro de sus límites administrativos (como es el caso del puerto de Rotterdam), mientras que otros expanden el área geográfica mar adentro y hacia el hinterland (como en los puertos de Los Ángeles y Long Beach).

**Alcanzar objetivos de reducción de GEI requiere de un conjunto de medidas de conservación y eficiencia energética.** Si bien el transporte marítimo es un modo mucho más eficiente que el carretero, férreo o aéreo, consumiendo 20% de la energía total empleada en transporte para mover el 90% de la carga mundial, existen grandes espacios de mejora para este subsector a fin de reducir su consumo de energía. En algunos países, los planes nacionales para el subsector establecen lineamientos generales para las medidas a adoptar, las cuales luego son desarrolladas con más detalle a nivel de puerto. Estos son los casos de Alemania e India, por ejemplo. En otros casos, son directamente las Autoridades Portuarias quienes determinan las medidas para terminales, transportistas y navieras. Por ejemplo, las Autoridades Portuarias de Hamburgo y Singapur han establecido que sus puertos deben ser carbono neutral en 2050. A la par, como parte de sus programas de responsabilidad social corporativa, las navieras, los operadores logísticos globales y las terminales también están desplegando acciones propias para mejorar la eficiencia energética, en muchos casos en consonancia con las medidas establecidas por las Autoridades Portuarias. Por ejemplo, Maersk tiene como objetivo alcanzar la neutralidad en carbono hacia 2040, mientras que Evergreen, CMA CGM y MOL establecen como meta el 2050.

**Existen ejemplos de buenas prácticas internacionales para los cinco instrumentos de políticas, a saber:** (i) regulaciones que limitan la emisión de contaminantes; (ii) procesos de adquisiciones que incluyen criterios medioambientales; (iii) mecanismos de precios; (iv) incentivos no económicos; y (v) inversiones del sector público. Las medidas regulatorias más utilizadas a nivel de terminal son la fijación de un tope de emisiones, la reposición de equipos y vehículos por aquellos que usen energía eléctrica, el uso de energía eléctrica por parte de los buques atracados y la utilización de un porcentaje de energía renovable en las operaciones. Por ejemplo, para 2030 el puerto de Singapur requerirá que todas las embarcaciones que operen en el puerto utilicen energía baja en carbono. Hacia 2050, deberán ser eléctricas o utilizar energías cero netas. Por su





**La incorporación de criterios ambientales en las licitaciones es incipiente.**

parte, la Comisión Europea estableció en su “Pacto Verde” de 2021 que para 2050 las ciudades-puerto de esta región deben reducir sus emisiones en un 90%. India tiene como meta que para 2030 el 60% de la energía utilizada por sus puertos provenga de fuentes renovables.

**Otras regulaciones aplican a usuarios de las terminales, tales como las empresas de transporte.** El establecimiento de estándares y límites de emisiones para camiones fue una medida implementada con éxito en puertos como Los Ángeles y Long Beach, logrando reducir las emisiones de este modo en 80%. Esta medida también ha sido adoptada en New York y New Jersey. En el caso de Vancouver, para obtener la licencia de operar en el puerto, un camión debe cumplir con los requisitos del programa de gestión medioambiental, que incluyen la instalación a bordo de equipos de reducción de emisiones como filtros y catalíticos.

**En el caso de las regulaciones para la industria marítima, el EEDI, el Plan de Manejo de Eficiencia Energética en Buques (SEEMP, por sus siglas en inglés) y las zonas de emisiones controladas son las que poseen mayor adhesión internacional.** Las dos primeras son requeridas a nivel internacional para un número cada vez mayor de buques, en el contexto del mandato de la OMI, a fin de reducir el consumo energético y, con ello, el nivel de emisiones. La tercera ha sido adoptada por diferentes países avanzados con el objetivo de mejorar la calidad del aire en el área portuaria, especialmente en contextos urbanos. Por ejemplo, Corea y los países bálticos establecieron que los buques que naveguen en estas zonas deben utilizar combustibles cuyo nivel de sulfuro sea menor a 0,1%. Una medida aún incipiente pero que será más común en el futuro es la limitación de contenido de carbono en el combustible utilizado por las embarcaciones. Por ejemplo, la iniciativa “FuelEU” de la UE, actualmente en debate, plantea una reducción escalonada, comenzando por 2% en 2025 hasta alcanzar 75% en 2050.

**Recientemente se han comenzado a incorporar requerimientos medioambientales en las licitaciones de obras y servicios portuarios.** Estos suelen referirse a la utilización de sistemas de gestión y monitoreo ambiental, objetivos de desempeño energético, el empleo de fuentes renovables de energía y especificaciones técnicas para limitar emisiones. En la expansión de Maasvlakte 2 en el puerto de Rotterdam, por ejemplo, se puntuó la facilitación del cambio modal como criterio en el llamado a propuestas. En el caso de España, se incluye la intensidad de carbono





como criterio para la evaluación en las concesiones de servicios de remolque.

**En la actualidad existen diferentes incentivos basados en precios para promover la eficiencia energética.** El más utilizado es cobrar una menor tasa portuaria a aquellos buques que tienen un menor impacto ambiental, estimado según las características del buque. A nivel internacional se cuentan con varios índices que realizan estas mediciones, tales como el *GHG Emissions Rating*, el *Environmental Ship Index (ESI)*, el *Green Award* y el *Clean Shipping Index*. Por ejemplo, el puerto de Hamburgo otorga descuentos de hasta EUR 3.000 en tarifas portuarias para buques con mejor puntaje en el ESI. En la región, el puerto de Buenos Aires provee descuentos de hasta del 10% en tarifas portuarias para los buques menos contaminantes. En casos como los de Los Ángeles y Long Beach, la navegación lenta también es recompensada con menores tasas. Otro instrumento ampliamente utilizado es el subsidio a proyectos de eficiencia energética en activos y operaciones portuarias, ya sea vía exención impositiva o contribución a fondo perdido. A través de su “Ley Bipartidista de Infraestructura” de 2021, Estados Unidos otorgó fondos por más USD 150 millones para la electrificación de equipos portuarios y USD 100 millones para proyectos que apunten al despliegue de infraestructura solar offshore.

**Una de las medidas con mayor potencial en este grupo es el carbon pricing.** Al establecer un precio por unidad de emisión de carbono o de GEI, se espera internalizar el efecto negativo del transporte marítimo en el medioambiente, al tiempo que incentivar la innovación y transición energética del subsector hacia fuentes sostenibles de energía. Por el momento, los mayores avances se han realizado en materia de carbon trading. Singapur y China ya tienen esquemas a través de los cuales las navieras pueden compensar sus emisiones, adquiriendo créditos vía inversiones en proyectos verdes. Por ejemplo, el *marketplace Climate Impact X* en Singapur permite financiar proyectos que van desde restauración de manglares hasta mejora de la resiliencia al CC en zonas costeras. Algunos países aplican impuestos al carbono para la navegación interna -e.g. Suecia-, sin embargo, el carácter global del transporte marítimo hace difícil la implementación de un esquema de carbon pricing a nivel nacional. Por esta razón, entre las medidas de mediano plazo para la reducción de GEI en la estrategia de la OMI se está contemplando el establecimiento de un esquema internacional. En este ámbito, en 2023





el sector marítimo pasará a integrar el régimen de ETS de la UE, por el cual los buques de carga y pasajeros mayores a 5.000 toneladas brutas deberán adquirir permisos de emisiones de CO<sub>2</sub>.

**Los incentivos no económicos son variados y apuntan a diferentes actores de la operatoria portuaria.** Algunas terminales o autoridades dan prioridad de amarre o de paso a buques con mejor calificación en los índices de emisiones, como sucede en el Canal de Panamá. Otras han facilitado la implementación de pilotos con nuevas tecnologías para el monitoreo de emisiones en tiempo real, la optimización de operaciones con IA y la automatización de equipos, entre otros, con el fin de reducir el consumo energético. Existen numerosos ejemplos alrededor del mundo en este ámbito, como los impulsados por los puertos de Singapur, Rotterdam, Hamburgo y Shanghái.

**El sector público también realiza inversiones que mejoran la eficiencia energética en el transporte marítimo.** Estas pueden apuntar a la provisión de energía renovable para las operaciones portuarias, como los casos de Australia y Estados Unidos para la producción de energía eólica offshore. Asimismo, pueden tener como objetivo desarrollar plataformas digitales que simplifiquen procesos, generen y centralicen información y permitan una mejora planificación y sincronización de las operaciones -incluidas las del “lado agua”-, con la consiguiente reducción del consumo energético. En este sentido, existen numerosos casos a nivel mundial de implementación de ventanillas únicas marítimas y Sistemas de Comunidad Portuaria (ver Calatayud et al., 2022). En la región, entre 2007 y 2012, el puerto de Valparaíso redujo las emisiones de CO<sub>2</sub> de las actividades de carga en un 84%, producto de la implementación de un sistema de gestión y de intercambio de información para sincronizar mejor los procesos de navieras, terminales y transportistas (Puerto Valparaíso, 2014).

**Si bien la eficiencia energética es un paso importante hacia la reducción de emisiones del transporte marítimo, cumplir con las metas internacionales requerirá migrar hacia el uso de combustibles cero emisiones o cero emisiones netas (o “limpios”).** Estimaciones recientes sugieren que la optimización logística y el rediseño de embarcaciones y sistemas de navegación podrían reducir la intensidad de emisiones en hasta 55%, quedando aún una brecha importante por cubrir vía nuevos combustibles. Esto requiere asimismo el desarrollo de nuevos motores y de una nueva generación de buques, así como también de





La optimización logística y el rediseño de embarcaciones y sistemas de navegación podrían reducir la intensidad de emisiones en hasta 55%, quedando aún una brecha importante por cubrir vía nuevos combustibles.



**En 2030, el 5% del combustible utilizado en el subsector deberá ser limpio.**

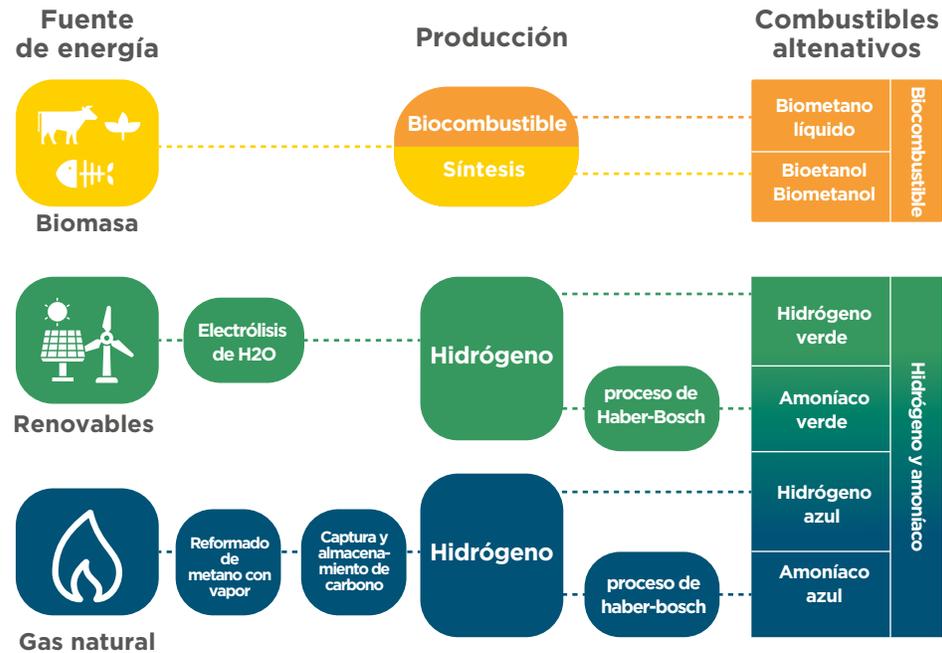
la modernización de la infraestructura portuaria y energética. En este sentido, el *Global Maritime Forum* calcula que las inversiones necesarias para alcanzar las metas de la OMI a 2050 se ubican en torno a USD 1 billón, del cual el 90% se destinaría a infraestructura de producción, almacenamiento y transmisión de energía, y lo restante a la industria naviera. En comparación, en 2022 las inversiones a nivel global en energía fueron de USD 2,5 billones (IEA, 2023b). Dada la magnitud de este desafío, la presente década es denominada la “década de acción” para indicar que el momento de generar incentivos y alinear objetivos para impulsar la transición es ahora. En efecto, para ser consistente con la trayectoria de emisiones estipulada en la estrategia de la OMI, ya en 2030 el 5% del combustible utilizado en el subsector deberá ser limpio.

**Al igual que en el caso de eficiencia energética, los países referentes han establecido mecanismos de política pública para estimular la transición.** En estos casos, los planes y estrategias marítimo-portuarias ya posicionan a la descarbonización como un objetivo importante del subsector, identificando asimismo los tipos de combustible para generar la transición. Hidrógeno y amoníaco son los priorizados en este sentido, especialmente los denominados “verdes” (Figura 4.6). Estos son los casos de Reino Unido, Japón, India, Alemania y Corea, por nombrar algunos. Existen también hojas de ruta para el desarrollo del hidrógeno que identifican al transporte marítimo como uno de los principales usuarios de este combustible, especialmente en los casos donde la industria marítima es un importante sector de la economía nacional, como en Singapur. Inclusive, Dinamarca ha desarrollado una hoja de ruta de hidrógeno especialmente para el transporte marítimo, donde se establecen lineamientos en materia de políticas y regulaciones, infraestructura, tecnología y seguridad.



FIGURA 4.6.

Combustibles alternativos y su producción



Fuente: Global Maritime Forum (2022).

Las regulaciones tienen el doble propósito de impulsar la transición energética y velar por la seguridad. Al igual que en el caso de eficiencia energética, será cada vez más frecuente encontrar regulaciones que obligan al uso de combustibles limpios en un porcentaje de movimientos o tipologías de embarcaciones. La estrategia de Singapur ya indica que para 2050 todas las embarcaciones de servicio portuario deberán utilizar una combinación de fuentes de energía eléctrica y de combustibles cero-netos para su operación. Por otro lado, el desarrollo de nuevas embarcaciones e infraestructura, así como la gestión de nuevas fuentes de energía requerirá de la expedición de estándares de seguridad para su producción, gestión y descarte. En particular, el amoníaco es altamente nocivo para la salud, inflamable y corrosivo, por lo que supone riesgos importantes para el medio marino y los seres humanos. En todo caso, la regulación debe dar espacio a la innovación, para lo cual resultan útiles los *sandboxes* regulatorios que han sido probados con éxito en otras áreas del transporte, como el testeado de vehículos autónomos y el despliegue de drones. Estos podrían ser aplicados al despliegue de buques con nuevos





combustibles y al desarrollo de corredores verdes, lo cual está siendo actualmente estudiado en Singapur.

**El rol de los instrumentos de precio será clave para reducir el costo del combustible a medida que avanza el desarrollo tecnológico y se escala la producción.** Estudios recientes estiman el costo de hidrógeno verde en un equivalente entre USD 250 y USD 450 al barril de petróleo crudo en fábrica, mientras que el precio de dicho barril se encuentra en los USD 100 (IRENA, 2020). Aunque estamos aún en una etapa temprana de la transición, existen ya lineamientos sobre qué incentivos económicos podrían ser útiles para promoverla. Estos incluyen la exención del cobro de tasas portuarias para buques que empleen combustibles verdes; estímulos a I+D; subsidios y/o préstamos a tasa subsidiada para el CAPEX de la infraestructura de generación, transmisión y almacenamiento de combustibles verdes; subsidios a la compra de este combustible; entre otros. Finalmente, el cobro por emisiones de CO<sub>2</sub> tanto a puertos como a navieras y dadores de carga es señalado como uno de los principales mecanismos para cerrar la brecha de costo con los combustibles verdes. Las estrategias de Reino Unido, Corea y Japón, por ejemplo, ya incluyen una batería de instrumentos para promover el testeado y desarrollo de estos combustibles.

**La formación de capacidades y la generación de alianzas entre academia, industria y sector público son los instrumentos no económicos más utilizados en la actualidad.** Existen importantes iniciativas a nivel mundial tales como “*Getting to Zero Coalition*” del Foro Marítimo Global y “*Zero-Emission Shipping Mission*”, que reúnen a autoridades y terminales portuarias, navieras, dadores de carga y universidades para generar consensos a nivel mundial y regional en torno a la descarbonización del subsector. En el ámbito nacional, las estrategias de descarbonización de Reino Unido y Singapur ponen gran énfasis y asignan recursos para proyectos de investigación y formación de las capacidades requeridas para la transición, a cargo de las universidades de los respectivos países. Por su parte, debido al estado incipiente del desarrollo tecnológico, las adquisiciones públicas no juegan aún un papel relevante como instrumento para promover la transición.

**Un mecanismo promovido a nivel internacional por la OMI son los corredores verdes.** Estos se refieren a rutas marítimas específicas entre dos o más puertos, en las cuales se utiliza energía cero emisiones netas.





Tener este espacio asegurado genera certeza para que el sector privado realice las inversiones requeridas por las nuevas fuentes de energía. Asimismo, puede ser utilizado como un espacio de testeo de la tecnología y de las regulaciones necesarias para escalarla, al tiempo que se focalizan incentivos a la innovación para reducir el costo de las inversiones privadas. Si bien no existen aún iniciativas en implementación, las que se desarrollen a futuro deberán contar con el involucramiento no solo de puertos y navieras, sino también de dadores de carga que estén dispuestos a pagar un costo adicional, motivados por reducir emisiones en sus cadenas de suministro. A través de los instrumentos mencionados arriba, la política pública puede contribuir a la promoción de estos corredores, ya sea reduciendo el costo del combustible y/o generando el ecosistema apropiado para su promoción, comenzando por los análisis preliminares para el despliegue de los corredores. Por ejemplo, el gobierno de Reino Unido ha financiado estudios de factibilidad para tres corredores, mientras que el Consejo de Ministros de los países nórdicos destinó recursos para estudiar rutas en el norte de Europa.

#### • 4.4.2 MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CC

**Unido a las medidas de mitigación de GEI, la adaptación al CC está comenzando a ser incorporada en las políticas y planes del subsector.**

Como se vio anteriormente, el incremento del nivel del mar y de la frecuencia de eventos climáticos extremos amenaza con tener un efecto devastador en los puertos, por lo cual a nivel internacional se están desarrollando metodologías, guías y estándares para la identificación de riesgos, su potencial impacto y las medidas de mitigación. Entidades como la Asociación de Infraestructura de Transporte Acuático (PIANC), la Organización Internacional de Estándares y la Comisión Europea han puesto a disposición diferentes instrumentos para asistir a los países en este propósito.

**Las buenas prácticas internacionales muestran que, en primer lugar, debe reconocerse en los planes y estrategias nacionales que la adaptación al CC es fundamental para el futuro del subsector.** Esto puede estar evidenciado en planes transversales para el CC a nivel nacional y/o regional, donde se mencione explícitamente a la infraestructura portuaria y costera, como es el caso de Singapur y Jamaica, y el de la región del





Atlántico en Colombia. En otros casos, por ejemplo, en Canadá y Reino Unido, se menciona dentro de los planes específicos para el subsector marítimo. Finalmente, una gran cantidad de Autoridades Portuarias a la vanguardia internacional como Rotterdam, Barcelona y Valencia han establecido planes de adaptación según su grado de exposición. El común denominador de estas experiencias es la identificación de la adaptación al CC entre los objetivos estratégicos a nivel nacional y local, priorizando esta temática y generando el punto de partida para la elaboración de acciones específicas.

**Los planes específicos de adaptación para el subsector o para una infraestructura determinada incluyen medidas *soft* y *hard*.** Las primeras se refieren a normativas, arreglos institucionales e instrumentos que puede utilizar la política pública para promover la adaptación, según se verá más adelante. Las segundas implican cambios estructurales para los puertos, categorizados en tres grupos: elevar, defender y retirarse (Van Houtven et al., 2022). Elevar se refiere a alzar la superficie del puerto e infraestructura relacionada utilizando material de relleno y reconstruyendo edificios a mayor elevación. Incluye elevar muelles, patios, vías, almacenes y puentes si fuera necesario, para reducir la vulnerabilidad al incremento del nivel del mar. Defender implica construir o modificar diques, murallones, compuertas, sistemas de drenajes, y utilizar SBN, entre otros, para reducir la vulnerabilidad a tormentas, oleaje e incremento del nivel del mar. Retirarse se refiere a reubicar el puerto o parte de su infraestructura en zonas de menor riesgo. En general, la mayor parte de acciones se concentran en defender. Por ejemplo, los puertos de Long Beach y Baltimore instalaron muros de hormigón para prevenir inundaciones. Los puertos de Civitavecchia en Italia, Zeebrugge en Bélgica y Gijón en España implementaron el uso de diques con espaldón, mientras que los puertos de Algeciras, Barcelona y Bilbao reforzaron sus escolleras para adaptarse a tormentas más fuertes y mayores oleajes. También se utilizan SBN, como en los casos del puerto de Miami, que restauró 16 hectáreas de manglares, o de los puertos de San Diego y Portland, que instalaron jardines de lluvias y canales vegetales para reducir su exposición a inundaciones.

**Ante todo, el ejercicio de planificación debe partir de un análisis robusto acerca de los riesgos generados por el CC.** Este análisis puede realizarse a diferentes niveles: nacional o regional para tener una perspectiva general de las amenazas para el sector y alimentar la planificación y las estrategias sectoriales; y local, a nivel de la infraestructura específica,





**El potencial de los instrumentos de precio para incentivar la adaptación al CC ha sido poco explorado.**

para identificar las amenazas y vulnerabilidades, a fin de definir medidas concretas de adaptación. El análisis debe incluir evaluaciones de: (i) las amenazas climáticas de acuerdo con la potencial evolución de los factores climáticos; (ii) la exposición de la infraestructura y de sus operaciones a tales amenazas; y (iii) la vulnerabilidad de estos a daños y pérdidas (UNCTAD, 2020). Para ello, se requiere contar con información histórica y prospectiva sobre la evolución de variables climáticas, las características de la infraestructura y la evolución de oferta-demanda, así como capacidad técnica y tecnológica para gestionar la información y realizar las estimaciones de cambio. A nivel internacional, la mayor parte de los análisis se concentran en un puerto específico, lo que permite incrementar la robustez de los escenarios y estimar con mayor precisión las amenazas del CC. Un ejercicio interesante es el de Colombia, que desarrolló un plan general de CC para sus puertos que, partiendo de escenarios de vulnerabilidad individuales, presenta una guía para la identificación de medidas de adaptación al CC.

**El marco normativo cumple un rol importante para incentivar la inclusión de medidas de adaptación en la planificación y diseño de la infraestructura marítimo-portuaria.** Una medida cada vez más utilizada en este sentido es modificar estándares de diseño y construcción para incorporar al CC dentro de los análisis de impacto ambiental y elaborar planes de mitigación y adaptación para la infraestructura considerada. Este es el caso de California para los proyectos de infraestructura estatal y de los países europeos, donde la UE emitió una directiva con tal propósito ya en 2014. Otras medidas incluyen: elaboración de planes de contingencia; disponibilidad de sistemas de monitoreo y alerta temprana; inspección de infraestructura; priorización de redundancia para asegurar continuidad ante choques; reubicación de operaciones fuera zonas de mayor riesgo y limitación de nuevos desarrollos en tales zonas; cambios en la zonificación según evaluación de riesgos; medidas de protección de hábitat para reducir riesgos en la infraestructura y operación; y requerimientos más sólidos en materia de resiliencia en el caso de reconstrucción (PIANC, 2023). Dado que, en la mayoría de los casos, los puertos son operados por concesionarios, estos requisitos pueden ser incorporados en los procesos de licitación y en los contratos de concesión, a fin de dar prioridad y asegurar el cumplimiento de lo dispuesto.

**Los instrumentos de precios han sido poco utilizados aún, pero tienen gran potencial.** Cobrar por el no cumplimiento de las normativas y





estándares de resiliencia y adaptación, facilitar la reducción de pólizas de seguro para infraestructuras que incorporen tales estándares, crear un fondo de contingencia para responder a desastres naturales y proveer incentivos al mantenimiento (por ejemplo, dentro de los contratos de concesión) son algunos de los instrumentos que están siendo considerados por los países más avanzados en este ámbito.

**Los incentivos no económicos más comunes son el intercambio de conocimiento, el fomento a la investigación y los programas de concientización y entrenamiento.** Estos se encuentran ampliamente extendidos, apoyados por programas de organismos internacionales como la OMI, UNCTAD y la UE, así como también cooperación bilateral entre gobiernos.

**El transporte marítimo es un negocio fundamentalmente privado, por lo que la colaboración entre empresas y sector público es clave para promover la descarbonización y la adaptación.** De la experiencia de países referentes se observan tres mecanismos de coordinación principales: (i) coordinación institucional; (ii) coordinación para el desarrollo tecnológico; y (iii) consultas con el sector privado en el marco del desarrollo de planes estratégicos para el sector. En el primer caso, se establecen mesas de trabajo ad hoc o permanentes, por ejemplo, en el contexto de los Sistemas de Comunidad Portuaria, donde se incluye la temática de sostenibilidad entre los temas de coordinación. Amberes, Rotterdam y Hamburgo son ejemplos de esta práctica. En el segundo caso, se desarrollan proyectos específicos con la industria, donde el sector público utiliza instrumentos financieros y no financieros para apoyar tales desarrollos. Las experiencias son numerosas a lo ancho del mundo, especialmente para pilotear nuevas soluciones tecnológicas y de transición energética. En el tercer caso, se involucra a la industria en un momento temprano de planificación, para recibir sus insumos y posteriormente validar los contenidos del plan. Esta coordinación es crítica, dado que muchos actores privados ya cuentan con estudios y estrategias propias -por ejemplo, las referidas a “Puerto Verde”<sup>19</sup>-, que pueden contribuir a lograr los objetivos de carácter público.

---

<sup>19</sup> Las estrategias de “Puertos Verdes”, adoptadas por operadores y autoridades portuarias en diferentes latitudes, tienen como objetivo desarrollar las operaciones portuarias en entornos amigables con el medioambiente, reduciendo emisiones contaminantes y residuos, y mitigando su impacto en la calidad del aire y el medioambiente marino. Así, la descarbonización del transporte marítimo es parte de la estrategia más amplia de “Puerto Verde”.





En la región, el plan de gestión de CC para los puertos de Colombia incluyó insumos del estudio de adaptación desarrollado por la Sociedad Portuaria de Cartagena para identificar las estrategias de gestión para esa zona costera.

**Esta coordinación es esencial en el contexto de las ciudades-puerto, tanto para alcanzar objetivos climáticos como para mejorar las condiciones de vida en estas zonas.** En esta línea, el gobierno local de Rotterdam desarrolló en 2019 el “*Rotterdam Climate Agreement*” en consulta con más de 100 empresas y organizaciones de la sociedad civil, incluido el sector marítimo-portuario. El acuerdo contiene 49 acciones para reducir el 49% de las emisiones de CO<sub>2</sub> de la ciudad hacia 2030 (sobre la base de 2017). Está organizado en cinco áreas, una de las cuales se refiere a la actividad portuaria (Cities of Tomorrow, 2020). Existen asimismo iniciativas originadas a nivel de puerto y que involucran a las instituciones y actores locales. Por ejemplo, los puertos de Long Beach y Los Ángeles desarrollaron de manera conjunta el “*Clean Air Action Plan*”, realizando numerosos talleres para recabar la perspectiva y validar el plan con una gran variedad de actores (Clean air action plan, 2017), desde residentes de la zona hasta empresas de transporte terrestre e instituciones medioambientales. De este plan surgió el “*Clean Truck Program*”, cuyos beneficios han sido ilustrados en los párrafos precedentes.

A modo de resumen, en la Tabla 4.3 se incluyen las medidas más utilizadas por los referentes del sector a nivel mundial, sobre la base de lo cual comparar el estado de esta temática en ALC.





TABLA 4.3.

Políticas de transporte marítimo implementadas a nivel internacional

Niveles	Mitigación		Adaptación
	Eficiencia energética	Transición energética	
<b>Regulaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fijación de tope de emisiones</li> <li>• Reposición de equipos y vehículos</li> <li>• Estándares y límites de emisiones para camiones</li> <li>• Adopción de EEDI y SEEMP</li> <li>• Zonas de emisiones controladas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fijación de tope de emisiones</li> <li>• Reposición de equipos y vehículos</li> <li>• Utilización de energía renovable en terminales</li> <li>• Uso de combustibles limpios</li> <li>• Estándares de seguridad para nuevas embarcaciones e infraestructura</li> <li>• Sandboxes regulatorios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modificación de estándares de diseño y construcción</li> <li>• Requisito de planes de mitigación y adaptación de la infraestructura</li> <li>• Cambios en los requisitos de inspección de infraestructura</li> <li>• Cambios en zonificación</li> <li>• Reubicación de operaciones</li> <li>• Medidas de protección de hábitat</li> </ul>
<b>Compras públicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requerimientos de sistemas de gestión y monitoreo ambiental, objetivos de desempeño energético, empleo de fuentes renovables de energía y especificaciones técnicas para limitar emisiones en licitaciones de obras y servicios</li> </ul>	N/D	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requerimientos en contratos de concesión de elaboración de planes de contingencia, disponibilidad de sistemas de monitoreo y alerta temprana, redundancia para evitar interrupciones, entre otros.</li> </ul>
<b>Instrumentos de precios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de tasas para buques con menor impacto ambiental</li> <li>• Reducción de tasas por navegación lenta</li> <li>• Subsidios a proyectos de eficiencia energética</li> <li>• <i>Carbon pricing</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exención de tasas para buques limpios</li> <li>• Estímulo I + D para desarrollo tecnológico y de energía</li> <li>• Subsidios y préstamos para inversión en infraestructura</li> <li>• Subsidio al precio del combustible verde</li> <li>• Incentivos para corredores verdes y hubs de energía limpia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penalización por no cumplir normativas y estándares de resiliencia y adaptación</li> <li>• Reducción de pólizas de seguro</li> <li>• Fondo de contingencia para desastres naturales</li> <li>• Incentivos al mantenimiento</li> </ul>
<b>Incentivos no financieros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prioridad de amarre o paso para buques con menor impacto ambiental</li> <li>• Pilotos con nuevas tecnologías para monitoreo, optimización y automatización de operaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alianzas internacionales para compartir buenas prácticas y generar consensos</li> <li>• Investigación y formación académica y del mercado de trabajo</li> <li>• Estudios para corredores verdes y hubs de energía limpia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alianzas internacionales para compartir buenas prácticas y generar consensos</li> <li>• Investigación y formación académica y del mercado de trabajo</li> <li>• Estudios para corredores verdes y hubs de energía limpia</li> </ul>
<b>Inversiones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inversión en energía renovable</li> <li>• Plataformas digitales de simplificación e integración de operaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inversión en desarrollo e infraestructura para nuevos combustibles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas de generación, monitoreo y alerta temprana</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

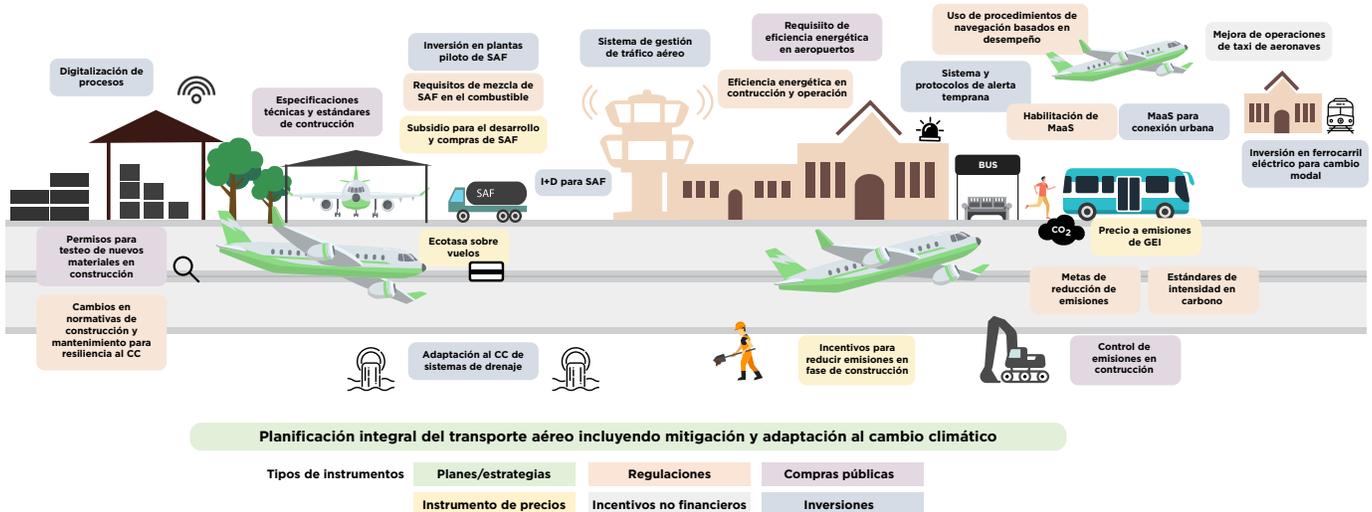
Nota: \*Listado no taxativo de políticas.

## 4.5. Medidas para la descarbonización y adaptación del transporte aéreo

Avanzar en la descarbonización y adaptación al CC del transporte aéreo requiere de un enfoque integral, incluyendo medidas en diferentes ámbitos de políticas para este subsector y de manera coordinadas con otros sectores de gobierno. La presente subsección identifica medidas exitosas implementadas por los países referentes en distintas áreas de acción. Ahora bien, estas medidas no deben considerarse en forma aislada, sino que, para alcanzar en forma exitosa los objetivos de descarbonización y adaptación, se requiere una combinación de medidas de política y un abordaje conjunto de las mismas (Figura 4.7).

FIGURA 4.7.

Descarbonización y adaptación del transporte aéreo\*



Fuente: Elaboración propia.

Nota: \*Listado no taxativo de medidas.





#### • 4.5.1 MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Aunque el transporte aéreo represente menos del 3% de las emisiones de CO<sub>2</sub> a nivel mundial (IEA, 2022g), se espera que éstas se tripliquen hacia 2050 en comparación con 2018 (OACI & Fleming, 2022). Para revertir esta tendencia, la OACI estableció en 2010 una meta aspiracional global que apunta a mejorar la eficiencia en el consumo de combustible en un 2% anual hasta el año 2050 y mantener el nivel neto de emisiones en el valor de 2020. En 2022, reconociendo el desafío de alcanzar los objetivos del Acuerdo de París, propuso a sus países miembro un objetivo aspiracional global de largo plazo de cero emisiones netas de carbono en 2050. Con este fin, la OACI recomienda adoptar un conjunto de medidas complementarias entre sí, que pueden clasificarse en cuatro áreas: (i) mejoras tecnológicas en las aeronaves; (ii) mejoras en las operaciones en aire y tierra; (iii) adopción a gran escala de combustibles alternativos de aviación (SAF, por sus siglas en inglés); y (iv) medidas basadas en mercados de carbono (estructuradas bajo el programa CORSIA). Los 193 países miembros de la OACI han comprometido esfuerzos para adoptar esta “canasta de medidas”, que se han formalizado mediante una serie de resoluciones sobre protección del medio ambiente, aprobadas en 2022.

**La mejora tecnológica de las aeronaves avanza con la mayor eficiencia de los motores, modificaciones en el diseño de las alas y utilización de materiales más ligeros, entre otras estrategias.** Las aeronaves de última generación, por ejemplo, las versiones Neo de Airbus y los Max de Boeing, ofrecen mejoras de eficiencia de hasta 20% en comparación con las versiones anteriores, surgidas unos 10 años atrás. Asimismo, se están testeando aeronaves cero emisiones, propulsadas a partir de hidrógeno verde o electricidad, para lograr una versión comercial hacia 2035. Ahora bien, la penetración de las aeronaves de última generación en la industria aún es baja, lo cual augura una continuidad inercial en la mejora de la eficiencia promedio hasta finales de esta década, a medida que maduren las nuevas tecnologías y que las aerolíneas vayan reemplazando su flota por nuevos modelos.

**La OACI ha diseñado un camino para mejorar las operaciones en aire y tierra.** En su Plan Global de Navegación Aérea, la OACI presenta una metodología gradual de mejora del sistema de aviación (“*Basic Building Blocks*” framework), que provee un enfoque programático y flexible para que cada Estado miembro avance en sus capacidades de navegación





aérea según sus requerimientos operacionales específicos (OACI, 2016). Los bloques de mejoras permiten alcanzar una armonización global, aumentar la capacidad y mejorar la eficiencia ambiental para el crecimiento del tráfico aéreo. Estas incluyen medidas de gestión de tráfico aéreo, optimización de rutas, uso eficiente de espacios aéreos, mejora de operaciones de taxi de aeronaves y de eficiencia energética en aeropuertos, y procedimientos de navegación basados en desempeño. Esto último es clave, dado que las ineficiencias en los desplazamientos horizontales y verticales en vuelo representan entre 6% y 7% del combustible total quemado (OACI, 2022c).

**La OACI también ha desarrollado un marco de políticas para incentivar los combustibles sostenibles de aviación (SAF, por sus siglas en inglés).**

Como se verá más adelante, los SAF tienen un potencial significativo para reducción de las emisiones netas de GEI de la aviación internacional durante todo el ciclo de vida, así como de las emisiones de contaminantes convencionales de la calidad del aire (OACI, 2022b) y la industria apunta los SAF como el único camino factible para alcanzar la meta de net zero en 2050. Las acciones de promoción de SAF impulsadas por la OACI se agrupan en tres ejes: (i) estimular el crecimiento de la producción de SAF a través de la investigación y la inversión; (ii) aumentar la demanda de SAF a través de subvenciones y compromisos formales; y (iii) habilitar el mercado del SAF a través de normas y acreditaciones de los atributos medioambientales del SAF (OACI, 2022b).

**El programa CORSIA complementa las medidas anteriores, regulando la compensación en el mercado de carbono de las emisiones de CO<sub>2</sub> que no pueden reducirse vía mejora tecnológica, operacional o de fuentes de energía.** CORSIA ofrece una manera armonizada de reducir emisiones de la aviación internacional, minimizando las distorsiones del mercado mientras respeta las circunstancias especiales y las capacidades respectivas de los Estados miembro de la OACI. Establecido en 2016, el programa se implementa en tres fases: una fase piloto (2021-2023), una primera fase (2024-2026), y una segunda fase (2027-2035). Hasta 2026 la participación es voluntaria y a partir de 2027 la participación será determinada con línea de base en la información de TKM del año 2018. Al 1 de enero de 2023, 115 Estados habían anunciado su intención de participar en CORSIA. Como programa internacional, CORSIA establece estándares armonizados para la certificación de los SAF y la compensación de emisiones. CORSIA involucra la atribución de vuelos internacionales a





El desarrollo de SAF es la gran apuesta del sector para lograr la meta de cero emisiones netas a 2050.



**Los países de referencia cuentan con estrategias que priorizan la descarbonización.**

un explotador y de éstos a un Estado, el mantenimiento de registros y los períodos y plazos de cumplimiento. Establece también los requisitos y metodología a utilizar en los planes de vigilancia, notificación y verificación anual de emisiones de CO<sub>2</sub>.

**Los mercados de carbono están cobrando relieve como medida de mitigación de emisiones.** Estos pueden implementarse mediante la fiscalidad del carbono (que pone un precio en las emisiones de GEI) o el comercio de derechos de emisión (que valora el carbono indirectamente, fijando un objetivo global de emisiones para un periodo determinado y permitiendo el comercio de emisiones) (ITF, 2021). A nivel internacional, el sistema más desarrollado es el ETS de la UE, en vigor desde 2012: un mecanismo aplicado a todas las compañías que vuelan en el espacio europeo y que establece una meta anual de reducción de emisiones, así como derechos de emisiones comercializables. Este sistema ha contribuido a reducir la huella de carbono del sector de la aviación en más de 17 MtCO<sub>2</sub> al año (European Commission Climate Action, 2023).

**Un gran número de países han adaptado sus planes y estrategias para el transporte aéreo de acuerdo con las directrices de descarbonización de la OACI.** Francia, por ejemplo, establece como primer eje de su “Estrategia Nacional del Transporte Aéreo 2025” asegurar la transición ecológica y la sostenibilidad del sector, haciéndose eco de la canasta de medidas sugeridas por la OACI. En ALC, el “Plan Estratégico Aeronáutico 2030” de Colombia prevé la mejora de la capacidad de adaptación y flexibilidad de las operaciones aéreas ante los efectos del CC, así como el desarrollo de una política ambiental dedicada y un mecanismo que oriente la infraestructura aeronáutica y aeroportuaria en la mitigación del impacto ambiental. Por su parte, el Reino Unido ha generado una estrategia específica para la descarbonización, denominada “Estrategia Jet-cero 2050”, donde define metas de mitigación a mediano y largo plazo, como lograr una política de vuelos domésticos cero-neta a 2040 y de uso obligatorio de SAF al 10% para 2030. Asimismo, la OACI proporciona apoyo para la elaboración de planes de acción nacionales para la reducción de las emisiones de GEI, con una batería de herramientas de asistencia técnica y la posibilidad de someter sus documentos a la OACI para su revisión. A través de estos planes de acción, se busca la implementación de la canasta de medidas identificadas por la OACI. Por ejemplo, el Plan de Acción de Chile menciona, entre otras medidas, la implementación de un sistema de monitoreo de emisiones de los





vuelos internacionales de los operadores aéreos chilenos como parte del CORSIA. Este es también el caso del Plan de Acción de Brasil, que hace referencia a medidas basadas en el mercado como mecanismos de mitigación, a través de CORSIA y de la implementación del programa nacional de biocombustibles RenovaBio, con el Crédito de Descarbonización de Biocombustibles.

**La iniciativa de mayor impacto individual en el corto y mediano plazo es la promoción de la transformación energética en la aviación mediante SAF.** SAF es un combustible de tipo “*drop-in*”, que puede mezclarse con el jet fuel tradicional para ser utilizado en las aeronaves actuales y manejarse mediante la infraestructura actual de combustible de los aeropuertos sin necesidad de reformas. En comparación con el jet fuel tradicional, SAF ofrece hasta un 100% de reducción de emisiones netas de carbono a lo largo de su ciclo de vida, dependiendo de los insumos y rutas de fabricación. En la actualidad, las rutas de fabricación certificadas por la organización ASTM permiten hasta un 50% de SAF en la mezcla de combustible de aviación. Los insumos actuales y potenciales de SAF incluyen: (i) aceites de cocina, aceites vegetales y grasas animales (ruta de fabricación HEFA); (ii) etanol de maíz o de caña de azúcar (Alcohol-to-jet); (iii) residuos agrícolas, forestales y sólidos urbanos (Gasification/FT); y (iv) hidrógeno verde (Power-to-liquid - PtL) (Figura 4.8).





FIGURA 4.8.

Insumos para SAF



	Aceites de cocina, aceites vegetales y grasas animales	Etanol de maíz o de caña de azúcar <sup>1</sup>	Residuos forestales y residuos sólidos urbanos	Hidrocarburo líquido
<b>Descripción de la oportunidad</b>	Tecnología segura, probada y escalable	Potencial a mediano plazo, aunque con gran incertidumbre técnico-económica		Prueba de concepto 2025+, principalmente donde haya electricidad barata de gran volumen disponible
<b>Madurez tecnológica</b>	Madura	Piloto comercial		En desarrollo
<b>Materia prima</b>	<p>Lípidos en residuos, plantas de energía de petróleo desarrolladas para este fin<sup>2</sup></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transportable y con cadenas de suministro existentes</li> <li>• Potencial para cubrir entre el 5 y el 10% de la demanda total de combustible de aviación</li> </ul>	<p>Residuos agrícolas y forestales, residuos sólidos urbanos<sup>4</sup>, cultivos energéticos celulósicos desarrollados para este propósito</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gran disponibilidad de materias primas baratas, pero recogida fragmentada</li> </ul>		<p>CO2 y electricidad verde</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Potencial ilimitado mediante captura directa en el aire</li> <li>• Captura de fuentes puntuales como "tecnología puente CO2 y electricidad verde"</li> </ul>
<b>% LCA Reducción de GEI vs. fossil jet</b>	73%-84% <sup>3</sup>	85%-94% <sup>6</sup>		99% <sup>7</sup>

**Notas:**

1. Ruta del etanol;
2. Árboles oleaginosos en tierras degradadas de bajo riesgo de cambio indirecto del uso de la tierra (ILUC, por sus siglas en inglés) o como cultivos oleaginosos de rotación;
3. Excluidos todos los cultivos oleaginosos comestibles;
4. Utilizados principalmente para gas/petróleo;
5. Como cultivos oleaginosos de rotación;
6. Excluidos todos los azúcares comestibles;
7. Hasta el 100% con una cadena de suministro totalmente descarbonizada.

**Fuente:** WEF (2021).





**El sector público debe cumplir un rol importante en la promoción de SAF.**

Las proyecciones de la industria indican que para alcanzar cero emisiones netas en 2050 se necesitará una capacidad global de producción de entre 330 y 445 millones de toneladas/año de SAF, lo que requerirá una inversión de capital de entre USD 1,1 y 1,4 billones para construir entre 5.000 y 7.000 plantas (ICF consulting, 2021). A modo de referencia, en Europa existen ocho plantas de SAF en funcionamiento y otras 20 planificadas o en construcción que, en conjunto, podrían abastecer unos 3 millones de toneladas/año, equivalentes al 5% del volumen actual de jet fuel utilizado en el continente (World Economic Forum, 2021). Diferentes factores actúan como obstáculo para cerrar esta brecha: (i) costos de producción significativamente mayores a los del jet fuel convencional; (ii) limitada disponibilidad de insumos sostenibles y altos costos de infraestructura para producir estos insumos; (iii) alta incertidumbre y costos de financiación para infraestructura de producción de SAF; y (iv) competencia por recursos e incentivos públicos con otras iniciativas de descarbonización. En este sentido, las medidas adoptadas por los países incluyen una combinación de regulaciones, incentivos financieros y no financieros, y compras públicas para escalar la producción (Recuadro 4.11).

**RECUADRO 4.11.**

**Ejemplos de instrumentos utilizados para promover el desarrollo de SAF**

**1. Regulaciones:**

- **Estados Unidos:** Metas de estándares de intensidad de carbono en los estados de California, Washington y Oregón.
- **Canadá:** Estándar de Combustible Limpio con referencias a la intensidad de carbono, optativas para SAF. Obligatoria en British Columbia.
- **UE:** ReFuelEU (aprobado en abril de 2023) con mandato de mezcla con SAF de 2% en 2025; 6% en 2030 y 70% en 2050. Mandato para PtL de 1,2% en 2030; 8% en 2040; y 28% en 2050. SAF es definido como e-combustibles sintéticos y biocombustibles, excepto aquellos derivados de aceite de palma y cultivos agrícolas y forrajeros.





- **Francia:** Mandato de SAF de 1% en 2022; 2% en 2025; y 5% en 2050.
- **Alemania:** Mandato de PtL de 0,5% en 2026; 1% en 2028; y 2% en 2030.
- **Noruega:** Por regulación desde enero de 2020, exige a los proveedores 0,5% SAF con objetivo de 30% en 2030.
- **Suecia:** Mandato de 1% SAF en 2021; creciente hasta 30% en 2030.
- **Suiza:** Meta de reducir emisiones de CO2 en 60% en 2050 con uso de SAF.
- **Colombia:** Ley de Acción Climática solicita al gobierno impulsar el desarrollo y uso de SAF.

## 2. Instrumentos de precio:

- **Estados Unidos:** Créditos impositivos específicos para SAF (USD 1,25-1,75 por galón) entre 2023-2027; programa de subsidios de USD 245 millones para desarrollo de SAF. Illinois provee a las líneas aéreas créditos contra impuestos estatales por USD 1,50/galón comprado hasta 2033.
- **Canadá:** Programa de Adquisición de Combustibles de Baja Emisión de Carbono (2023-2031), que destina USD 227 millones para apoyar la compra de más de 300 millones de litros de combustible para transporte marítimo y aviación de baja intensidad de carbono, incluido el SAF.
- **Singapur:** Venta de 1.000 créditos de SAF por parte de la Autoridad de Aviación Civil de Singapur, Singapore Airlines y la empresa Temasek (programa piloto de un año a partir de julio de 2022).

## 3. Instrumentos no financieros:

- **Estados Unidos:** 14 subvenciones (por un total de más de USD 3,6 millones) concedidas por la Administración Federal de Aviación al centro universitario Aviation Sustainability Center (ASCENT) para apoyar al centro de aprobación de SAF en la realización de pruebas de evaluación





que garanticen que los nuevos combustibles son seguros para su uso. Proyecto piloto “Sustainable Aviation Fuel From [i] *Renewable Ethanol*” (SAFFiRE), liderado por el Laboratorio Nacional de Energía Renovable, en colaboración con la industria.

- **Reino Unido:** Concurso “*Green Fuels, Green Skies*” para seleccionar empresas que reciban financiación para el desarrollo de las primeras plantas de producción de SAF a escala comercial en el Reino Unido.
- **Australia:** Apoyo al estudio de factibilidad preparado por Qantas Airways (2013) sobre materias primas y capacidad de producción australiana para SAF.
- **Global:** Programa de la OACI de asistencia, capacitación y formación en materia de SAF (ACT-SAF), implementado por ejemplo en Singapur y Kenia en 2022.





**El camino ideal para la elaboración de estas medidas inicia con una invitación de los gobiernos al sector a participar en mesas de trabajo.**

A ellas asisten representantes de la industria, instituciones financieras y organizaciones nacionales e internacionales, además de las entidades del sector público. El propósito es compartir información y mejores prácticas, y avanzar en la elaboración de hojas de ruta para desarrollar y promover la transición hacia fuentes más limpias y renovables de energía para la aviación. Un ejemplo de ALC en este ámbito es el de Chile, donde en 2022 se inició una serie de mesas de trabajo auspiciadas por los Ministerios de Transporte y de Energía, bajo la coordinación del BID y lideradas por la Junta de Aviación Civil, en la que participan actores privados y públicos vinculados a la aviación y a la provisión de combustibles alternativos, con el objetivo de elaborar una hoja de ruta para el desarrollo y adopción del SAF. En la misma línea, la Agencia Federal de Aviación Civil de México lanzó en marzo de 2023 un plan de trabajo para construir una hoja de ruta para el desarrollo de SAF, con la conformación de cuatro mesas o subgrupos de trabajo para las temáticas de Normativa, Financiamiento e incentivos, Cadena de valor e Investigación, con la participación de proveedores, industria, organizaciones nacionales e internacionales, dependencias gubernamentales y academia.

**La coordinación interinstitucional es fundamental para alinear acciones con los sectores de energía, ambiente, industria, agricultura y comercio.**

Por esta razón, es importante involucrar a estos sectores en las mesas de trabajo para la elaboración de las hojas de ruta de promoción de SAF. La coordinación interinstitucional también es crítica para identificar inversiones en el sector energético que provean de energía renovable al transporte aéreo, ya que las políticas de descarbonización del transporte aéreo están estrechamente vinculadas con las normas de combustibles bajos en carbono y el desarrollo de tecnologías energéticas como el hidrógeno. Superadas las barreras de desarrollo tecnológico, el impulso debe pasar por contar con el apoyo político y financiero necesario para garantizar una disponibilidad suficiente de combustibles para el subsector, a un precio competitivo y en el momento oportuno.

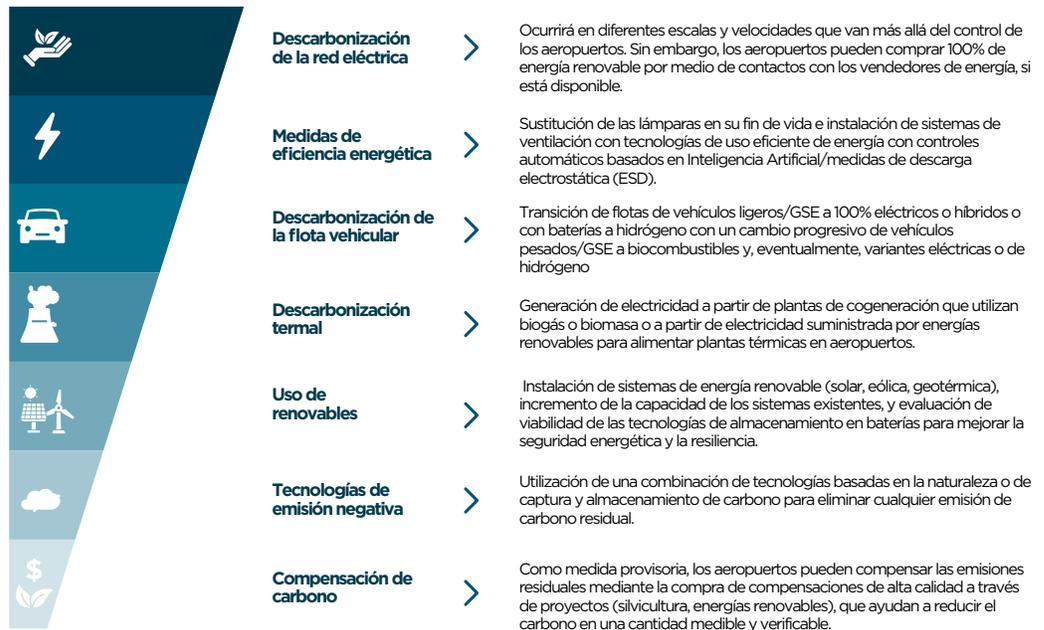
**La eficiencia energética es otra gran área de trabajo en el subsector para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>.** La operación de los aeropuertos contribuye con un volumen estimado entre el 2% y el 5% de las emisiones totales del transporte aéreo (ICAO, 2019). En 2019, los operadores aeroportuarios, nucleados bajo el Consejo Internacional de Aeropuertos (ACI, por sus



siglas en inglés), se comprometieron a alcanzar cero emisiones netas de carbono para 2050. Desde ese momento, más de 130 aeropuertos han adelantado su objetivo a 2030, o incluso antes, mientras que otros lo han hecho a 2040. Con este fin, ACI elaboró una guía con las diferentes estrategias de descarbonización para aeropuertos, que pueden dividirse en siete grupos, según indicado en la Figura 4.9.

FIGURA 4.9.

**Estrategias de descarbonización para aeropuertos**



Fuente: ACI (2021).

**El sector público puede estimular la adopción de estas medidas a través de las compras sostenibles, sea vía concesiones o aeropuertos públicos.** Se prevé que a futuro sea cada vez más frecuente encontrar en las concesiones aeroportuarias requerimientos sobre inventarios de emisiones, así como parámetros de desempeño energético y empleo de energías renovables. Asimismo, pueden utilizarse criterios técnicos para adquisiciones de bienes y servicios considerando métricas ambientales, estimulando compras a proveedores que adopten criterios de reducción de consumo de agua y de energía, e implementación de buenas prácticas en sostenibilidad. La adopción de estas medidas puede verse facilitada





por las acciones que el sector privado está adoptando para reducir sus emisiones de alcance 1 y 2 en las terminales aeroportuarias. La región no es ajena a esta tendencia, donde por ejemplo los aeropuertos de Bogotá, Santo Domingo y Salvador (Brasil) han avanzado en la instalación de paneles solares, compra de energías renovables en el sistema de electricidad nacional y mejoras en los sistemas de conservación de agua. Asimismo, se han incluido métricas ambientales como criterios para adquisiciones de bienes y servicios, estimulando compras de proveedores que tomen en consideración medidas de reducción de consumo de agua, optimización en el consumo de energía, desarrollo e innovación e implementación de buenas prácticas en sostenibilidad.

**Otro mecanismo es solicitar la acreditación de aeropuertos por agencias internacionales.** La ACI ha implementado un programa global de certificación de gestión de carbono en aeropuertos (Airport Carbon Accreditation, ACA) que evalúa y reconoce de forma independiente los esfuerzos de los aeropuertos para gestionar y reducir sus emisiones de carbono a través de seis niveles de certificación: Mapeo, Reducción, Optimización, Neutralidad, Transformación y Transición (Tabla 4.4). Su misión es permitir que la industria aeroportuaria reduzca efectivamente su huella de carbono, para beneficiarse de una mayor eficiencia a través de un menor consumo de energía, experiencia compartida e intercambio de conocimientos, así como una mejor comunicación de los resultados. En ALC, actualmente hay 72 aeropuertos con algún nivel de certificación, correspondiendo alrededor de 48% del tráfico de la región.





TABLA 4.4.

Niveles de certificación de gestión de carbono en aeropuertos (ACA)

Nivel de Certificación	Objetivo
<b>Mapeo:</b> Medición de la huella de carbono	<ul style="list-style-type: none"><li>• Determinar las fuentes de emisiones dentro del límite operativo de la empresa aeroportuaria.</li><li>• Calcular las emisiones anuales de carbono. Elaborar un informe de huella de carbono.</li></ul>
<b>Reducción:</b> Gestión de carbono hacia la reducción de la huella de carbono	<ul style="list-style-type: none"><li>• Proporcionar evidencia de procedimientos efectivos de gestión del carbono.</li><li>• Mostrar reducciones de emisiones cuantificadas.</li></ul>
<b>Optimización:</b> Involucramiento de las terceras partes en la reducción de la huella de carbono	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ampliar el alcance de la huella de carbono para incluir las emisiones de terceros.</li><li>• Involucrar a terceros en el aeropuerto y sus alrededores.</li></ul>
<b>Neutralidad:</b> Neutralidad de carbono para emisiones directas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Compensar las emisiones restantes para todas las emisiones sobre las que el aeropuerto tiene control con créditos de carbono de alta calidad.</li></ul>
<b>Transformación:</b> Transformar las operaciones aeroportuarias y las de sus socios comerciales para lograr reducciones absolutas de emisiones	<ul style="list-style-type: none"><li>• Definir una estrategia de gestión de carbono a largo plazo orientada a la reducción absoluta de emisiones, alineada con los objetivos del Acuerdo de París.</li><li>• Demostrar evidencia de impulsar activamente a terceros hacia la reducción de emisiones.</li></ul>
<b>Transición:</b> Compensación de emisiones residuales con compensaciones fiables	<ul style="list-style-type: none"><li>• Compensar las emisiones de carbono residual sobre las que el aeropuerto tiene control, utilizando compensaciones reconocidas internacionalmente.</li></ul>

Fuente: ACI (2023).



**La digitalización de procesos y trámites en la operación aerocomercial de pasajeros y cargas es un *quick win* para avanzar en la mitigación.**

Mejora la eficiencia del transporte gracias a la optimización logística y la reducción de su intensidad en carbono, permite el uso compartido de infraestructuras y da acceso a datos más precisos y en tiempo real para facilitar la toma de decisiones. El Plan de Acción de Chile evidencia las ventajas del proceso de digitalización de la documentación (cartografía, procedimientos, tablas de cálculo) que tuvo lugar en el país. No solo tiene un impacto ambiental reduciendo el papel y el peso en los aparatos, disminuyendo el consumo de combustible, sino también permite disponer de una herramienta dinámica para las tripulaciones, aumenta la seguridad y permite una mayor eficiencia de la operación. La “Hoja de Ruta para la Aviación” del Reino Unido prevé el desarrollo de una infraestructura digital segura impulsada por la tecnología y, a horizonte 2028, el aumento del número de aeropuertos que integren operaciones digitales de Movilidad como un Servicio (MaaS, por sus siglas en inglés), por ejemplo, a través de servicios de traslado con billeteaje y pago integrados, a fin de mejorar la interfase con el transporte urbano.

**Un aspecto importante dentro de las inversiones que puede realizar el sector público radica en el diseño y gestión del espacio aéreo.**

Las acciones en este sentido apuntan a inversiones en infraestructura aeroportuaria y de navegación aérea, unidas a programas de gestión del tráfico aéreo, para reducir la congestión aérea y aumentar la eficiencia y seguridad en las operaciones. En 2018, EANA, proveedora de servicios de navegación aérea en Argentina, inició con la ayuda de un consorcio internacional el proceso de rediseño del Área Terminal Buenos Aires (TMA Baires), un espacio aéreo congestionado que incluye siete aeródromos controlados de aviación comercial, general y militar, que concentra alrededor del 50% de todos los movimientos de aeronaves en Argentina (EANA, 2021). La nueva concepción del espacio aéreo, con centro en el Aeropuerto Internacional de Ezeiza, comenzó a validarse en simuladores a mediados de 2021 y actualmente se encuentra en etapa de entrenamiento de controladores para su implementación a comienzos de 2024. El nuevo concepto apunta a aumentar la capacidad del espacio aéreo en hasta un 80% para satisfacer el crecimiento de la demanda en forma segura y ordenada, siguiendo lineamientos tales como: (i) trayectorias de vuelo más consistentes, transiciones continuas, aproximaciones estabilizadas y menos puntos de cruce; (ii) mayor





predictibilidad en las operaciones; (iii) reducción de la carga de trabajo para el controlador de tráfico aéreo y el piloto; y (v) reducción de trayectorias, tiempo de vuelo y consumo de combustible.

**La reducción de emisiones también puede lograrse en el proceso de construcción de aeropuertos.** Para ello, es clave intervenir en las fases de planificación, contratación y construcción. En la fase de planeación, el sector público debe contemplar: (i) la compilación de un inventario de energía e insumos materiales y ambientales; y (ii) la evaluación del potencial impacto ambiental asociados con entradas y liberaciones identificadas. Por ejemplo, el Manual de Aeropuerto Sostenible elaborado por el Departamento de Aviación de Chicago tiene como propósito integrar la planificación y las prácticas sostenibles específicas de los aeropuertos en las primeras etapas del proceso de diseño, a través de la planificación, construcción, operaciones, mantenimiento y todas las funciones del aeropuerto con impacto mínimo en el cronograma o el presupuesto (Chicago Department of Aviation, 2018). En la contratación, los pliegos pueden incluir: (i) mecanismos para incentivar a las empresas a cumplir metas de sostenibilidad, sean financieros o mediante certificado de cumplimiento (aeropuertos como los de Los Ángeles y Ontario adoptaron estos mecanismos); (ii) el establecimiento de especificaciones técnicas y estándares para implementar prácticas sustentables de construcción; y (iii) solicitud de reportes sobre el desempeño de las prácticas sustentables de construcción. En este sentido, existen ya métodos de construcción que pueden ser aplicados con el objetivo de reducir la cantidad de productos, optimizar los procesos e, incluso, facilitar los procesos de rehabilitación de terminales en el futuro bajo un concepto de terminales más flexibles. Por el lado aire, se están explorando técnicas como *warm-mix* asphalt por beneficios como reducción en uso de combustible y de emisión de contaminantes locales, asfalto reciclado y tratamientos para la preservación de superficie. En la construcción, se puede requerir certificaciones como LEED® o EDGE, que promueven métodos de construcción que impactan en la reducción de emisiones, mejoran la salud de los individuos y promueven un ciclo de materiales regenerativo y sustentable, entre otros.

**Mientras que las medidas anteriores pueden ubicarse dentro del pilar de “mejorar”, existen algunos ejemplos de políticas públicas en las áreas de “cambiar”.** El impacto de las emisiones de la aviación en viajes de corta distancia es más elevado por PKM que los otros modos de transporte





colectivo. Por lo tanto, es necesario, en estos casos y donde sea posible, aplicar medidas para fomentar el cambio modal, por ejemplo, en los viajes aéreos que pueden ser reemplazados mediante el cambio al ferrocarril de alta velocidad. Para tener un impacto mayor e impulsar el uso de este modo, se necesitan inversiones e incentivos adicionales, así como una colaboración entre subsectores (SLOCAT, 2021a). Un ejemplo de política es el caso de Francia, que en 2019 introdujo una ecotasa sobre todos los vuelos domésticos y los vuelos que salen del país, para financiar la renovación del sector ferroviario. El instrumento fiscal también es utilizado por Noruega y Suiza, que cobran impuestos sobre el valor añadido en los vuelos internacionales -y no solo vuelos domésticos, como es el caso para los otros países europeos-, lo que repercute en el precio del tiquete para el pasajero, evidenciando el costo ambiental del vuelo. Con esto, se espera influenciar su decisión de viajar y, de hacerlo, la elección del modo. Ahora bien, para movimientos internacionales y viajes nacionales de larga distancia, la aviación sigue siendo la única opción o la más factible. Los servicios de trenes de alta velocidad, que pueden reducir hasta un 93% las emisiones por PKM, sólo pueden reemplazar el transporte aéreo en rutas de alta demanda y en una distancia reducida.

#### • 4.5.2 MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CC

**Los planes de transporte en países referentes reconocen la vulnerabilidad del subsector a los efectos del CC, en particular respecto de las tormentas tropicales y el aumento del nivel del mar.** En la mayoría de los casos, es en los planes de adaptación del sector transporte o de adaptación en general del país donde se encuentran más presentes estas menciones y mediante los cuales se establecen recursos para contribuir a la investigación y toma de medidas de adaptación en aeropuertos. En Estados Unidos, por ejemplo, el “Plan de Acción Climática” del Departamento de Transporte otorgó recursos de investigación para analizar los impactos del CC en los aeropuertos del país. De manera similar, en el Reino Unido, mediante el Programa del Reino Unido de Adaptación, los aeropuertos de Luton y Cardiff evaluaron el riesgo del CC sobre aspectos financieros y de reputación en sus negocios, así como la capacidad de brindar sus servicios ante eventos climáticos externos (Network by WSP, 2023). Estos análisis son clave para identificar necesidades de intervención por parte del sector público





y privado para generar resiliencia en el sector. En el caso del Reino Unido, el análisis en los aeropuertos de Luton y Cardiff dio paso a una revisión en la inversión en proyectos de capital, el fortalecimiento de las capacidades del equipo existente y el incremento de la colaboración con los interesados, incluyendo los Servicios de Navegación Aérea y la Oficina Meteorológica. De la misma manera, en Noruega, Avinor, administrador de 45 aeropuertos, realizó estudios con proyecciones de cambios en los parámetros climáticos, dado que la mayoría de los aeropuertos se ubican sobre la costa y al nivel del mar. Los estudios derivaron en la implementación de las siguientes medidas: (i) ampliación de los sistemas de drenaje en un 50%; (ii) cambio de baterías de los equipamientos de navegación aérea, ubicados en áreas con probabilidad de inundación; y (iii) nuevos parámetros para construcción de las pistas, que deben de estar a siete metros sobre el nivel del mar. Por su parte, a nivel internacional, en 2022, la OACI publicó una guía de adaptación y resiliencia, que detalla cómo incluir estos análisis en la planeación de aeropuertos (Recuadro 4.12).

**RECUADRO 4.12.**

**Guía para la adaptación y resiliencia del sector aéreo de la OACI**

En 2022 la OACI publicó sus “Pasos clave en la evaluación de riesgos del cambio climático y la planificación de la adaptación de las organizaciones de aviación” (OACI, 2022a). Esa guía está dirigida a Estados, aeropuertos, operadores aéreos y proveedores de servicios de navegación aérea. El documento ofrece directrices para evaluar los riesgos del CC mediante la implementación de tres metodologías: (i) Planificación de Escenarios; (ii) Análisis de Opciones Reales; y (iii) Toma de Decisiones Robusta. Proporciona asimismo herramientas de decisión y mejores prácticas, por ejemplo, sobre la importancia de cubrir en la evaluación los impactos climáticos sobre el personal, los pasajeros y los equipos en general, además de las operaciones e infraestructuras, y de involucrar a los operadores de activos a lo largo de la evaluación.





**El marco normativo ha sido modificado para incluir medidas de adaptación, ajustando, cambiando o mejorando las operaciones de tráfico aéreo y las infraestructuras aeroportuarias.** Las normas de diseño y la reubicación de infraestructuras fuera de zonas de mayor riesgo son las directrices mayormente implementadas, con particular atención al diseño de las pistas y vías de acceso, reforzándolas, elevándolas o extendiéndolas. Los aeropuertos de Heathrow en Londres y Hong Kong son ejemplos internacionales en este sentido. Otras medidas incluyen: monitoreo meteorológico mediante instrumentación real o teledetección; sistemas de alerta temprana; medidas de prevención como el almacenamiento de combustible, electricidad y agua; ajustes de horarios de las operaciones; elaboración de planes de contingencia y de procedimientos operativos resilientes; medidas para aumentar la solidez y la flexibilidad de las operaciones y tomas de decisiones; cambios en la zonificación según evaluación de riesgos; medidas soft como el intercambio de información y capacitación (OACI, 2018). Dado que, en la mayoría de los casos, los aeropuertos son operados por concesionarios, estos requisitos pueden ser incorporados en los procesos de licitación y en los contratos de concesión, a fin de dar prioridad y asegurar el cumplimiento de lo dispuesto.

**Dentro de los instrumentos del sector público, la generación y diseminación de información es una medida ampliamente implementada para reducir riesgos de desastres.** Un caso paradigmático en este sentido es el de Hong Kong, donde su Autoridad de Aeropuertos trabajó con el Observatorio del Tiempo y Control de Tráfico para generar un sistema de contingencia operacional. Cuando el huracán Hato llegó a la ciudad en agosto de 2017, un plan de comunicación masiva alertó a la población y usuarios por medio de las pantallas digitales en las terminales, anuncios públicos en los medios de comunicación local, sitio web de los aeropuertos y aplicación móvil, entre otros. Eso permitió que las aerolíneas, aeropuertos y servicios asociados formaran un grupo de emergencia para atender las necesidades de los pasajeros en los aeropuertos y reprogramar vuelos. Al día siguiente, fue posible coordinar la atención total de los pasajeros, con récords de vuelos. Otras inversiones se refieren a la instalación de centrales meteorológicas automatizadas, que permitan la detección temprana de fenómenos climáticos que puedan afectar la operación aeroportuaria.





**Una buena práctica a resaltar es la combinación de medidas para dar un mayor impulso a la mitigación y adaptación al CC.** Varios aeropuertos del mundo ya están integrando las prácticas sostenibles como un pilar dentro de sus planes estratégicos. La estrategia de sostenibilidad del aeropuerto de Heathrow (“Heathrow 2.0”) es un claro ejemplo de intervenciones integrales orientadas a reducir los impactos ambientales de la actividad aeroportuaria y mejorar la calidad de vida los usuarios y entornos geográficos. Esta estrategia, lanzada en febrero de 2022, tiene como pilares alcanzar cero emisiones netas en la operación aeroportuaria y hacer de Heathrow un buen lugar para vivir y trabajar (Heathrow, 2023). Para esto, se plantean metas al 2030 que abarcan la reducción de emisiones de carbono por la actividad aérea en un 15% y por la actividad terrestre en un 45%, comparado con los niveles de 2019. Respecto a la calidad de vida, la estrategia apunta a reducir el NOx suspendido en un 18% frente al nivel de 2019, limitar los inconvenientes generados por el ruido en la comunidad, y maximizar el reciclaje de materiales en Heathrow. Para el logro de estas metas, el aeropuerto lleva monitoreando su huella de carbono año a año, realizando inversiones en infraestructura y cambios operacionales, y vinculando socios de la industria. En este contexto, algunas aerolíneas se han comprometido a utilizar al menos 10% de SAF en sus operaciones y apagar motores cuando los aviones están detenidos. Las medidas en tierra incluyen la promoción del transporte público para los usuarios y empleados mediante la ampliación de la oferta de transporte público, la reposición de flota a combustión interna por vehículos cero emisiones, y la generación de energía a través de fuentes renovables como paneles solares y biomasa.

A continuación, en la Tabla 4.5, se incluyen las medidas más utilizadas por los referentes del sector a nivel mundial, sobre la base de lo cual comparar el estado de esta temática en ALC.





TABLA 4.5.

Políticas de transporte aéreo implementadas a nivel internacional

Niveles	Mitigación		Adaptación
	Eficiencia energética	Transición energética	
<b>Regulaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Normativas para una mayor eficiencia energética en construcción y operación</li> <li>• Uso de procedimientos de navegación basados en desempeño</li> <li>• Habilitación de MaaS para conexión urbana</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisitos de mezcla de SAF en el combustible</li> <li>• Estándares de intensidad en carbono</li> <li>• Armonización de normativa bajo CORSIA</li> <li>• Meta de reducción de emisiones</li> <li>• Regulaciones que estimulen la producción de energía limpia por los aeropuertos (i.e. fotovoltaicas).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambios en normativas de construcción y mantenimiento para resiliencia al CC</li> <li>• Cambios en la zonificación</li> </ul>
<b>Compras públicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de emisiones en construcción</li> <li>• Requisitos de eficiencia energética en aeropuertos</li> <li>• Especificaciones técnicas y estándares de construcción</li> <li>• Permisos para testeado de nuevos materiales en construcción</li> <li>• Participación de los aeropuertos públicos en el programa ACA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especificaciones técnicas y estándares de construcción</li> <li>• Participación de los aeropuertos públicos en el programa ACA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especificaciones técnicas y estándares de construcción en consistencia con adaptación al CC</li> <li>• Inversiones de adaptación al CC</li> <li>• Elaboración de planes de contingencia y de procedimientos operativos resilientes</li> </ul>
<b>Instrumentos de precios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atribución de precio a emisiones de GEI</li> <li>• Comercio de derechos de emisión</li> <li>• Incentivos para reducir emisiones en fase de construcción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atribución de precio a emisiones de GEI</li> <li>• Comercio de derechos de emisión</li> <li>• Créditos impositivos para SAF</li> <li>• Subsidios para el desarrollo y la compra de SAF</li> <li>• Ecotasa sobre vuelos</li> </ul>	N/D
<b>Incentivos no financieros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medidas de gestión de tráfico aéreo, optimización de rutas, uso eficiente de espacios aéreos, mejora de operaciones de taxi de aeronaves</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• I+D para SAF</li> <li>• Habilitación de pilotos con SAF</li> <li>• Estudios de factibilidad para despliegue de SAF</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudios sobre vulnerabilidad de aeropuertos</li> <li>• Fortalecimiento de capacidades</li> <li>• I+D para soluciones que incrementen la resiliencia</li> </ul>
<b>Inversiones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inventario de emisiones</li> <li>• Sistemas de gestión de tráfico aéreo</li> <li>• Digitalización de procesos</li> <li>• MaaS para conexión urbana</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inversión en ferrocarril eléctrico para cambio modal</li> <li>• Inversión en plantas piloto de SAF</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inversiones de adaptación al CC en materia de drenaje, equipamientos de navegación aérea, rehabilitación</li> <li>• Sistemas y protocolos de alerta temprana</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

Nota: \*Listado no taxativo de políticas.



## 4.6. Conclusiones de las buenas prácticas internacionales en materia de política pública

- En los últimos diez años, los países referentes a nivel internacional han elaborado un conjunto de políticas que promueven la mitigación y adaptación al CC en el transporte. Estas pueden resumirse en cinco grandes áreas de acción: (i) priorización de la descarbonización y adaptación en los planes sectoriales y su incorporación en los NDCs y otros mecanismos de respuesta al CC; (ii) disponibilidad de una batería de instrumentos para promover acciones en materia de descarbonización y adaptación; (iii) modernización institucional para asumir la tarea de planificar, coordinar y supervisar dichas acciones; (iv) estrecha colaboración y coordinación con otras agencias de gobierno; y (v) generación de alianzas con el sector privado, la academia y la sociedad civil.
- Primero, todos países referentes cuentan con planes que ponen a la lucha contra el CC como uno de los principales desafíos del sector transporte. Es allí donde se plasman a nivel nacional los compromisos internacionales asumidos para la descarbonización del transporte en el marco del Acuerdo de París, en sus NDCs y en los demás mecanismos previstos por la CMNUCC. También reconocen la oportunidad de la transformación verde del transporte como mecanismo para impulsar la industria, generar empleos y convertirse en referentes tecnológicos a nivel mundial. Los planes sectoriales se complementan con estrategias para subsectores y tecnologías específicas. La adaptación al CC es reconocida en los planes sectoriales dentro de los riesgos más importantes para el transporte. Más allá de los NAPs, muchos países han desarrollado estrategias específicas por subsector, así como también para áreas geográficas específicas.
- Segundo, los países referentes utilizan una variedad de instrumentos de política pública para incentivar la descarbonización y la resiliencia del transporte al CC. Estos pueden clasificarse en cinco grupos: (i) regulaciones que limitan la emisión de contaminantes y reducen la vulnerabilidad al CC; (ii) procesos de adquisiciones que incluyen criterios medioambientales; (iii) instrumentos de precios; (iv) incentivos no económicos; y (v) inversiones del sector público.



- Tercero, todos los países referentes han creado dentro de sus agencias sectoriales unidades a cargo de la mitigación y la adaptación al CC, donde equipos interdisciplinarios utilizan diferentes enfoques para analizar los desafíos del sector, establecer políticas y monitorearlas. Estos cuentan con datos tales como inventarios de emisiones y series históricas de variables climáticas que recolectan y analizan utilizando tecnologías digitales. La dotación de recursos, el entrenamiento, el intercambio de experiencias a nivel nacional e internacional y la coordinación estrecha con otras áreas sectoriales y de gobierno son buenas prácticas evidenciadas en todos los países referentes en materia de fortalecimiento de capacidades institucionales para hacer frente al desafío de CC.
- Cuarto, dada la transversalidad del CC, los objetivos y líneas de acción en el área de transporte son coordinados con las entidades responsables de medioambiente y energía. Asimismo, establecen mecanismos de coordinación vertical, entre diferentes niveles de gobierno, apalancando las facultades de cada nivel.
- Quinto, generan alianzas estratégicas con el sector privado, la academia y la sociedad civil para avanzar en la descarbonización y adaptación del transporte, partiendo de la incorporación de estos actores en el diseño de los planes nacionales y subsectoriales mediante consultas previas y mesas de trabajo con el sector público, y utilizando herramientas como pilotos y acuerdos para fomentar la innovación y el desarrollo tecnológico.
- Si bien cada subsector tiene sus particularidades en cuanto al contenido de las medidas, se utilizan los mismos instrumentos y acciones para impulsar la transición verde en la movilidad urbana, el transporte carretero, el transporte marítimo y el transporte aéreo, lo que brinda un marco de referencia para generar un *big push* de política pública en ALC.

# 5.



---

## Hoja de ruta para la descarbonización y la resiliencia del transporte en ALC

- 5.1. **Acciones generales: priorización en el plan sectorial e identificación de fuentes de fondeo y financiamiento para el desarrollo de sistemas de transporte limpios y resilientes | 292**
- 5.2. **Hoja de ruta para la descarbonización y la resiliencia de la movilidad urbana | 307**
  - 5.2.1. Visión estratégica | 311
  - 5.2.2. Instrumentos de política | 315
  - 5.2.3. Marco institucional | 324
  - 5.2.4. Alianzas estratégicas | 326



# 5.



## Hoja de ruta para la descarbonización y la resiliencia del transporte en ALC

### 5.3. Hoja de ruta para la descarbonización y la resiliencia del transporte carretero | 329

5.3.1. Visión estratégica | 331

5.3.2. Instrumentos de política | 333

5.3.3. Marco institucional | 342

5.3.4. Alianzas estratégicas | 344

### 5.4. Hoja de ruta para la descarbonización y la resiliencia del transporte marítimo | 347

5.4.1. Visión estratégica | 353

5.4.2. Instrumentos de política | 355

5.4.3. Marco institucional | 364

5.4.4. Alianzas estratégicas | 366



# 5.



---

## Hoja de ruta para la descarbonización y la resiliencia del transporte en ALC

### 5.5. Hoja de ruta para la descarbonización y la resiliencia del transporte aéreo | 368

5.5.1. Visión estratégica | 372

5.5.2. Instrumentos de política | 373

5.5.3. Marco institucional | 378

5.5.4. Alianzas estratégicas | 379

### 5.6. Conclusiones de las hojas de ruta para ALC | 381





## 5. Hoja de ruta para la descarbonización y la resiliencia del transporte en ALC

**La crisis climática brinda la oportunidad de apostar por un nuevo modelo de transporte.**

### Consideraciones preliminares

La transformación del transporte para luchar contra el CC es una tarea que debe comenzar sin dilación en ALC. Si bien la región tiene una participación en emisiones globales mucho menor que otras regiones, existen importantes razones para colocar a la descarbonización y la resiliencia del transporte como un objetivo clave de política pública:

- El transporte es el principal contribuyente a las emisiones de GEI de ALC, por lo que lograr los objetivos del Acuerdo de París por parte de los países de la región requiere tomar acciones en el sector.
- El tiempo de acción para revertir los efectos del CC se está agotando, lo que implica que los países de ALC, en el contexto de la transición justa, deben generar para 2030 el marco habilitador y las inversiones necesarias para encaminarse hacia un transporte cero-neto a 2050 y cumplir con los objetivos de un marco regulatorio internacional que será cada vez más restrictivo para el uso de combustibles fósiles.
- Los países de ALC, especialmente los del Caribe y Centroamérica, serán afectados gravemente por el CC, lo que urge a incrementar la resiliencia del transporte en la región.
- Particularmente afectadas serán las poblaciones vulnerables, quienes poseen patrones de asentamiento y de viaje más precarios, incrementando su exposición a disrupciones en la infraestructura de transporte.
- La transformación sistémica del sector brinda oportunidades económicas para la región en la forma de disponibilidad de producción de energía renovable para el transporte, posicionamiento estratégico en la reconfiguración de redes de transporte globales, generación de empleos verdes en el marco de la reconversión industrial y atracción de inversiones y fondos internacionales para catalizar los cambios requeridos por el sector en la lucha contra el CC.

En general, brinda la oportunidad de apostar por un nuevo modelo de transporte, que esté al servicio de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. En este sentido, un aspecto importante a destacar es la necesidad de contar con una visión sistémica de cambio, donde no solo se apunte a reemplazar los combustibles fósiles por fuentes de energía renovables, sino que el objetivo sea lograr un transporte más sostenible, eficiente, seguro e inclusivo, que provea acceso a oportunidades a todos por igual (Figura 5.1). Para ello, como se verá en este capítulo, es fundamental tomar acciones que generen cambios en la forma en la que se mueven las personas y las mercancías, sobre la base de estrategias particulares para cada modo de transporte, coordinación de acciones en otras áreas de gobierno y bajo el paraguas de un plan nacional que establezca la visión y los lineamientos generales para el sector. Claramente, el gobierno tiene un rol importante en la materialización de esta visión, pero el éxito en la implementación vendrá de la generación de alianzas entre agencias públicas y con el sector privado, la academia y la sociedad civil.

FIGURA 5.1.

Transporte y CC: Una visión sistémica



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Se consideran los subsectores de transporte más relevantes para la región.



**Son cuatro las áreas de acción propuestas en este capítulo para que los países de ALC generen un *big push* que les permita avanzar en la descarbonización y la resiliencia del sector.** Sobre la base de los objetivos establecidos a nivel internacional (Capítulo 3) y las buenas prácticas de los países que están liderando la transición verde en el transporte (Capítulo 4), se presentan a continuación un conjunto de recomendaciones de política en la forma de hoja de ruta, para ser implementada por los gobiernos de la región de manera gradual, reconociendo las características de cada país en el marco de la transición justa. Estas recomendaciones se agrupan en cuatro categorías: (i) identificar a la descarbonización y la resiliencia como prioridades del sector, dentro de una visión de transporte eficiente, inclusivo y sostenible; (ii) desarrollar los instrumentos que permitan materializar esa priorización; (iii) adecuar las instituciones para hacer frente a la tarea de la descarbonización y la resiliencia del sector; y (iv) generar alianzas estratégicas con agencias de gobierno y con los sectores privado, académico y de la sociedad civil, a fin de impulsar una transición que requiere de un cambio sistémico en el sector. Al igual que en el capítulo anterior, el transporte involucra a diferentes subsectores, donde se requieren acciones que pueden ser comunes, pero también específicas al subsector. Por esta razón, en este capítulo se incluyen acciones a nivel general del sector y luego hojas de ruta para movilidad urbana, transporte carretero, transporte marítimo y transporte aéreo.

**Un aspecto clave para la implementación de las hojas de ruta a nivel del sector transporte y de sus subsectores es el estado inicial en que se encuentra cada uno de los países con relación a las políticas de transporte y CC.** Es posible identificar dos dimensiones que permiten visualizar la heterogeneidad de los países en la región: (i) el nivel de priorización de las políticas de transporte y CC; y (ii) la disponibilidad de políticas de transporte y CC, dando lugar a cuatro grupos diferentes de países (Figura 5.2). El primer grupo corresponde a los “rezagados”, donde se encuentran aquellos países que no han priorizado ni la descarbonización ni la adaptación del transporte al CC en su estrategia para el sector, al tiempo que tampoco han realizado avances en la implementación de políticas en esta materia. El segundo grupo de países corresponde a los “jugadores de nicho”, quienes han avanzado exitosamente en la implementación de ciertas políticas, pero en forma aislada, sin identificar al CC como una prioridad estratégica para el sector transporte, ni contar con una articulación de las políticas. El tercer

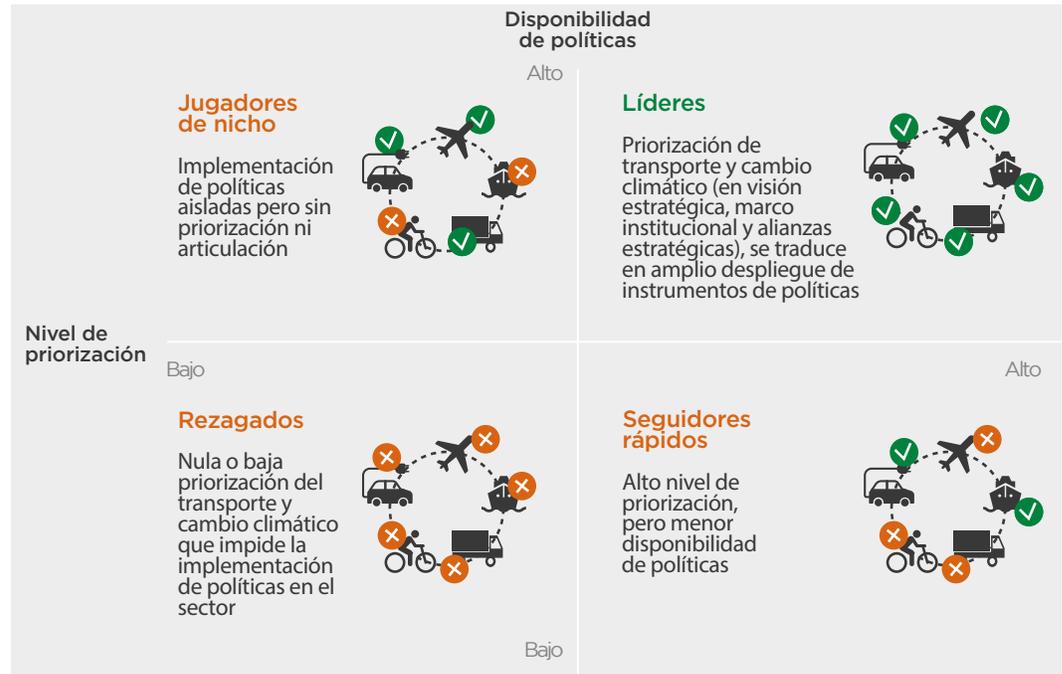


grupo, corresponde a los países llamados “seguidores rápidos”, que han priorizado al transporte y CC en su estrategia para el sector, pero que están rezagados en la implementación de políticas. Por último, se encuentran los “líderes”, los cuales han identificado al CC como un pilar para las políticas públicas del sector, cuentan con un conjunto de acciones en este ámbito, han fortalecido a sus instituciones y han desarrollado alianzas estratégicas para el éxito de las políticas. De esta manera, la identificación de la situación inicial por parte de cada país en términos de avances de la priorización y disponibilidad de políticas de transporte y CC permite ajustar las hojas de ruta a las características particulares de la realidad local, al identificar las áreas de acción que requieren desarrollo y fortalecimiento.

**La heterogeneidad entre países también es evidente en los subsectores del transporte.** En la región se encuentran ciudades que están liderando a nivel mundial la electrificación de la flota de transporte urbano. Asimismo, hay países que están realizando pilotos para la descarbonización del transporte marítimo. Otros están focalizándose en incrementar la resiliencia de su red de carreteras. Así, por ejemplo, un país puede clasificarse como “jugador de nicho” en un determinado subsector, mientras que puede ser un “seguidor rápido” en otro. También pueden existir diferentes realidades dentro de un mismo país, como es el caso de la electrificación del transporte público. Finalmente, el estado de avance tecnológico y normativo en descarbonización y adaptación es muy diferente según el subsector. Por esta razón, en este documento no solo se analiza el sector a nivel general, sino que se proponen hojas de ruta para los subsectores más importantes en la región: movilidad urbana, transporte carretero, transporte marítimo y transporte aéreo. Para ello, se parte de un benchmark internacional para cada subsector y se adaptan las propuestas a la realidad de ALC.

FIGURA 5.2.

**Aspectos claves para la definición de la hoja de ruta: Clasificación de países según nivel de priorización y disponibilidad de políticas de transporte y CC**



**Fuente:** Elaboración propia.

**Nota:** Un nivel alto de priorización de CC en el sector transporte por parte de los países implica el desarrollo de las áreas de acción asociadas a la visión estratégica, al marco institucional y a las alianzas estratégicas. Por otro lado, un nivel alto de disponibilidad de políticas implica un amplio despliegue del área de acción correspondiente a instrumentos de política.

**Es importante reconocer que, en tanto conformada por países en desarrollo, la región tiene restricciones fiscales, financieras, económicas y sociales para emprender un programa agresivo de inversiones que modifique el modelo de desarrollo actual.** Por esta razón, la transición debe ser gradual y justa, siempre con el horizonte de alcanzar la carbono-neutralidad. La transición justa es reconocida en el Acuerdo de París, donde se señala que debe considerarse el contexto económico, social y medioambiental de cada país, y haciendo énfasis en la adopción de un enfoque gradual para los países en desarrollo.

**El enfoque de transición justa también se refiere a las contribuciones de cada país al CC.** El 1% más rico del mundo es responsable del 17% de las emisiones globales de CO<sub>2</sub>; el 9% siguiente representa el 31,8%; la



**ALC debe invertir más y mejor en infraestructura de transporte para alcanzar los ODS.**

franja del 40% ubicada en el medio es asimismo responsable del 40% de las emisiones; y el 50% más pobre representa apenas el 12% (UNCTAD, 2022a). Estos últimos no solo tienen una menor responsabilidad en el calentamiento global, sino que son quienes más sufren las consecuencias del mismo (African Development Bank et al., 2003). En este contexto y con particular referencia al transporte, las emisiones de ALC ascienden a apenas el 9% de las emisiones globales del sector (2% si se consideran las emisiones globales de todos los sectores), frente al 32% de Asia Pacífico y el 28% de Norteamérica. Con 0,95 toneladas de CO<sub>2</sub> emitidas per cápita en transporte en 2019, ALC se encuentra muy por debajo del promedio de países OCDE (2,6) y de Estados Unidos (5,4) (ver Capítulo 1).

**Así, los países de ALC deben abogar internacionalmente como región por una transición justa, donde los países con mayor nivel de emisiones y mayor disponibilidad de recursos tengan mayor responsabilidad en la transición.** Un aspecto clave en este sentido es conciliar el crecimiento económico con la transición energética. Las economías avanzadas crecieron sobre la base de un modelo intensivo en carbono (Awaworyi Churchill et al., 2021). En cambio, los países en desarrollo enfrentan el desafío de impulsar el crecimiento en el contexto del CC. La transición justa, según abogado por los países en el seno de Naciones Unidas, implica reconocer que no todos los países deben caminar al mismo ritmo en la descarbonización de sus economías. Las economías avanzadas deben comenzar por realizar el mayor esfuerzo hacia 2030, permitiendo a los países en desarrollo transitar gradualmente hacia un modelo de crecimiento bajo en carbono. Así, se espera que las emisiones de este grupo de países lleguen a su pico en 2030 -más tarde que en las economías avanzadas-, para luego comenzar a descender.

**Esto tiene su corolario en la inversión en el sector transporte. La región enfrenta todavía un enorme reto para cerrar la brecha de infraestructura de transporte, especialmente en movilidad urbana y carreteras, que limita su posibilidad de alcanzar los ODS.** Como evidenciado científicamente y reconocido en los planes estratégicos de países referentes y organismos internacionales, la infraestructura y los servicios de transporte son clave para la construcción de sociedades más inclusivas y sostenibles (Serebrisky et al., 2020). En ALC, los sistemas masivos de transporte público incrementan el acceso a empleo y educación, a la vez que la inversión en infraestructura carretera reduce los tiempos de viaje y los costos de transporte de bienes e insumos, aumenta la productividad,

mejora el acceso a mercados, crea empleo e incrementa los ingresos de la población beneficiada por las inversiones, contribuyendo a disminuir la pobreza (ver Capítulo 1). Así, la región debe invertir más y mejor en infraestructura de transporte para cerrar la brecha de desarrollo. Por supuesto, esto debe hacerlo a la vez que cumple con sus metas de reducción de emisiones en un contexto de transición gradual.

**La transición gradual para los países de ALC implica implementar acciones en el corto, mediano y largo plazo.** En el corto plazo, se requiere desarrollar la visión estratégica y el marco normativo habilitador para la transición. En el mediano plazo deben estar implementadas las políticas y programas que permitan el escalamiento de las medidas, y en el largo plazo debe lograrse la carbono-neutralidad y el fortalecimiento de la resiliencia del sector a 2050 (Figura 5.3).

FIGURA 5.3.

**Definición de principales metas de descarbonización y adaptación del transporte al cambio climático en la región**



Fuente: Elaboración propia.

Las acciones recomendadas para la región en este capítulo se dividen en cinco secciones: (i) acciones generales para priorizar la temática en el plan sectorial e identificar fuentes de fondeo y financiamiento; (ii) acciones para la movilidad urbana; (iii) acciones para el transporte carretero; (iv) acciones para el transporte marítimo; y (v) acciones para el transporte aéreo. A su vez, estas se dividen en acciones de corto, mediano y largo plazo, para proveer una priorización temporal de las mismas. Las medidas se acompañan de ejemplos de la región y recuadros que proveen información sobre aspectos importantes de las acciones recomendadas.



## 5.1.

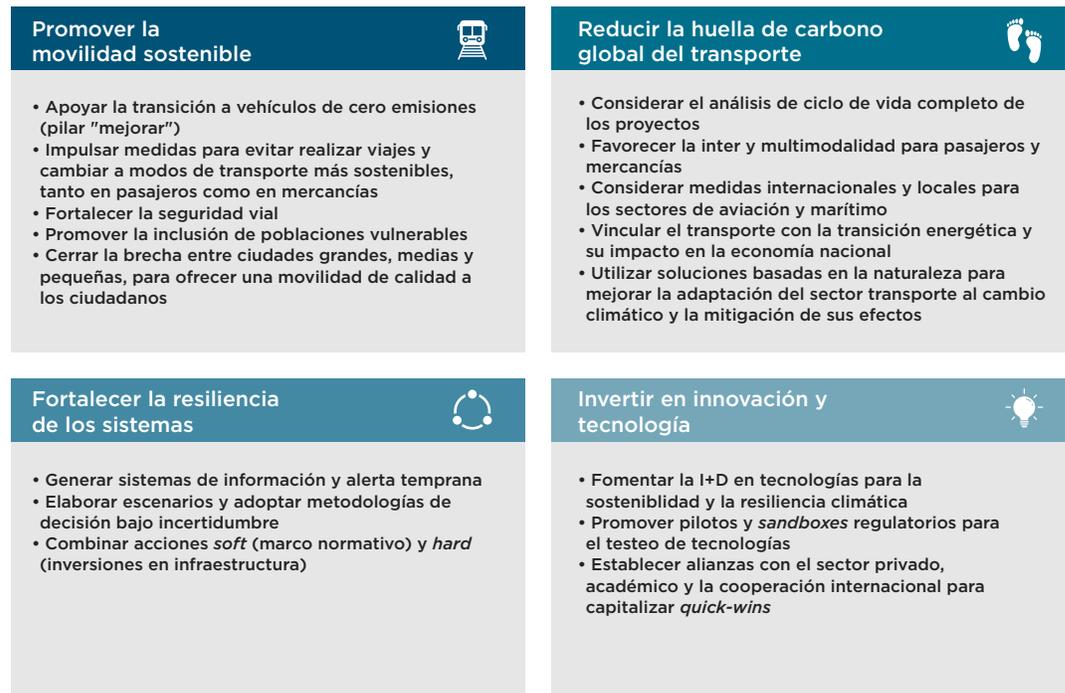
### Acciones generales: priorización en el plan sectorial e identificación de fuentes de fondeo y financiamiento para el desarrollo de sistemas de transporte limpios y resilientes

**Una acción fundamental para avanzar en la descarbonización y la resiliencia del transporte es identificar a estos objetivos como prioridades del sector.** Ello requiere introducir cambios en los instrumentos de planificación. El documento principal para hacerlo es el Plan Nacional de Transporte o similar, donde debe reconocerse la importancia de estos aspectos para el futuro del transporte, en todos sus modos, así como para el logro de los objetivos del Acuerdo de París y la promoción de un modelo de desarrollo amigable con el medioambiente. En el Plan debe establecerse la visión sobre la cual generar posteriormente planes e instrumentos específicos para diferentes modos de transporte, según se presenta en las secciones a continuación. Esto debe ser realizado por la autoridad a cargo del sector, en coordinación con las autoridades medioambientales y de energía. Asimismo, las prioridades deben ser consistentes con las metas establecidas en las NDCs del país. Las prioridades a ser identificadas en el Plan pueden resumirse según indicado en la Figura 5.4.



FIGURA 5.4.

### Prioridades estratégicas en la planificación para la descarbonización y adaptación al CC del sector transporte



Fuente: Elaboración propia.

La elaboración de documentos prospectivos y estudios técnicos sobre el impacto del sector en el CC y viceversa es útil para identificar las acciones de políticas a incluir en el Plan. Estos documentos pueden ser realizados por el sector público o pueden ser solicitados al sector privado y/o académico vía contratación pública. Existen numerosas organizaciones internacionales que proveen recursos para financiar estos estudios. En ellos se identifican escenarios, oportunidades, barreras y líneas de acción para la política pública, sirviendo como insumo para los planes y estrategias sectoriales. La cooperación internacional también puede ser útil para acceder a experiencias de países referentes y de pares de la región respecto a buenas prácticas y lecciones aprendidas en el diseño e implementación de planes nacionales, subsectoriales y de tecnologías específicas, a fin de informar la modificación del Plan.

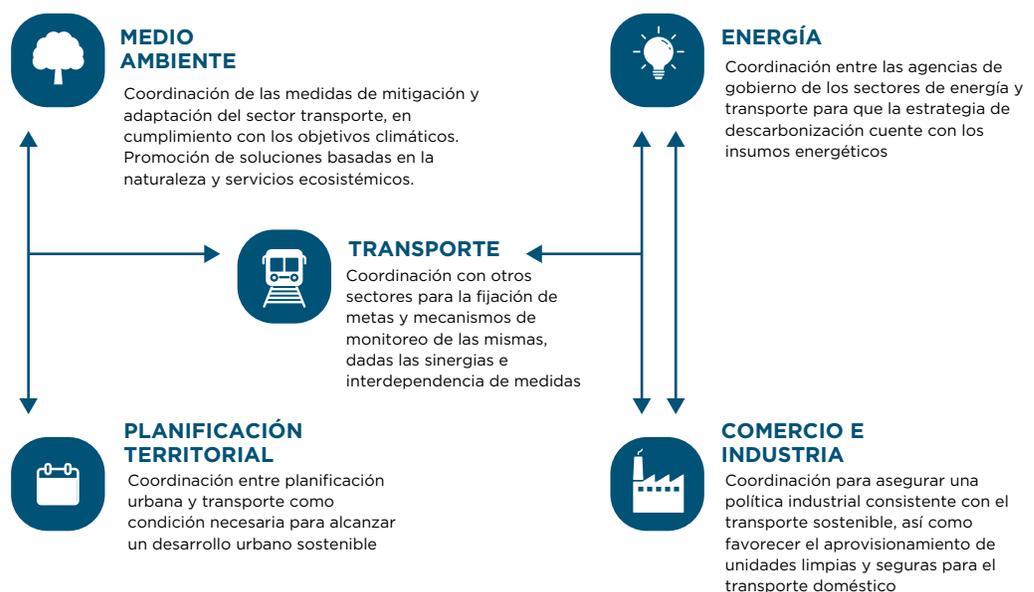
La preparación y modificación del Plan debe contar con un proceso de consultas a actores relevantes. Estas consultas deben realizarse previo, durante y posteriormente a la elaboración del plan y deben incluir al

sector privado, la sociedad civil, la academia y otras agencias públicas que tienen mandato sobre aspectos relacionados con el CC. Con este propósito, pueden establecerse mesas ad-hoc alrededor de temas específicos, llamar a la presentación de propuestas ciudadanas y realizar *focus groups* o encuestas, entre otros. Un mecanismo utilizado en varios países referentes es la conformación de un comité asesor de alto nivel para la modificación del Plan, con participación de expertos nacionales e internacionales en la materia.

**Dada la transversalidad del CC, es importante definir el rol de las agencias de gobierno en la implementación del Plan.** En general, los Ministerios de Medio Ambiente establecen las directrices sobre las metas a alcanzar en materia de lucha contra el CC. Según estos lineamientos, los Ministerios de Transporte identifican los objetivos y las acciones para el sector, mientras que los Ministerios de Energía hacen lo propio sobre la transición energética. Dada la interdependencia de las medidas en los tres sectores, es fundamental establecer mecanismos de coordinación entre ellos e identificar metas comunes y mecanismos de monitoreo de avance, en adición a la coordinación con la planificación territorial (Figura 5.5).

FIGURA 5.5.

### Coordinación y sinergias intersectoriales para la descarbonización y adaptación del sector transporte



Fuente: Elaboración propia.



**ALC debe invertir anualmente en infraestructura 3,12% de su PIB para cumplir con los ODS.**

**Contar con fuentes de energía renovable es crucial para la descarbonización del transporte, lo que requiere una colaboración estrecha con el sector de energía, que debe evidenciarse en el Plan.**

La descarbonización del transporte irá de la mano de la disponibilidad de energía renovable en gran escala, minerales críticos en volumen, infraestructuras complementarias, innovaciones en tecnologías de almacenamiento energético, entre otros. Si bien la región es líder en renovables comparativamente con otras regiones del mundo, escalar la transición energética tiene importantes desafíos, por ejemplo en cuanto a aspectos ambientales y sociales para la generación hidroeléctrica, sostenibilidad y competencia de recursos para biocombustibles, y variabilidad meteorológica debida al CC para energía eólica. Asimismo, no todos los países cuentan con el mismo potencial para renovables, como es el caso de los países del Caribe, donde la falta de superficie hace que deban apostar por el desarrollo de renovables en el mar. Por su parte, combustibles verdes como el hidrógeno y derivados requieren de una adaptación en infraestructura y cadena de suministro. En suma, la dimensión del cambio en el sector energético es significativa, implica un cambio de paradigma y, en consecuencia, tiempo y sustanciales inversiones para avanzar en la producción a gran escala de combustibles cero y cero emisiones netas. Por ello, la descarbonización del transporte no puede pensarse sin una planificación integrada con el sector energético.

**Otro aspecto fundamental a nivel general del sector y que debe ser mencionado en el Plan son los mecanismos de fondeo y financiamiento para realizar las inversiones y generar el marco de políticas habilitador de la descarbonización y resiliencia del sector.** La región presenta déficits significativos en la provisión de infraestructura de transporte moderna, eficiente y sostenible para brindar los servicios que necesitan sus ciudadanos y empresas. Si ALC pretende cumplir con los ODS en 2030, deberá invertir anualmente al menos un 3,12% de su PIB en infraestructura económica (agua, energía, telecomunicaciones y transporte), para cerrar a tiempo la brecha de USD 2,2 billones en activos asociados (Brichetti et al., 2021). El sector transporte representa la proporción más significativa de la brecha estimada -un 44% del monto total-, lo que implica que la región deberá invertir aproximadamente USD 1 billón anualmente para alcanzar las metas vinculadas a los ODS (Brichetti et al., 2021). Adicionalmente, se espera que la demanda de recursos por parte del sector aumente,



debido a mayores necesidades de mantenimiento y reemplazo de la infraestructura, como consecuencia de los efectos del CC, y de recursos para descarbonizar el transporte. Ahora bien, si las medidas de adaptación se incluyen desde la etapa de la planificación representan un costo mínimo con relación a la inversión en infraestructura. Por ejemplo, en Europa, estimaciones de los costos futuros de adaptación de puentes y carreteras se ubican entre el 0,2% y 1,5% de los costos de mantenimiento, si se consideran desde la planificación (Nemry & Demirel, 2012).

**Existen diferentes alternativas de fondeo para el transporte en la región.** Estas pueden clasificarse en función de quiénes pagan y quiénes se benefician de los servicios provistos. La Tabla 5.1 las ordena en función de la cercanía entre los beneficiarios del servicio y aquellos que fondean los costos asociados.





**TABLA 5.1.**

**Instrumentos para el fondeo de activos de infraestructura de transporte en ALC**

	Instrumento	Ejemplos típicos del sector transporte	Límites al fondeo
<b>Cargos a los usuarios directos de los servicios</b>	Tarifa plena	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tarifas a los usuarios en puertos y aeropuertos</li> <li>• Peajes en autopistas urbanas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demanda subyacente</li> </ul>
	Tarifa con subsidios cruzados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tarifas de transporte público urbano</li> <li>• Tarifa única para un conjunto de infraestructuras (ej. tasa de embarque internacional utilizada para financiamiento de red de aeropuertos)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demanda subyacente</li> <li>• Sustituibilidad</li> </ul>
<b>Cargos a los beneficiarios indirectos de los servicios</b>	Fondos sectoriales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fondos de combustibles para red vial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demanda subyacente</li> <li>• Sustituibilidad</li> </ul>
	Mecanismos de captura de valor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mecanismos utilizados para el fondeo de obras de subterráneos</li> <li>• Ingresos sobre operaciones comerciales en estaciones de transporte público</li> <li>• Regulaciones para otorgar permisos de construcción a desarrolladores inmobiliarios, requiriendo contribuciones a las inversiones en transporte público</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creación de valor asociada al proyecto</li> <li>• Disponibilidad de instrumentos financieros adecuados</li> </ul>
<b>Fondeo no vinculado al servicio</b>	Fondos intersectoriales		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demanda del servicio de fondeo</li> <li>• Productividad del servicio de fondeo</li> </ul>
	Fondos con propósito específico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cánones sobre actividades productivas (mineros, petroleros, etc.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuentes de “alimentación” del fondo</li> </ul>
	Fondos generales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impuestos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espacio fiscal</li> <li>• Costo sombra de los fondos públicos</li> <li>• Productividad de la economía</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.



**A pesar de ser los más eficientes, los cargos a los beneficiarios directos de los servicios a través de tarifas plenas son escasos.** Estos se encuentran concentrados en ciertos subsectores, como el portuario o aeroportuario. Ante la presencia de economías de escala, externalidades y objetivos distributivos (en particular en servicios considerados básicos como la movilidad urbana), se requieren de fuentes de fondeo adicionales para garantizar el acceso a los servicios, como los subsidios cruzados. En la región se han utilizado estos subsidios, los cuales buscan discriminar las diferentes capacidades de fondeo de los usuarios para incrementar los fondos disponibles. Sin embargo, la capacidad de fondeo a través de estos es limitada ya que, a medida que se incrementan los diferenciales tarifarios, también se incrementan las distorsiones sobre las decisiones de consumo, volviéndose más costosas, afectando el consumo del servicio y la inversión en servicios sustitutos.

**Los cargos a los beneficiarios indirectos constituyen un instrumento de fondeo alternativo ante la imposibilidad de obtener fondos suficientes a través de los beneficiarios directos.** Un caso típico en ALC es la creación de fondos de fondeo para la infraestructura vial alimentados a través de impuestos o cargos sobre la venta de combustibles líquidos. Frente a la dificultad de identificar adecuadamente y cargar a los beneficiarios por el uso de cada tramo de la red vial (por cuestiones tecnológicas o de costos asociados), se puede obtener fondos a través de usuarios que se ven beneficiados indirectamente por la existencia de la red vial. Otro ejemplo de fondeo mediante beneficiarios indirectos es la utilización de mecanismos de captura de valor -mucho menos habituales en ALC, aunque con casos exitosos en Colombia-, que permiten fondear la construcción de activos a través de la apropiación del valor generado por la disponibilidad de los mismos y no de su uso. La construcción y mejora de las redes de transporte público, por ejemplo, generan un valor incremental en la valuación de los inmuebles lindantes, que pueden ser capturada a través de impuestos o tasas diferenciales.

**Respecto al financiamiento, el sector transporte dispone de distintas alternativas de fuentes instrumentos financieros.** Es posible identificar distintas entidades financieras que invierten en proyectos de transporte, incluyendo: (i) gobiernos; (ii) empresas de propiedad estatal (SOE, por sus siglas en inglés); (iii) instituciones financieras multilaterales; e (iv) inversores privados (como promotores privados, fondos de infraestructura, fondos de pensiones, bancos, etc.). Cada una de las



entidades financieras puede utilizar distintos instrumentos financieros, dentro de los que se encuentran: (i) fondos no reembolsables; (ii) deudas (siendo los instrumentos más comunes los préstamos y bonos - Recuadro 5.1 -); y (iii) aportaciones de capital (Vassallo & Garrido, 2023).

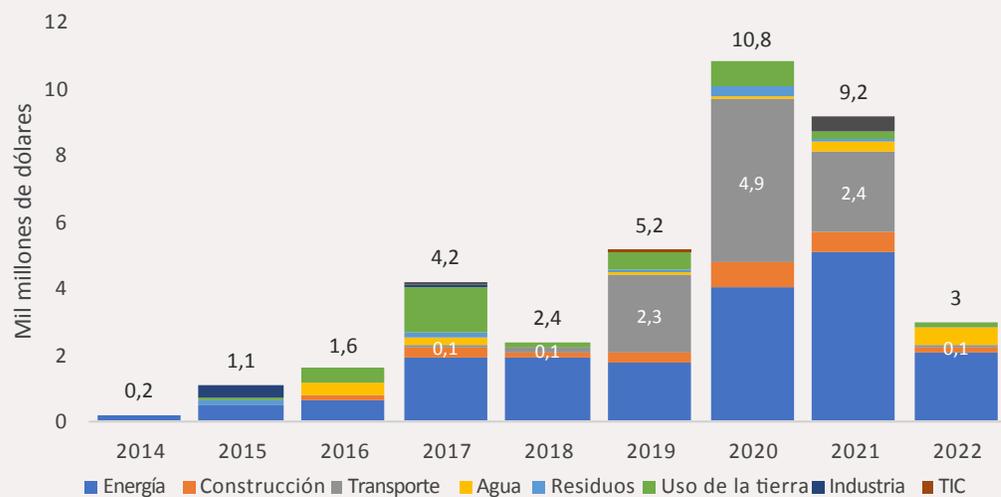
RECUADRO 5.1.

Bonos Verdes de transporte en ALC

Los Bonos Verdes son “instrumentos de financiación o refinanciación de deuda, emitidos por empresas, entidades financieras, no financieras o públicas, donde los recursos captados son 100% utilizados para financiar activos y proyectos verdes” (Barreto, 2019). Según la base de datos elaborada por Climate Bonds Initiative (CBI), el monto total de Bonos Verdes emitidos en ALC ha sido de USD 37,7 mil millones en el período 2014-2022, de los cuales el sector transporte representa el 26% (USD 9,9 mil millones). El año récord para el sector transporte en la región fue 2020, con un total de USD 4,9 mil millones de Bonos Verdes emitidos.

FIGURA 5.1.1.

Bonos Verdes por sectores en ALC (2014-2022)



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

Nota: No se incluyen los bonos no especificados de adaptación y resiliencia (USD 0,6 mil millones para el período).



**ALC recibe el 29% de los fondos climáticos disponibles para el sector transporte a nivel global.**

**Asegurar el financiamiento y fondeo de infraestructura y servicios de transporte limpios y resilientes es un desafío para la región por lo incipiente de ciertas tecnologías, de aquí la importancia de los fondos climáticos.** A pesar del potencial del capital privado para reducir las brechas de infraestructura de transporte, la incertidumbre asociada a las nuevas tecnologías en el sector -tanto en adaptación como en mitigación-, representa una limitación para desbloquear esta fuente de financiación. En este sentido, los inversores pueden esperar mayores retornos como compensación por el riesgo asociado a las tecnologías incipientes. Por ejemplo, a pesar de las ventajas de los vehículos eléctricos, la tecnología sigue siendo muy incipiente en los países en desarrollo, debido al sobrecosto -a veces superior al 70% en comparación con los vehículos convencionales-, lo que supone un obstáculo financiero para muchos consumidores (Briceno-Garmendia et al., 2022). Así, muchas de las nuevas tecnologías requieren un mayor apoyo del gobierno en las primeras etapas para acelerar su desarrollo, hasta que puedan ser competitivas y escalables. En un contexto de restricciones fiscales -agravada por los impactos de la pandemia del COVID-19 y de la coyuntura internacional-, los fondos climáticos cumplen un rol fundamental para apoyar a los gobiernos en asegurar el impulso inicial para el desarrollo de políticas de mitigación y adaptación al CC en el sector transporte.

**La financiación para el clima hacia el sector transporte de ALC, proveniente de distintos fondos climáticos, todavía es incipiente.** Es posible identificar distintos fondos de financiamiento climático en la región en el sector transporte (Tabla 5.2), focalizados en su mayoría en la mitigación al CC, provenientes principalmente de fondos e iniciativas multilaterales (GCF, CTF, GEF, PMR, SREP y PPCR), pero también de financiamiento bilateral (IKI y Nama Facility). El monto total de financiamiento climático del sector transporte en ALC representa el 29% del total otorgado en el sector a nivel global (Figura 5.6), totalizando USD 840 millones en la región en el período 2000-2022 (Figura 5.7). El GCF es el fondo que lidera el financiamiento climático en ALC con una representación del 65% del total, mientras que junto con el CTF y el GEF, representan el 91% del total del financiamiento. El crecimiento de los montos financiados por el GCF en los años 2021-2022 ha sido exponencial en relación a los años anteriores (Figura 5.8), liderada por la reciente aprobación de los programas de movilidad eléctrica en la región del BID (Propuesta de financiamiento FP189) y CAF (FP195). En



términos generales, los fondos climáticos han contemplado en menor medida la adaptación. En el caso del GCF, la mitad de los proyectos abarcan adaptación y mitigación, mientras que la otra mitad se focaliza solamente en mitigación. No obstante, se destaca un cambio de tendencia en los programas del GCF con un mayor foco en adaptación por parte de los últimos programas aprobados (como por ejemplo el programa de movilidad eléctrica del BID, FP189), tanto en términos de volumen financiado como de concesionalidad. Por su parte, el GEF, recién a partir de la séptima reposición de recursos del fondo fiduciario en el 2018 (GEF-7), comienza a identificar los Marcadores de Río de adaptación y mitigación al CC. Del total de 27 proyectos aprobados en la región durante el GEF-7, solamente uno incluye actividades de adaptación. Por último, cada uno de los fondos cuenta con diferentes instrumentos, incluyendo préstamos concesionales, fondos no reembolsables, y aportaciones de capital, entre otros.





TABLA 5.2.

## Detalle de financiamiento climático en el sector transporte en ALC

Fondo	Detalles
Fondo Verde para el Clima (GCF, por sus siglas en inglés)	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Entidad operadora:</b> El GCF es legalmente una institución independiente.</li><li>• <b>Categoría:</b> Adaptación, Mitigación.</li><li>• <b>Objetivos:</b> Contribuir al cumplimiento del objetivo primordial de la CMNUCC, promoviendo el cambio de paradigma hacia bajas emisiones y vías de desarrollo resilientes al clima, y apoyar a los países en desarrollo para limitar o reducir sus emisiones de GEI y adaptarse a los impactos del CC.</li></ul>
Fondo de Tecnología Limpia (CTF, por sus siglas en inglés)	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Entidad operadora:</b> Banco Mundial.</li><li>• <b>Categoría:</b> Mitigación.</li><li>• <b>Objetivos:</b> Promover mayor escala de financiamiento para la demostración, despliegue y transferencia de tecnologías bajas en carbono con un potencial significativo de ahorro a largo plazo de GEI.</li></ul>
Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés)	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Entidad operadora:</b> Banco Mundial.</li><li>• <b>Categoría:</b> Adaptación, Mitigación.</li><li>• <b>Objetivos:</b> Los fondos del GEF están a disposición de los países en desarrollo que tratan de cumplir los objetivos de los acuerdos internacionales sobre medio ambiente. Se presta apoyo a organismos gubernamentales, organizaciones de la sociedad civil, empresas del sector privado, instituciones de investigación y otros socios para ejecutar proyectos y programas relacionados con la conservación, protección y renovación del medio ambiente.</li></ul>
International Climate Initiative (IKI)	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Entidad operadora:</b> Gobierno de Alemania (BMU).</li><li>• <b>Categoría:</b> Adaptación, Mitigación.</li><li>• <b>Objetivos:</b> Promover una economía respetuosa con el clima, medidas de adaptación a los impactos del CC y medidas de preservación y uso sostenible de las reservas de carbono/ Reducción de Emisiones causadas por la Deforestación y Degradación (REDD+).</li></ul>
NAMA Facility	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Entidad operadora:</b> <i>German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety (BMU); UK Department of Business, Energy, and Industrial Strategy (BEIS); Danish Ministry of Energy, Utilities and Climate (EFKM); European Commission.</i></li><li>• <b>Categoría:</b> Mitigación.</li><li>• <b>Objetivos:</b> NAMA Facility financia proyectos de apoyo NAMA, innovadores y centrados en la mitigación que abordan el CC y tienen potencial para ampliarse y aprovechar la oportunidad de construir economías resilientes y sostenibles. <i>Mitigation Action Facility</i> es la continuación de NAMA Facility que estuvo activo desde el 2012 hasta comienzos del 2023.</li></ul>



<p><b>Asociación para la Preparación de Mercados (PMR, por sus siglas en inglés)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Entidad operadora:</b> Banco Mundial.</li><li>• <b>Categoría:</b> Mitigación.</li><li>• <b>Objetivos:</b> Crear preparación del mercado y poner en práctica los instrumentos basados en el mercado, tales como los sistemas nacionales de comercio de emisiones (ETS) y mecanismos de acreditación.</li></ul>
<p><b>Expansión del Programa de Energía Renovable para Países de Bajos Ingresos (SREP, por sus siglas en inglés)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Entidad operadora:</b> Banco Mundial.</li><li>• <b>Categoría:</b> Mitigación.</li><li>• <b>Objetivos:</b> Apoyar las inversiones para ayudar a los países de bajos ingresos a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y beneficiarse de sus recursos energéticos renovables.</li></ul>
<p><b>Programa Piloto para la Resiliencia Climática (PPCR, por sus siglas en inglés)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Entidad operadora:</b> Banco Mundial.</li><li>• <b>Categoría:</b> Adaptación.</li><li>• <b>Objetivos:</b> Promover y demostrar enfoques para la integración del riesgo y la resiliencia climática en políticas de desarrollo y planificación; fortalecer las capacidades a nivel nacional para integrar la adaptación al CC en la planificación del desarrollo, ampliar y aprovechar la inversión en la resiliencia climática, construyendo sobre otras iniciativas en marcha, permitir el aprendizaje mediante la práctica y el intercambio de lecciones a nivel nacional, regional y mundial.</li></ul>

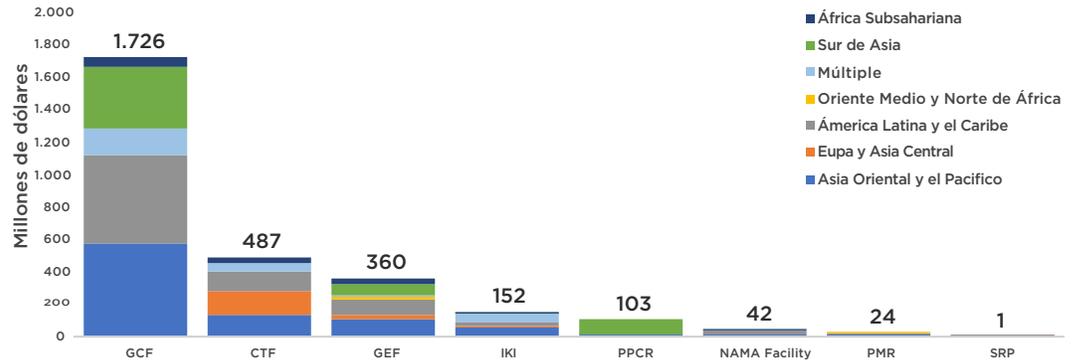
**Fuente:** Elaboración propia con base en GEF (2023b), REGATTA (2023) y Watson et al. (2023).

**Nota:** \*Existen otros fondos disponibles climáticos en la región que: (i) directamente no cubren el sector transporte, incluyendo *Amazon Fund*, *Forest Investment Program (FIP)*, *Forest Carbon Partnership Facility (FCPF)*, *UN-REDD Programme*, *BioCarbon Fund*, *Adaptation for Smallholder Agriculture Programme (ASAP)*, *Millenium Development Goal Achievement Fund (MDG-F)*, *Norway's International Climate and Forest Initiative (NICFI)* y *REDD+ Early Movers (REM)*; o (ii) a la fecha no disponen de proyectos el sector, o no es posible identificar los proyectos a nivel país, incluyendo *Adaptation Fund (AF)*, *Special Climate Change Fund (SCCF)*, *Global Energy Efficiency and Renewable Energy Fund (GEEREF)*, *Global Climate Change Alliance (GCCA)*, *Least Developed Countries Fund*, *Global Climate Partnership Fund (GCPF)*, e *International Climate Finance (ICF)*.



FIGURA 5.6.

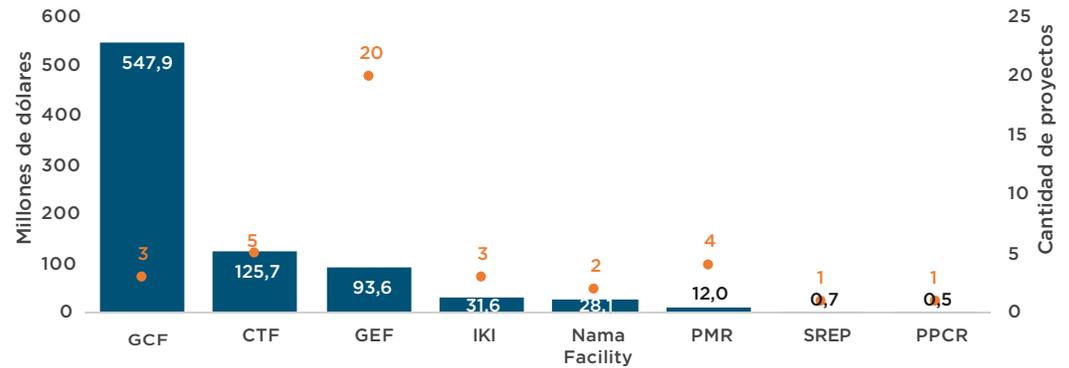
**Monto total fondos climáticos en el sector transporte por región  
(2000-2022)**



**Fuente:** Elaboración propia con base en información de proyectos del GCF (2023), CIF (2023), GEF (2023), Mitigation Action Facility (2023), PMR (2019) y IKI (2023).

FIGURA 5.7.

**Fondos climáticos en el sector transporte en ALC  
(2000-2022)**

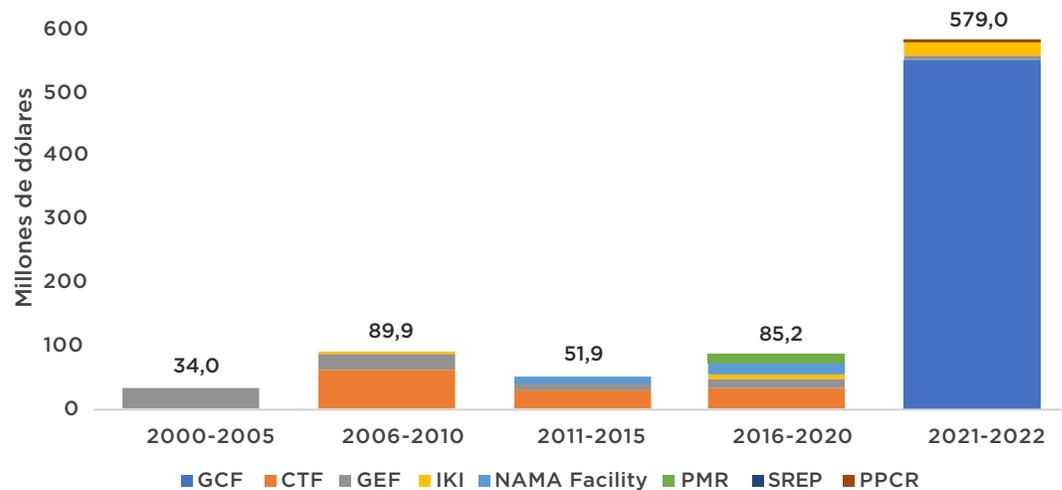


**Fuente:** Elaboración propia con base en información de proyectos del GCF (2023), CIF (2023), GEF (2023), Mitigation Action Facility (2023), PMR (2019) y IKI (2023).



FIGURA 5.8.

### Evolución histórica de los fondos climáticos en el sector transporte en ALC (2000-2022)



**Fuente:** Elaboración propia en base a información de proyectos del GCF (2023), CIF (2023), GEF (2023), Mitigation Action Facility (2023), PMR (2019) y IKI (2023).

**Nota:** Se considera el año de aprobación de los proyectos.

El desarrollo e implementación en conjunto de una batería de mecanismos de fondeo y financiamiento puede ayudar a garantizar que el sector disponga de los recursos necesarios para desarrollar sistemas de transporte eficientes, inclusivos y sostenibles, y continuar satisfaciendo las necesidades de la población y el tejido empresarial de la región en un entorno de restricciones fiscales y económicas. A efectos de cerrar las brechas del sector, se requiere asignar un mayor volumen de recursos, así como mejorar la eficiencia del uso de fondos y de los instrumentos utilizados, y explorar mecanismos innovadores de fondeo y financiamiento. En primer lugar, es imperativo mejorar la eficiencia en el uso de los fondos actualmente disponibles, es decir, maximizar el rendimiento de cada unidad de inversión a través de una gestión efectiva y una ejecución cuidadosa de los proyectos. En segundo lugar, es necesario buscar alternativas para incrementar el fondeo de infraestructura de transporte mediante mecanismos ya utilizados, como la eliminación de subsidios a los combustibles fósiles, el reemplazo de subsidios generales por subsidios focalizados en grupos de interés, o permitir el ajuste de las tarifas de transporte público. En tercer lugar, deberían explorarse mecanismos innovadores de fondeo que aún son poco utilizados en la región, tales como los mecanismos de captura de valor, que permiten



recuperar parte de la plusvalía generada por las infraestructuras (además de considerar la planificación del uso del suelo para fomentar el desarrollo en zonas conectadas al transporte público para facilitar el financiamiento de mejoras en el sistema), nuevos modelos comerciales en el caso del transporte público eléctrico (como la separación de la propiedad y la operación de los buses), o los fondos climáticos, que asignan recursos para proyectos que contribuyen a la mitigación del CC y la adaptación a sus efectos, incluyendo préstamos concesionales y contribuciones de capital. Invertir en adaptación resulta fundamental para disminuir el riesgo de los proyectos de infraestructura y hacerlos financiables, garantizando mayor disponibilidad de recursos de fondos climáticos que se puedan destinar de forma efectiva a las regiones más apropiadas. Por último, las innovaciones en materia de financiamiento, como los incentivos financieros estructurados y la creación de escala a través de coaliciones de *sponsors*, puede contribuir a atraer inversiones del sector privado, en adición a la promoción de las asociaciones público-privadas sensibles al CC en el sector.





**La movilidad eléctrica está recibiendo gran impulso en la región, con Chile y Colombia liderando la electrificación del transporte público.**

## 5.2.

### Hoja de ruta para la descarbonización y la resiliencia de la movilidad urbana

La región ha realizado avances en la descarbonización del transporte urbano principalmente a través del impulso a la movilidad eléctrica (pilar “mejorar” dentro del enfoque “Evitar-Cambiar-Mejorar”). En términos del marco legal, varios países en la región cuentan con estrategias nacionales de movilidad eléctrica o se encuentran en proceso de elaboración de sus planes o estrategias, mientras que algunos han avanzado también en el desarrollo de estándares de eficiencia energética. Respecto a la interoperabilidad de la recarga de los vehículos eléctricos -un eslabón fundamental para el escalamiento a nivel nacional y regional-, algunos países ya cuentan con normativa, como es el caso de Chile, Colombia y Uruguay. Por otro lado, la mayoría de los países cuentan con incentivos al ingreso o al uso de vehículos eléctricos. Este marco propicio a la movilidad eléctrica ha permitido, en el caso del transporte público, por ejemplo, duplicar la cantidad de buses en el período 2020-2023, pasando de 1.959 unidades en 2020 a 4.128 en febrero de 2023 (E-BUS RADAR, 2023), liderado por el proceso de electrificación del transporte público de Chile y Colombia. No obstante, como se verá en las acciones propuestas a continuación, todavía persisten importantes barreras tecnológicas, financieras e institucionales para la masificación del transporte público eléctrico en la región.

**El transporte informal y semiformal y el transporte privado en motocicletas han recibido una atención limitada en las estrategias de descarbonización.**

A pesar de la importancia de promover un sistema de transporte sostenible basado en el transporte público formal y el transporte activo, la transición energética del sector debe comprender a todos los modos de transporte. El transporte informal y semiformal representan más de la mitad de los viajes en transporte público en ALC y brindan cobertura principalmente en las áreas periféricas donde viven los sectores de menores ingresos (Tun et al., 2020). Por su parte, en el caso de las motocicletas, a pesar de los impactos no deseados en términos de contaminación del aire y sonora, seguridad vial y patrones de conducción, ocupan un lugar muy relevante en la movilidad en la región, en particular en los sectores de menores y medianos ingresos. En Colombia, por ejemplo, el 73% de todos los vehículos matriculados en





el primer semestre de 2021 fueron motocicletas. En República Dominicana, estas ascendieron al 56% de los registros en 2020. En Uruguay, las motocicletas representan el 51% del parque automotor (Azzato et al., 2022). La pandemia de COVID-19 también ha impulsado la expansión de las motocicletas a través del crecimiento de las entregas a domicilio. A pesar de este crecimiento, las iniciativas de movilidad eléctrica para motos son incipientes en ALC. En 2022, Uruguay implementó un programa de beneficios para la incorporación de motos y triciclos eléctricos (hasta 1.000 y 100 unidades, respectivamente), conocido como “Subite”, que incluye el reintegro de parte del valor de compra del vehículo, descuento en la electricidad, reintegros por concepto de ahorros energéticos y beneficios en el seguro obligatorio (MIEM, 2023). Resulta entonces fundamental la integración de estos segmentos en el sistema de transporte general, para que, en conjunto con su formalización y electrificación, permitan contribuir a reducir la dependencia del automóvil y las emisiones.

**Las acciones en los pilares de “evitar” y “cambiar” también han contribuido a la reducción de emisiones en el sector.** La región ha realizado importantes avances en estos pilares a partir de la inversión en infraestructura física de transporte público (incluyendo la implementación y expansión de BRTs, metros y aerocables), y de transporte activo (a través de la expansión de la infraestructura ciclista y peatonal y de la implementación de sistemas de bicicletas públicas compartidas), así como también por medio de la planificación, principalmente con el desarrollo de Planes de Movilidad Urbana Sostenible. En este contexto, es importante resaltar que, para impulsar la transformación sistémica de la movilidad urbana hacia una movilidad más sostenible no bastan las estrategias de electrificación, sino que se requiere realizar acciones en todo el marco de “Evitar-Cambiar-Mejorar”. En efecto, es en el pilar “cambiar” donde los gobiernos tienen mayor rango de acción a través de regulaciones, inversiones y reasignación del espacio público que incentive la movilidad colectiva frente al uso del vehículo particular (Rode et al., 2019).

**Los países y ciudades en la región han contemplado distintas medidas de adaptación a los impactos de CC para la movilidad urbana.** A pesar de que, en términos generales, las medidas de adaptación han recibido menor atención que las medidas de mitigación, se han incluido en planes, estrategias y documentos oficiales nacionales, pero en particular en los instrumentos para ciudades o regiones específicas. En el caso de la infraestructura de transporte, las medidas de adaptación se focalizan





en SBN para hacer frente a los efectos de eventos climáticos extremos asociados a altas temperaturas y precipitaciones, tanto para la resiliencia climática del proyecto como para beneficio de los usuarios (Recuadro 5.2) (para mayor detalle sobre estos efectos, véase Capítulo 1).

**Las acciones de adaptación y mitigación se encuentran estrechamente relacionadas y deben ser abordadas de forma conjunta en la descarbonización de la movilidad urbana en ALC.** Avanzar en la adaptación al CC es fundamental no solo para minimizar posibles daños y pérdidas frente a eventos extremos, sino también para apoyar las estrategias de cambio modal hacia el transporte público y modos activos. Por ejemplo, los sistemas de transporte público deben poder responder de manera efectiva frente a eventos hidrometeorológicos extremos para poder ser atractivos frente a otros modos de transporte más contaminantes, garantizando la prestación de un servicio seguro, confiable y cómodo. De forma similar, algunas acciones orientadas a reducir las emisiones pueden mejorar la resiliencia de los sistemas de transporte. Por ejemplo, la electrificación de buses y estaciones es una estrategia que acelera la transición hacia fuentes de energía renovables, pero al mismo tiempo las baterías proporcionan capacidad extra de almacenamiento de energía que aumenta la resiliencia del sistema frente a eventos extremos, al proveer energía de emergencia y aumentar la estabilidad del sistema.

RECUADRO 5.2.

**Medidas de adaptación planificadas en el transporte urbano en ALC**

Las medidas planificadas revelan la intención de los países de adaptar el transporte urbano a los efectos del CC mediante la inclusión explícita en documentos oficiales nacionales o subnacionales. El análisis realizado para la región muestra que existe una variedad de medidas en este tema, destacando las focalizadas en la infraestructura física y, en particular, las SBN (Tabla 5.2.1), incluyendo la restauración o creación de ecosistemas, y la utilización de árboles, vegetación e infraestructura verde.





TABLA 5.2.1.

**Medidas de adaptación planificadas en infraestructura física de transporte en países de ALC\***

Tipo de medidas planificadas	Países
• Plantar árboles y vegetación para aumentar la evapotranspiración y sombra SBN	• El Salvador • Honduras • México • Perú • República Dominicana
• Mejorar el sistema de drenaje	• El Salvador
• Utilizar infraestructuras verdes para desviar las aguas y aumentar la infiltración SBN	• El Salvador • Paraguay • Uruguay
• Restauración de llanuras aluviales, árboles, vegetación, superficies naturales permeables y masas de agua, para la ralentización, reducción, y almacenamiento de escorrentías SBN	• El Salvador • Uruguay
• Restauración o creación de ecosistema SBN	• Brasil • Colombia • Perú

**Fuente:** Elaboración propia con base en Rivas et al. (2023).

**Notas:** Listado no taxativo.

Aún con estos avances, en general los países de ALC se encuentran lejos de los logrados en Europa, Norteamérica y Asia. Cerrar esta brecha requiere una hoja de ruta para la descarbonización y adaptación al CC del subsector que, apalancando las buenas prácticas internacionales identificadas en el Capítulo 4, sea consistente con las particularidades de la región y maximice su potencial de contribuir a la sostenibilidad. En este sentido, a continuación se presentan las acciones de política sugeridas, organizadas en las cuatro categorías utilizadas en este capítulo para proponer la hoja de ruta: (i) visión estratégica; (ii) instrumentos de política; (iii) marco institucional; y (iv) alianzas estratégicas. Adicionalmente, para dar un horizonte temporal de implementación, las acciones se clasifican en corto, mediano y largo plazo.





### • 5.2.1 VISIÓN ESTRATÉGICA

La primera acción en la hoja de ruta debe ser colocar a la descarbonización y la resiliencia como prioridades de política pública en materia de la movilidad urbana, identificando metas para el subsector. Esta acción debe realizarse en el corto plazo, dado que a partir de ello se pasa a definir tareas y asignar presupuesto para lograr los objetivos establecidos. A nivel institucional, por la división de funciones en movilidad urbana, esto compete tanto a las autoridades nacionales como a las locales, por lo que es clave asegurar la coordinación vertical. La tabla a continuación resume las acciones sugeridas para posicionar a la descarbonización y resiliencia dentro de la visión estratégica de la movilidad urbana.

#### Temporalidad

#### Acción

##### Corto plazo (2025)

- Elaborar estudios prospectivos sobre las oportunidades e impactos de la descarbonización del subsector en materia de eficiencia, gestión de la movilidad, competitividad, e inclusión, que identifiquen escenarios, oportunidades, barreras y líneas de acción para la política pública, sirviendo como insumo para planes y estrategias
- Identificar riesgos del CC sobre la infraestructura y los servicios de transporte de movilidad urbana con una visión de sistemas y evaluando la vulnerabilidad estructural y funcional de los diferentes componentes de los sistemas de transporte definidos
- Realizar consultas con los actores del sector de movilidad urbana, logística, energético, académico, agencias públicas, de la sociedad civil y otros interesados, en vistas de la incorporación del CC en los planes de transporte y de movilidad urbana
- Mejorar los procesos de toma de decisiones y planificación de infraestructura de transporte urbano de manera que se manejen de forma eficiente las incertidumbres asociadas con la distribución temporal de los impactos proyectados del CC y su intensidad
- Modificar el plan sectorial de transporte y planes de movilidad y logística urbana de manera que estos incluyan las áreas más vulnerables del país y los impactos proyectados del CC por región, sentando la visión a futuro y las grandes líneas de acción en torno al monitoreo y gestión de las acciones de respuesta al CC, fuentes de energía, intermodalidad, coordinación con otros sectores, etc.
- Elaborar un plan de acción frente al CC para el subsector, que cuente con una amplia participación de los distintos actores y que, partiendo de los análisis y consultas previas, establezca una hoja de ruta con medidas concretas para promover la descarbonización y la adaptación (ver subsección de instrumentos)
- Establecer metas de reducción de emisiones para el subsector, en coordinación con las autoridades locales





**Mediano  
plazo (2030)**

- Evaluar y, en su caso, modificar las metas de reducción de emisiones de GEI para el subsector, en coordinación con las autoridades locales

**RECUADRO 5.3.**

**Descarbonización del transporte público en la  
región: priorización, metas e instrumentos**

A lo largo de la región, gobiernos nacionales y locales han modificado o establecido planes de movilidad urbana sostenible, con el objetivo de lograr un transporte más amigable con el medioambiente, eficiente, seguro e inclusivo, que provea acceso a oportunidades a todos por igual. Para ello, se promueve el cambio modal hacia el transporte público y activo, redistribuyendo el espacio público a favor de estos modos, invirtiendo en infraestructura y mejora de los servicios, y desincentivando el uso del vehículo particular.

En este contexto, la electrificación del transporte público se ha convertido en un tema central en las agendas de descarbonización de varios países de la región. Chile y Costa Rica han establecido las metas más ambiciosas en términos de cobertura, al fijar la completa descarbonización de sus flotas de transporte público al 2050 (Tabla 5.3.1). A nivel subnacional, varias ciudades han fijado metas para alcanzar el 100% del transporte público con buses eléctricos al 2035, incluyendo Bogotá, Cuenca, Salvador y Santiago de Chile.





TABLA 5.3.1.

**Metas nacionales y subnacionales de electrificación del  
transporte público en ALC**

<b>País</b>	<b>Metas nacionales</b>	<b>Metas subnacionales</b>
<b>Brasil</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Salvador:</b> Flota de autobuses con cero emisiones para 2035.</li> <li>• <b>San Pablo:</b> La modificación de la Ley del Clima de San Pablo en 2018 obliga a la ciudad a eliminar las emisiones de CO2 derivadas de combustibles fósiles para enero de 2038. La ciudad también tiene el objetivo provisional de desplegar 2.600 autobuses eléctricos para 2024.</li> </ul>
<b>Chile</b>	100% al 2050	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Santiago:</b> Flota de autobuses con cero emisiones de GEI para 2035.</li> </ul>
<b>Colombia</b>	A 2028, el 100% de los sistemas de transporte masivo que estaban operando en 2018 deben estar operando con vehículos eléctricos y dedicados a gas natural. A 2030, mínimo el 20% de la flota nueva para los Sistemas Integrados de Transporte Masivo (SITM), Sistemas Estratégicos de Transporte Público (SETP), Sistemas Integrados de Transporte Público (SITP) y los Sistemas Integrados de Transporte regional (SITR) debe ser tecnología cero emisiones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Bogotá:</b> No se adquieren vehículos de transporte público que utilicen combustibles fósiles a partir del 2022. Flota de buses con cero emisiones al 2035.</li> </ul>
<b>Costa Rica</b>	100% al 2050	
<b>Ecuador</b>	20% - 30% al 2030 y de 60% - 70% al 2040	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Cuenca:</b> Flota de autobuses con cero emisiones para 2035.</li> </ul>
<b>Jamaica</b>	10% al 2025 y 16% al 2030	
<b>Panamá</b>	15% - 35% al 2030	
<b>Paraguay</b>	10% - 20% al 2030	
<b>Perú</b>	35% de las adquisiciones al 2030	
<b>República Dominicana</b>	30% al 2030 y 100% al 2050	
<b>Varios</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Bogotá, Medellín, Ciudad de México, Quito, Río de Janeiro, Santiago:</b> Declaración calles verdes y saludables de C40 establece adquirir solamente buses de emisiones cero a partir de 2025.</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración propia con base en las estrategias de electrificación del transporte consultadas y Xie & Delgado (2022).





Unido a la priorización de la movilidad sostenible en los planes de movilidad urbana, gobiernos nacionales y locales utilizan una variedad de instrumentos de política para llevar a adelante la transición energética, especialmente en el transporte público. Chile lanzó en 2017 su “Estrategia Nacional de Electromovilidad”, la cual fue actualizada en 2021. La Estrategia incorpora metas importantes: a 2035, todos los vehículos de transporte público urbano que ingresen a prestar servicios en las ciudades deben ser de cero emisiones y se prohibirá la venta de vehículos livianos a combustión interna, contribuyendo así a alcanzar la carbono neutralidad a 2050. En este contexto, Chile ha venido ejecutando desde 2016 un ambicioso plan de recambio de buses en la ciudad de Santiago, lo cual ha permitido disminuir las emisiones de GEI en su capital. Los fondos para esta inversión fueron facilitados por una reforma regulatoria que separó la propiedad de la operación, permitiendo que las empresas de energía eléctrica invirtieran en compañías de buses. Se estima que la reducción de emisiones totales producto de la incorporación sostenida de buses eléctricos alcanza más de 173 mil toneladas de dióxido de carbono (Tabla 5.3.2). En lo transcurrido del año 2023, Santiago está incorporando la mayor flota de buses eléctricos en su historia, alcanzando aproximadamente 1.900 buses (DTP, 2022), convirtiendo a esta ciudad en uno de los líderes mundiales en la electrificación del transporte público.

TABLA 5.3.2.

**Evolución del número de buses eléctricos y estimación de reducción de emisiones en Santiago (2016-2023)**

Año	Buses eléctricos totales	Reducción de emisiones por buses incorporados (Toneladas CO2)
2016	1	420
2017	3	720
2018	103	30.000
2019	411	73.920
2020	784	67.140
2021	784	0
2022	809	1.500
2023	1.900	N/D*

**Fuente:** Elaboración propia con base en DTP (2019); Saka et al. (2021); Gutiérrez (2022); DTP (2022).

**Nota:** Buses incorporados en 2023 aún no están operando, por lo que no se contabilizan en reducción de emisiones. Los cálculos de reducción de emisiones se realizaron con el supuesto de que cada bus eléctrico que ingresa al sistema implica la salida de un bus diésel y que, en el transporte público mayor, el recambio de un bus eléctrico por uno diésel reduce 60 toneladas de CO2 al año (Ministerio de Energía, 2021a).





Por su parte, el Gobierno de Colombia ha desarrollado diferentes normativas y estrategias que establecen a la electrificación como un aspecto central en su política de transporte, especialmente en materia de movilidad urbana. Como resultado de este proceso, cuya norma más importante es la “Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica” de 2019, a febrero del 2023 Colombia cuenta con 1.589 buses eléctricos, de los cuales la mayoría se encuentran en Bogotá (1.485) y el resto en Medellín (69 buses) y Cali (35 buses) (E-BUS RADAR, 2023). El proceso de electrificación de la flota de transporte público de Bogotá comenzó en el año 2018 con la intención de Transmilenio S.A. (TMSA) de incorporar buses eléctricos para la renovar la flota de sus primeras fases (Fases I y II), momento a partir del cual se realizaron sucesivos ajustes para la incorporación de los buses eléctricos en los procesos de licitación. Al igual que en Santiago, las compañías de energía eléctrica han financiado los buses eléctricos. En 2021, el Concejo de Bogotá definió las acciones para enfrentar la emergencia climática y el cumplimiento de los objetivos de descarbonización de la ciudad, estableciendo que, a partir del 1 de enero de 2022, Bogotá no podría dar apertura a procesos de contratación de transporte público zonal o troncal cuya base de movilidad estuviera soportada en el uso de combustibles fósiles, incluyendo la renovación de flota de los contratos de la Fase III. De esta manera, Bogotá logró incorporar 1.485 buses eléctricos y 794 buses estándar Euro VI entre 2019 y 2021.

### • 5.2.2 INSTRUMENTOS DE POLÍTICA

Una vez establecidas la descarbonización y la adaptación a los impactos proyectados del CC entre las prioridades de política en materia de movilidad urbana -estipulado en los planes del subsector-, el sector público debe combinar diferentes instrumentos de política para poder materializar los objetivos propuestos en este ámbito. Para ello, dispone de cinco tipos de instrumentos: (i) regulaciones; (ii) compras públicas; (iii) instrumentos de precios; (iv) incentivos no financieros; y (v) inversiones. Para cada tipo de instrumento, en la tabla a continuación se incluyen las principales acciones sugeridas según cada una de estas categorías y su implementación temporal, en materia tanto de mitigación de emisiones de la movilidad urbana -en el esquema “Evitar-Cambiar-Mejorar”, como de adaptación al CC. Luego de la tabla se presentan ejemplos de la implementación estas medidas por parte de diferentes países de ALC.





Fondo	Temporalidad		
	Corto plazo (2025)	Mediano plazo (2030)	Largo plazo (2050)
Regulaciones	<p><b>Evitar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer medidas de incentivos a la movilidad compartida</li> <li>• Regulación sobre operaciones logísticas urbanas sostenibles (horarios y áreas urbanas)</li> </ul>	<p><b>Evitar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leyes y planes de ordenamiento territorial favoreciendo ciudades compactas y multimodales</li> </ul>	
	<p><b>Cambiar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer medidas de restricción a la circulación de vehículos contaminantes</li> <li>• Priorizar las acciones que mejoren la calidad del transporte público</li> <li>• Impulsar la mejora de la estructura empresarial del transporte público</li> <li>• Desarrollar mecanismos de fondeo y financiamiento de sistemas de transporte público (mecanismos de captura de valor del suelo y tasas, impuestos y contribuciones con destinación específica)</li> <li>• Impulsar medidas de TOD</li> </ul>	<p><b>Cambiar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fijar regulaciones a la oferta de estacionamiento</li> <li>• Priorizar las acciones que mejoren la calidad del transporte público</li> <li>• Impulsar la mejora de la estructura empresarial del transporte público</li> <li>• Impulsar medidas de TOD</li> </ul>	
	<p><b>Mejorar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Generar y reportar abiertamente inventario de emisiones a nivel local</li> <li>• Establecer <i>sandboxes</i> regulatorios para el testeo de nuevos combustibles</li> <li>• Fijar estándares y límites de emisiones de vehículos</li> <li>• Establecer regulaciones sobre ascenso tecnológico en parque automotor</li> <li>• Habilitar esquemas de inversión que involucren actores privados de otros sectores, como el energético, en la provisión del transporte público</li> <li>• Establecer regulaciones para el desarrollo de la infraestructura de recarga y de modelos de negocio para la promoción de la movilidad limpia</li> <li>• Regulación, profesionalización e integración del paratransito</li> </ul>	<p><b>Mejorar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fijar meta de reducción de emisiones para el subsector a nivel nacional</li> <li>• Fijar meta de sustitución de vehículos contaminantes por aquellos que usen energías limpias o cero-netas</li> <li>• Fijar meta de uso de energía eléctrica por parte del parque automotor</li> <li>• Establecer metas de reducción escalonada del contenido de carbono en los combustibles</li> <li>• Expedir estándares de seguridad para producción, gestión y descarte de nuevos combustibles</li> <li>• Revisar medidas de protección de hábitat frente a nuevos combustibles y desarrollo tecnológico</li> </ul>	<p><b>Mejorar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 100% de energía renovable utilizada en estaciones de carga para flotas cero emisiones</li> </ul>



	<p><b>Adaptación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reevaluar estándares de diseño, construcción, y operación y mantenimiento para reducir el impacto del CC</li> <li>• Generar las condiciones habilitantes en el sector público que catalicen la sostenibilidad financiera de la operación y actualización de los sistemas de monitoreo y predicción como aquellos de alerta temprana de amenazas naturales</li> <li>• Crear mecanismos de coordinación y cooperación entre los diferentes entes gubernamentales que generan datos e información climática y los ministerios de línea que usan esa información para la planificación de las intervenciones y la toma de decisiones</li> <li>• Establecer disposiciones de inspección de infraestructura en función de los cambios graduales proyectados por CC</li> <li>• Revisar el ordenamiento territorial para limitar desarrollos en zonas de riesgo o zonas con ecosistemas clave para la reducción de emisiones o la protección de sistemas socio-ecológicos a los impactos del CC (por ejemplo, zonas de recarga en una cuenca o zonas con sumideros de carbono y riqueza de biodiversidad)</li> </ul>		<p><b>Adaptación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer operaciones de carga y transporte público fuera de zonas de mayor riesgo</li> </ul>
<p><b>Compras públicas</b></p>	<p><b>Mejorar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incluir tecnologías de cero emisiones en las adquisiciones públicas</li> <li>• Evaluar los modelos de negocio a incluir en las licitaciones de transporte público para promover la movilidad cero emisiones</li> </ul>	<p><b>Mejorar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formular nuevas licitaciones, y actualizar las existentes, con parámetros de desempeño energético, empleo de energías renovables, nuevas tecnologías y acciones de adaptación al CC</li> </ul>	<p><b>Mejorar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formular nuevas licitaciones y actualizar concesiones de operación y servicios de transporte público y logístico según lineamientos internacionales y metas nacionales, así como acciones de adaptación al CC</li> </ul>
	<p><b>Adaptación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incluir sistemas de gestión y monitoreo ambiental en nuevas licitaciones y actualizar contratos de concesión con tal fin</li> <li>• Incluir análisis de riesgos en proyectos y planes de adaptación al CC en nuevas licitaciones, así como actualizar contratos de concesión con tal fin</li> <li>• Reforzar las obras de mantenimiento en la infraestructura de transporte urbano en función de su vida útil y los impactos del CC proyectados</li> </ul>		



<b>Instrumentos de precios</b>	<b>Evitar</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Evaluar mecanismos de cobro por distancia recorrida para reemplazar la pérdida de ingresos por impuesto a los combustibles, al cambiar a flota eléctrica</li><li>• Evaluar mecanismos de tarificación vial para mejorar la gestión de tráfico en zonas centrales</li></ul>		
	<b>Cambiar</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Evaluar mecanismos de <i>carbon pricing</i></li><li>• Evaluar mecanismos de tarificación vial para vehículos contaminantes</li><li>• Evaluar impuestos a la tenencia y uso de vehículos a combustión interna</li><li>• Evaluar subsidios a la demanda en el transporte público</li><li>• Evaluar mecanismos de precios para el fondeo y financiación de sistema de transporte público</li><li>• Evaluar exenciones impositivas a empresas de movilidad activa</li></ul>	<b>Cambiar</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Implementar subsidios a la oferta/demanda de transporte público y activo</li></ul>	
	<b>Mejorar</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Establecer incentivos fiscales para proyectos de innovación y eficiencia energética, incluyendo hubs de transporte de carga limpio y corredores verdes</li><li>• Evaluar exenciones a tarifas de estacionamiento para vehículos cero emisiones</li><li>• Evaluar subsidios a la movilidad eléctrica (subsidios a la oferta y a la demanda)</li></ul>	<b>Mejorar</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Establecer incentivos fiscales para proyectos de innovación y eficiencia energética</li><li>• Subsidios a fuentes energéticas limpias</li></ul>	
			<b>Adaptación</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Subsidios o rebajas de impuestos a medidas de adaptación (por ej. incremento de áreas verdes para reducir el efecto isla de calor y mejorar los sistemas de drenaje)</li><li>• Utilización de seguros (ej. primas de seguros sujetas a mantenimiento regular de las infraestructuras existentes como incentivo para garantizar mantenimiento adecuado)</li></ul>



Incentivos no financieros		<p><b>Cambiar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Concientización sobre la necesidad de una movilidad más sostenible</li> </ul>	
	<p><b>Mejorar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilitar permisos para el testeo de nuevas tecnologías para reducir emisiones</li> <li>• Dar prioridad a accesos urbanos a camiones energéticamente eficientes</li> <li>• Exención de restricciones de circulación y estacionamiento a vehículos eléctricos</li> <li>• Mapear capacidades para la transición energética en el subsector</li> <li>• Crear alianzas con cooperación internacional para financiar programas y fomentar el intercambio de experiencias internacionales</li> <li>• Fomentar la investigación aplicada a la transición y adaptación del subsector, incluyendo soluciones basadas en la naturaleza</li> </ul>	<p><b>Mejorar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilitar el testeo de nuevas tecnologías para reducir emisiones</li> <li>• Crear un programa de formación de capacidades para la transición energética en el subsector</li> <li>• Facilitar programas de eco-conducción para conductores</li> </ul>	
Inversiones	<p><b>Cambiar/Mejorar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Redistribuir espacio urbano dedicado a vehículos hacia transporte público y activo</li> <li>• Inversión en sistemas de gestión de la movilidad con nuevas tecnologías</li> <li>• Inversión en plataformas digitales que mejoren la integración modal y la operación logística</li> <li>• Inversión en buses eléctricos y de promoción de la electromovilidad (e.g. infraestructura de recarga, refuerzos eléctricos)</li> <li>• Capacitación de conductores</li> </ul>	<p><b>Cambiar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Infraestructura para transporte activo</li> <li>• Infraestructura de transporte público (carriles exclusivos, BRT, Metros, entre otros)</li> </ul>	
		<p><b>Mejorar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inversión en cadenas de producción de vehículos cero emisiones</li> <li>• Inversión en infraestructura de carga para vehículos cero emisiones</li> </ul>	<p><b>Mejorar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inversión en investigación y desarrollo de nuevas tecnologías de cero emisiones</li> </ul>
	<p><b>Adaptación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar criterios existentes para la selección de medidas de adaptación en el sector en función de la tasa beneficio-coste y la participación amplia de los más vulnerables en dichas medidas</li> <li>• Identificar las inversiones públicas y ajustes de funcionalidad organizativa a realizar para la implementación de acciones de adaptación de los sistemas de infraestructura de transporte y logística urbana</li> <li>• Reforzar el mantenimiento de infraestructura de transporte urbano en función de su vida útil y los cambios proyectados de CC para cada región</li> </ul>	<p><b>Adaptación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar las inversiones públicas requeridas en este período para adaptar la infraestructura de transporte y logística urbana</li> </ul>	



RECUADRO 5.4.

**Política de electromovilidad en Colombia: articulación de visión, planificación e instrumentos de política**

En Colombia, el sector transporte es el mayor consumidor de energía (42,8%), seguido por los sectores residencial (26,6%), industrial (23,4%) y terciario (7,2%). En el marco del Acuerdo de París y del cumplimiento de las metas establecidas en su NDC, el país ha desarrollado un conjunto de planes, leyes y estrategias para promover la movilidad eléctrica (Tabla 5.4.1).

TABLA 5.4.1.

**Marco normativo para el desarrollo de la movilidad eléctrica en Colombia**

Normativa	Detalle
<b>Actualización de la NDC, 2019</b>	Identificación de medidas sectoriales asociadas a la movilidad eléctrica, incluyendo la identificación de metas y potencial de mitigación
<b>Documentos de política pública CONPES</b>	<p>Diagnóstico de retos y definición de acciones a desarrollar por los diferentes sectores, incorporando como elemento transversal el CC y la importancia de la transición energética para combatirlo, a través de los siguientes documentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objetivos de Desarrollo Sostenible (CONPES 3918 de 2018)</li> <li>• Política de Crecimiento Verde (CONPES 3934 de 2018)</li> <li>• Política para el mejoramiento de calidad del aire (CONPES 3943 de 2018)</li> <li>• Política para la Transición Energética (CONPES 4075 de 2022)</li> </ul>
<b>Estrategia Nacional de Calidad del Aire, 2019</b>	Establece metas para la definición de procedimientos de medición de emisiones contaminantes para vehículos nuevos y en uso disponibles a nivel mundial y la necesidad de generar incentivos económicos y de mercado para la reducción de contaminantes de fuentes móviles y fijas
<b>Estrategia de Movilidad Eléctrica, 2019</b>	Establece un plan de acción para que los Ministerios de Energía, Ambiente, Transporte y Comercio desarrollen medidas tendientes a superar los principales retos para la electromovilidad. Está centrado en cuatro instrumentos: (i) regulatorios y de política; (ii) económicos y de mercado; (iii) técnicos y tecnológicos; e (iv) infraestructura y ordenamiento territorial.





**Estrategia  
Nacional de  
Transporte  
Sostenible,  
2022**

Establece como objetivo reducir las emisiones contaminantes y de GEI, optimizar la eficiencia energética y modernizar el parque automotor, fluvial, marítimo y de material rodante del sector transporte, a través de la priorización del uso de tecnologías de cero y bajas emisiones con el fin de orientar el transporte hacia la carbono-neutralidad

**Ley 1964  
de 2019 de  
Movilidad  
Eléctrica**

Tiene por objeto generar esquemas de promoción al uso de vehículos eléctricos y de cero emisiones, con el fin de contribuir a la movilidad sostenible y a la reducción de emisiones contaminantes y de GEI

**Ley 1972 de  
2019 sobre  
Calidad del  
Aire**

Establece medidas para la reducción de emisiones contaminantes del aire provenientes de fuentes móviles que circulen por el territorio nacional, con énfasis en el material particulado

**Plan Nacional  
de Desarrollo  
2018- 2022**

Fijación de metas de vehículos eléctricos

**Fuente:** Elaboración propia con base en Gobierno de Colombia (2019c, 2019b, 2019a, 2020, 2022) y DNP (2018a, 2018b, 2018c, 2019e, 2022d).

El apoyo al despliegue de la movilidad eléctrica ha incluido el desarrollo de incentivos para la compra de vehículos eléctricos. Entre ellos se encuentran el uso preferencial de plazas de parqueo; exención de medidas de restricción a la circulación vehicular; tarifas máximas del impuesto de vehículos automotores; descuentos en primas de seguro obligatorio y en revisión técnico-mecánica; y exención del pago de la contribución en el recibo de la energía. Asimismo, se están utilizando diferentes formas de financiación para la transición hacia la flota eléctrica, incluyendo posibilidad de cofinanciación de la Nación para la adquisición de flota nueva de bajas o cero emisiones; implementación de fuentes de recursos adicionales por parte de los municipios; actividades complementarias de aprovechamiento o explotación económica en la infraestructura de transporte de los sistemas; publicidad visual al interior y el exterior de la infraestructura y los vehículos de los sistemas; desarrollo de proyectos urbanísticos en las áreas adquiridas para la implementación de los





sistemas; y cofinanciación hasta el cincuenta por ciento (50%) para los sistemas de transporte público que se encuentren en operación. Adicionalmente, se están desarrollando: (i) el “Fondo Distrital para la Promoción del Ascenso Tecnológico de la Carga Urbana en el Distrito Capital”; y (ii) el “Fondo para la Promoción de Ascenso Tecnológico de los Sistemas de Transporte, del Parque Automotor de Carga menor a 10,5 toneladas y Taxis”. Estos dos instrumentos buscan facilitar la financiación proyectos, planes y programas de transporte de cero y bajas emisiones, otorgando incentivos reembolsables y no reembolsables a los municipios y los propietarios privados.

RECUADRO 5.5.

**Guatemala: Uso de piloto para definir normativa de biocombustibles y estimar potencial de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> en el sector transporte**

Con el propósito de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes del sector transporte, las autoridades en Guatemala desarrollaron un “Piloto de Movilidad Verde” durante el año 2020 para comprobar la eficiencia de la gasolina con etanol avanzado y certificado (*ecopower*). Fueron evaluados 34 vehículos durante diez semanas, utilizando mezclas del 5% de etanol durante las primeras cinco semanas y mezcla del 10% durante las últimas cinco semanas. Los resultados del piloto evidenciaron una reducción de los gases de combustión: los hidrocarburos hasta un 74,17 %; el CO hasta 71,74 %; el SO<sub>2</sub> hasta 54,18 %; el NO hasta 39,96 %; y el CO<sub>2</sub> hasta 21,17 %. Debido al contenido de oxígeno en el etanol, la combustión se mejora y, por ende, se reducen las emisiones de CO<sub>2</sub>. En el caso del uso de *ecopower* E10, se redujo en promedio un 71,7 % en comparación con la gasolina sin etanol.





Como resultado de este ejercicio, se promociona el etanol como un combustible renovable en Guatemala, con una producción aproximada de 65 millones de galones de etanol anuales. El Ministerio de Energía y Minas se encuentra desarrollando un reglamento de ley que entrará en vigor a partir de enero de 2024, para mezclar un 10% de etanol con la gasolina y distribuirlo en las gasolineras del país (MEM, 2022). Esto conllevaría beneficios en términos de reducción de emisiones del sector transporte de más de 218,750 tonCO<sub>2</sub>eq/anuales.

RECUADRO 5.6.

**Sistemas de bicicletas públicas en ALC**

Los sistemas de bicicletas públicas, también conocidos como sistemas de bicicletas compartidas o sistemas de alquiler de bicicletas, están ganando popularidad en la región debido a los beneficios que tiene la bicicleta en la salud, la movilidad y en la reducción en la huella de carbono de las ciudades. Para finales de 2019 había 92 sistemas de bicicletas públicas en la región, ubicados mayoritariamente en Brasil (42 sistemas), Colombia (18 sistemas) y México (15 sistemas), en ciudades por encima de un millón de habitantes (LatinoSBP, 2019). Entre los principales sistemas de bicicletas compartidas de la región se encuentran Ecobici en Ciudad de México, Mibici en Guadalajara, Bike Santiago en Santiago de Chile, Bike Río en Río de Janeiro, Bike Sampa en Sao Paulo y EnCicla en Medellín.

Las dimensiones de los sistemas de bicicletas públicas están determinadas por el número de bicicletas y de estaciones. En Ciudad de México, Ecobici cuenta con 9.300 bicicletas y 687 estaciones (Ecobici, 2023). El sistema de bicicletas de Río, Bike Río, que fue el primer sistema de bicicletas públicas de la región, bajo el nombre de SAMBA, ya cuenta con 3.600 bicicletas y 355 estaciones (Bikeitau, 2023b). En Santiago, el





sistema de bicicletas se compone por 3.500 bicicletas y 230 estaciones (Bikeitau, 2023a). EnCicla, en Medellín, contaba con 2.000 bicicletas y 103 estaciones en 2021 (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2021). Estos sistemas de movilidad se han expandido a lo largo de los años respondiendo a la creciente demanda y acogida.

### • 5.2.3 MARCO INSTITUCIONAL

El diseño de planes y políticas para la descarbonización y la resiliencia de la movilidad urbana debe ir acompañada del fortalecimiento institucional. La experiencia de los países referentes muestra que se requieren de equipos especializados para el diseño, la implementación, el monitoreo y la evaluación de la efectividad de las acciones de política en este ámbito. Este fortalecimiento debe ser realizado en el corto plazo, para poder contar con entes rectores capaces de elaborar y ejecutar las medidas de manera eficiente y efectiva. Asimismo, dado que el transporte urbano depende en gran medida de la actuación a nivel local, la colaboración vertical es fundamental a fin de garantizar la coherencia de políticas. En la tabla a continuación se listan las acciones sugeridas en este ámbito.





Nivel

Corto plazo (2025)

**Fortalecimiento de las capacidades de las instituciones públicas con responsabilidad en el transporte urbano**

- Crear autoridades de transporte urbano donde no las haya, dado que son la institucionalidad clave para fomentar la movilidad sostenible
- Crear autoridades estratégicas de transporte a nivel metropolitano con facultades de gobernanza, incluyendo disponibilidad de recursos, capacidad de toma de decisiones y capacidad para la construcción y operación de infraestructura
- Establecer dentro del ente rector a cargo de la movilidad urbana una unidad/grupo permanente a cargo de la elaboración, implementación, monitoreo y actualización de la estrategia y programas relacionados con CC, y de la inclusión del transporte público y la movilidad activa en las NDCs, con acciones que sean aplicables al contexto local
- Requerir la generación, sistematización y análisis de información sobre emisiones y riesgos del CC, a fin de influir los procesos de planificación y toma de decisiones en el sector
- Apalancar el cambio tecnológico en el subsector y las estrategias y programas institucionales de transformación digital no solo para generar información, sino también para reducir emisiones a través de la digitalización (e.g. MaaS - Mobility as a Service, plataformas IoT, aplicaciones de reserva de vehículos eléctricos)
- Promover la realización de pilotos para el testeo de soluciones de descarbonización y resiliencia climática en la gestión de la infraestructura urbana y servicios de transporte y en los procesos relacionados. En este contexto, buscar alianzas con el sector privado y la academia para el acceso e implementación de soluciones y la evaluación de los beneficios y desafíos de las mismas
- Promover el intercambio de experiencias entre ciudades, para crear comunidades de práctica a escala regional, nacional o internacional en la transversalización de acciones para mitigar GEI y adaptarse a los impactos del CC
- Adecuar las políticas de compras públicas que realicen estas entidades a fin de incluir criterios de reducción de emisiones y de resiliencia climática
- Desarrollar programas de capacitación orientados a incluir consideraciones de adaptación al CC en los procesos, herramientas y proyectos de infraestructura desarrollados por las agencias de transporte urbano

**Coordinación horizontal**

- Coordinar los planes de movilidad con los de uso del suelo a fin de reducir las necesidades de viajes y promover el uso del transporte público y modos activos, y promover la estrecha colaboración entre las entidades locales con prerrogativas sobre movilidad y urbanismo
- Garantizar que los comités relacionados con el transporte urbano cuenten con representantes de otros modos de transporte, energía, medio ambiente, industria y comercio, logística, entre otros, y tengan competencias claras para actuar sobre la sostenibilidad de la movilidad
- Buscar incorporar a representantes del subsector de transporte urbano a comités constituidos para otras temáticas, pero cuyas decisiones son clave para implementar acciones de sostenibilidad del subsector. Por ejemplo, los relacionados con la promoción de la electrificación, biocombustibles, salud pública

**Coordinación vertical**

- Requerir, desde el gobierno nacional, la elaboración de planes de movilidad urbana sostenible, en línea con los principios definidos a nivel nacional, y vincular la provisión de fondeo y financiamiento a la disponibilidad de estos planes





- Generar programas a nivel nacional que apoyen la planificación de la movilidad urbana a través de materiales guía, aprendizaje entre pares, programas de entrenamiento, intercambio de experiencias y apoyo financiero
- Desarrollar mecanismos institucionales de coordinación metropolitana, por ejemplo, mediante comités, para garantizar una coordinación eficaz entre los diferentes niveles de gobierno y favorecer la planificación de la inversión en infraestructuras y la regulación de los servicios de transporte. Establecer estos comités dentro de las estrategias y planes maestros para el subsector, así como contar con la máxima autoridad subsectorial en sus reuniones para reforzar el rol de los mismos
- Desarrollar mecanismos de coordinación entre los niveles nacional y local para diseñar e implementar acciones orientadas a cumplir los objetivos planteados en las NDC relacionados con la movilidad urbana
- Incluir a los Ministerios de Transporte en los procesos de definición de metas e implementación de acciones
- Coordinar las responsabilidades de las autoridades metropolitanas con los niveles nacional y local, garantizando que estén alineadas con las Políticas y Programas Nacionales de Movilidad Urbana (NUMP) y los Planes de Movilidad Urbana Sostenible (SUMP)

#### • 5.2.4 ALIANZAS ESTRATÉGICAS

Dada la magnitud de las inversiones necesarias en transporte urbano sostenible y la creciente presión sobre las finanzas públicas, movilizar la inversión privada se ha convertido una necesidad. Los gobiernos tienen un papel clave que desempeñar a la hora de influir en las inversiones del sector privado, estableciendo un marco normativo y generando incentivos que favorezcan las inversiones sostenibles en infraestructuras y servicios de transporte. Los modelos de gestión de los transportes son múltiples: operadores privados, operadores públicos, contratos de servicios, asociaciones público-privadas, privatizaciones totales con una regulación pública más o menos fuerte. El paratransito también debe ser considerado. Las empresas privadas tienen que ser integradas en el diseño y la implementación de políticas, así como incentivadas a innovar y promover soluciones digitales en servicios de transporte. Por su parte, la academia cumple un rol importante en la producción de estudios prospectivos, investigación aplicada, innovación, formación de talento y evaluación de políticas. Es así que todos los países referentes han establecido fuertes lazos de colaboración con ambos sectores. A continuación se presentan las acciones sugeridas a fin de conformar y reforzar alianzas con actores estratégicos para la movilidad urbana.





**Temporalidad**

**Acción**

**Corto plazo  
(2025)**

- Conformar mesas de trabajo permanentes con representantes de fabricantes, operadores, empresas de transporte público, empresas de transporte activo, empresas de energía, y otros relacionados con las operaciones urbanas, a fin de consensuar las estrategias y acciones de sostenibilidad a nivel nacional y a nivel de ciudades
- Permitir la interoperabilidad de los sistemas de transporte gracias a la coordinación entre operadores y al compartir datos
- Establecer memorandos de entendimiento o cooperación con el sector privado y la academia para promover pilotos y despliegues tecnológicos para la descarbonización y la inclusión de SBN en el diseño de infraestructura de transporte
- Identificar brechas en talento humano y diseñar programas de formación junto con sector privado y academia
- Generar alianzas con el sistema financiero local e internacional para canalizar recursos que faciliten la reconversión de la flota de transporte público (ejemplo en Recuadro 5.8)

**Mediano plazo  
(2030)**

- Favorecer la investigación y el desarrollo de soluciones tecnológicas con el sector privado y la academia

**RECUADRO 5.7.**

**Promoviendo la electrificación del transporte público en Bogotá**

TMSA es una empresa privada de propiedad del Distrito de Bogotá que administra y gestiona el sistema de transporte masivo de la ciudad. A junio de 2022, contaba con una flota de más de 10.693 autobuses que transportaba a más de 1,6 millones de pasajeros por día. En 2019, TMSA lanzó licitaciones públicas para concesionar la provisión y la operación y mantenimiento de autobuses eléctricos. En apoyo a esta etapa de expansión de la movilidad eléctrica en Bogotá, BID Invest actuó como líder estructurador del financiamiento para 401 autobuses eléctricos de bajas emisiones contaminantes y la construcción de infraestructura de carga asociada en 10 rutas de transporte concesionadas por TMSA en las localidades de Fontibón y Usme. El paquete financiero para el proyecto -en condiciones adaptadas al modelo de negocio y movilizado fuentes de liquidez locales e internacionales- consistió en dos préstamos senior





**Generar alianzas  
con el sector  
financiero es  
clave para la  
transición  
energética**

otorgados a dos vehículos de propósito específico (uno para la concesión de Fontibón y el otro para la concesión de Usme) creados por ENEL X, una línea de negocios de Enel Colombia para proyectos de movilidad eléctrica, e InfraBridge, un fondo de inversión global en infraestructura, dedicado a invertir en empresas medianas de transporte y logística, infraestructura digital y transición energética. Los préstamos otorgados por BID Invest, el Programa de Infraestructura Sostenible del Reino Unido (UKSIP, por sus siglas en inglés) y BNP Paribas superan los 610.000 millones de pesos colombianos (aproximadamente 134 millones de dólares estadounidenses) y tienen un plazo de hasta 14,5 años.

El financiamiento incluye condiciones favorables para las características del proyecto, tales como plazo y perfiles de amortización a la medida. Los recursos de financiamiento concesional de UKSIP, administrados por BID Invest, complementan los recursos escasos en el mercado y mejoran el perfil de amortización que se carga hacia el final de la concesión, asumiendo parte del riesgo de exposición durante los últimos años del préstamo. Este financiamiento de largo plazo permite a los patrocinadores equilibrar la estructura de deuda del proyecto y reinvertir el capital en otros proyectos de la región. Asimismo, BID Invest proporcionó asistencia técnica para maximizar la eficiencia de las baterías de los autobuses durante la operación y desarrollar un plan de reutilización de estas una vez sean reemplazadas en el octavo año de operación. El impacto esperado de este proyecto una reducción de 237.464 toneladas de emisiones de CO<sub>2</sub>, 3,10 toneladas de emisiones de PM<sub>2,5</sub> y 4,663 toneladas de emisiones de NO<sub>x</sub> a 2037. En adición a los beneficios ambientales, la introducción de nuevos autobuses contribuirá a mejorar el servicio de transporte en tanto estos cuentan con características como WIFI, puertos USB, acceso para personas con discapacidad, GPS y asistencia para la conducción en pendientes.



### 5.3.

## Hoja de ruta para la descarbonización y la resiliencia del transporte carretero

**En ALC la consideración de la mitigación del CC en el sector del transporte carretero es incipiente, en contraste con la experiencia a nivel internacional.** El sector carretero en general, y el transporte de carga en particular, han recibido escasa atención en las NDCs, con algunas excepciones. Se destaca el caso de Colombia con la consideración de la optimización de la logística, el cambio modal del transporte carretero al fluvial en el Río Magdalena y el programa de modernización de transporte automotor de carga planteado en su NDC (Gobierno de Colombia, 2020). Por otra parte, respecto a la planificación, la utilización de herramientas como el LCA -para comparar distintas alternativas desde el punto de vista ambiental-, no se encuentra incorporado en los procedimientos de las autoridades de carreteras en la región. En adición, la priorización de la temática y la disponibilidad de instrumentos para incentivar la descarbonización y la resiliencia climática es escasa, aunque la tendencia está cambiando. En este sentido, por ejemplo, el Plan de Acción Nacional de Transporte de Argentina incluye distintas acciones de mitigación dentro del eje de intervención del transporte de carga (Presidencia de la Nación, 2017). Por su parte, México está implementando el “Programa de Financiamiento al Transporte Sostenible” con el objetivo de reducir emisiones, facilitando créditos al sector de micro, pequeñas y medianas empresas (MIPyME) para la renovación del parque vehicular del transporte de carga y del transporte urbano de pasajeros (Secretaría de Hacienda y Crédito Público, 2022).

**La elevada atomización de operadores e informalidad del transporte terrestre de carga requiere de instrumentos especiales para avanzar en la descarbonización del sector.** Se estima que, en la mayoría de los países de la región, las MIPyME del transporte de carga representan alrededor del 99% de los operadores para avanzar en la descarbonización del sector (Calatayud & Montes, 2021). Por su parte, entre 20% y 40% de las operaciones se realizan de manera informal (Barbero et al., 2020). Además, se evidencia una baja ocupación y utilización (distancia recorrida) de la flota (Calatayud & Montes, 2021). El tamaño de las





empresas, en conjunto con la alta informalidad y el tipo de servicio provisto, determinan unas condiciones de productividad y financieras para los operadores de transporte que dificultan o imposibilitan el acceso a tecnologías y la renovación de flotas a través de los instrumentos tradicionales, lo que se ha traducido -en conjunto con el grado de madurez de la tecnología en el sector-, en una penetración muy reducida de vehículos más eficientes energéticamente. En efecto, la flota de la región tiene una antigüedad promedio entre 14 y 17 años, frente a 11,7 de la UE, por ejemplo, redundando en detrimento de una mayor eficiencia energética en el subsector (Barbero et al., 2020).

**El desarrollo de instrumentos que faciliten la transversalización de la resiliencia climática y la adaptación en los procesos de planificación y toma de decisiones en el subsector aún no se encuentra extendido.** Esto se refiere tanto a la vulnerabilidad funcional de las redes de transporte, como a la vulnerabilidad estructural de los diferentes eslabones de la red. Algunos países de la región cuentan con estudios enfocados en caracterizar el riesgo y generar recomendaciones para apoyar la toma de decisiones involucrando criterios de resiliencia y adaptación al CC (Recuadro 5.8). No obstante, existen grandes brechas a superar para lograr incorporar la adaptación de forma holística y sistemática en el transporte carretero. Pocos países de la región han avanzado con planes o documentos sectoriales específicos de adaptación del transporte carretero. Dentro de estos, se destacan México, que cuenta con consideraciones para la adaptación ante el CC para sus caminos rurales y alimentadores (2022) y Colombia con la publicación de “Plan Vías – CC: vías compatibles con el clima” (2014), el “Estudio de Riesgo Climático para la Red Vial Primaria” (2015) y los “Lineamientos de Infraestructura Verde Vial” (2020). En contraste, la experiencia a nivel internacional muestra un avance significativo en la incorporación de la adaptación al CC en el subsector, tanto a nivel de la planificación como de la instrumentación de las medidas de adaptación.

**Existen dos velocidades en la incorporación de criterios Ambientales, Sociales y de Gobernanza (ESG) en los proyectos carreteros.** En el sector privado, algunas de las principales firmas constructoras han empezado a incorporar acciones concretas de ESG en el desarrollo de sus proyectos. Sin embargo, el sector público no ha desarrollado un marco normativo para impulsar la adopción generalizada de estos criterios por parte de todos los actores privados que intervienen en el diseño, construcción,



operación y mantenimiento de la infraestructura vial. Tampoco es frecuente contar con destinación específica de fondos para la adaptación del transporte carretero al CC.

**En este contexto, los países de ALC requieren una hoja de ruta para la descarbonización y adaptación del subsector que, apalancando las buenas prácticas internacionales, sea consistente con las particularidades de la región y maximice su potencial de contribuir a la sostenibilidad.**

Al igual que en la sección anterior, se presentan a continuación las acciones de política sugeridas para el modo carretero, organizadas en las cuatro categorías utilizadas en este capítulo: (i) visión estratégica; (ii) instrumentos de política; (iii) marco institucional; y (iv) alianzas estratégicas. Adicionalmente, para dar un horizonte temporal de implementación, se clasifican en corto, mediano y largo plazo.

### • 5.3.1 VISIÓN ESTRATÉGICA

La hoja de ruta debe partir por identificar a la descarbonización y la resiliencia climática como prioridades de política pública para el transporte carretero. Esto debe plasmarse en el plan de transporte y los planes o estrategias que existan a nivel subsectorial. Es clave que esta acción se realice en el corto plazo, dado que dicha priorización facilitará la implementación de instrumentos de política (véase subsección ii) para avanzar en la descarbonización y resiliencia al CC. A nivel institucional, esta priorización de la descarbonización y resiliencia dentro de la visión estratégica para el modo carretero debe ser generada por la autoridad competente en materia de planificación de este modo, con la participación de los ministerios de energía, ambiente, y agencias relacionadas con el subsector carretero-logístico. Los planes de carreteras o viales, elaborados por las agencias viales correspondientes, deben realizarse y/o reformularse de acuerdo con los lineamientos de esta visión. En la tabla a continuación se incluyen las acciones sugeridas para lograr esta priorización, sobre la base de las buenas prácticas identificadas en el Capítulo 4.





### Temporalidad

### Acción

#### Corto plazo (2025)

- Elaborar estudios prospectivos sobre las oportunidades e impactos de la descarbonización del subsector en materia de eficiencia, competitividad, SBN y servicios ecosistémicos incluyendo la biodiversidad, que identifiquen escenarios, oportunidades, barreras y líneas de acción para la política pública, sirviendo como insumo para planes y estrategias
- Identificar riesgos del CC sobre la infraestructura y la operación y servicios carreteros
- Realizar consultas con los actores del sector carretero, logístico, energético, académico, agencias públicas, de la sociedad civil y otros interesados, en vistas de la incorporación del CC en los planes sectoriales y subsectoriales
- Modificar el plan sectorial de transporte y el plan subsectorial carretero o vial para reconocer la importancia del CC y sus impactos, sentando la visión a futuro y las grandes líneas de acción en torno a monitoreo y gestión del CC, fuentes de energía, intermodalidad, coordinación con otros sectores, etc.
- Elaborar un plan de acción frente al CC para el subsector que, partiendo de los análisis y consultas previas, establezca una hoja de ruta con medidas concretas para promover la descarbonización y la adaptación (ver subsección de instrumentos)

#### Mediano plazo (2030)

- Establecer metas de reducción de emisiones para el subsector, en consistencia con la normativa internacional

#### RECUADRO 5.8.

#### Analizando la resiliencia de la red vial en ALC

Aunque se encuentren mucho menos extendidos que en los países referentes, existen en la región diferentes estudios que analizan la resiliencia de la red vial al CC. Por ejemplo, el estudio apoyado por el BID para Ecuador jerarquizó la red vial del país según criterios sociodemográficos, características de las vías, infraestructura crítica e importancia económica, generándose recomendaciones para mejorar la resiliencia climática de la red. Ellas incluyen la creación de sistemas de alerta temprana; la actualización de la normativa nacional para incorporar criterios de gestión de riesgo; la inversión en mantenimiento preventivo; y la implementación de SBN para incrementar la resiliencia (AECOM, 2019). Del mismo modo, República Dominicana llevó a cabo un análisis de riesgo para la red vial, considerando amenazas geofísicas e hidrometeorológicas





históricas y la influencia del CC en las mismas, y desarrollando una metodología que permite seleccionar las medidas de adaptación más apropiadas a implementar en cada caso CC (Deltares, 2020; Olaya González et al., 2022).

Colombia y Brasil también disponen de estudios similares, mediante los cuales se identifican tramos viales de alto riesgo y se establecen medidas a ser implementadas por las entidades del sector para garantizar la resiliencia. En el caso de Colombia, por ejemplo, se generó el “Plan Vías – CC: vías compatibles con el clima”, que viabilizó asimismo la creación de un grupo de CC dentro del Ministerio de Transporte para que fuera responsable de la implementación y actualización del plan.

### • 5.3.2 INSTRUMENTOS DE POLÍTICA

Para materializar la prioridad de descarbonizar y adaptar el transporte carretero al CC, el sector público dispone de cinco tipos de instrumentos: (i) regulaciones; (ii) compras públicas; (iii) instrumentos de precios; (iv) incentivos no financieros; y (v) inversiones. Dada la incertidumbre en torno a la magnitud y evolución de los escenarios de CC, será clave adoptar un enfoque flexible según el cual se vayan escogiendo y calibrando los instrumentos de acuerdo con los mitigation and adaptation *pathways* que se establezcan a nivel internacional y nacional. Estos *pathways* permiten que las medidas de corto y mediano plazo que se adopten en el sector sean consistentes con los objetivos de largo plazo, brindando flexibilidad para ajustar dichas medidas según se vayan materializando o modificando los escenarios de CC, en un contexto de incertidumbre. La siguiente tabla incluye las acciones sugeridas en el corto, mediano y largo plazo, por cada tipo de instrumento. Luego de la tabla se presentan ejemplos de la región donde ya se están implementando acciones como las aquí sugeridas.





Instrumento	Temporalidad		
	Corto plazo (2025)	Mediano plazo (2030)	Largo plazo (2050)
Regulaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generar y reportar abiertamente inventario de emisiones para el subsector e integrarlo con los sistemas de información del subsector</li> <li>• Regular la calidad y tipo de combustibles</li> <li>• Establecer/actualizar estándares de emisiones por tipo de vehículos</li> <li>• Revisar normativa de importación de vehículos usados para alinearla con los objetivos de mitigación de emisiones</li> <li>• Establecer restricciones para la fabricación, ensamblaje e importación de camiones con estándares altos de emisión</li> <li>• Establecer programas de certificación, auditoría y etiquetado de emisiones para camiones, flotas de camiones y empresas de transporte</li> <li>• Realizar una reingeniería de procesos administrativos y requerimientos normativos para mejorar la eficiencia logística</li> <li>• Reevaluar estándares de diseño y construcción de infraestructura para reducir el impacto del CC</li> <li>• Establecer directrices para que las agencias desarrollen sistemas de monitoreo y alerta temprana de riesgos climáticos, y para que implementen mecanismos que faciliten la cooperación y coordinación entre agencias responsables en la planificación y toma de decisiones en torno al manejo de riesgos asociados al clima</li> <li>• Establecer disposiciones de inspección de infraestructura</li> <li>• Establecer/modificar legislación relacionada con atención a emergencias</li> <li>• Revisar el ordenamiento territorial para limitar desarrollos en zonas de riesgo</li> <li>• Desarrollar marco regulatorio para el análisis de ciclo de vida de las carreteras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fijar meta de reducción de emisiones para el subsector a nivel nacional (infraestructura y vehículos)</li> <li>• Fijar meta de reposición de equipos y vehículos por aquellos que usen energías limpias o cero-netas</li> <li>• Actualizar estándares y fijar límites de emisiones por tipo de vehículos</li> <li>• Actualizar la regulación de la calidad y tipo de combustibles</li> <li>• Establecer obligatoriedad de planes de reducción de emisiones a empresas con flota propia o que contraten flota tercerizada</li> <li>• Implementar medidas de tarificación de la infraestructura vial</li> <li>• Fijar metas para la construcción de estaciones de recarga para vehículos cero emisiones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100% de energía renovable utilizada en terminales logísticas</li> <li>• Reubicar operaciones fuera de zonas de mayor riesgo</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"><li>• Requerir la elaboración de mapas de riesgos y/o vulnerabilidad al CC de la infraestructura de transporte a nivel subnacional, a una escala que sea útil para priorizar inversiones en infraestructura que sea crítica y esté expuesta</li></ul>		
<b>Compras públicas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Incluir sistemas de gestión y monitoreo ambiental en nuevas licitaciones y actualizar contratos de concesión con tal fin</li><li>• Incluir análisis de riesgos en proyectos y planes de adaptación al CC en nuevas licitaciones (según <i>adaptation pathways</i>), así como actualizar contratos de concesión con tal fin</li><li>• Incluir requisitos de eco- conducción en licitaciones</li><li>• Reforzar las obras de mantenimiento dentro de las concesiones carreteras</li><li>• Considerar la fijación de objetivos de reducción de emisiones</li><li>• Considerar sistemas de bonificaciones y penalidades para reducir las emisiones del sector carretero</li><li>• Incorporación de pilotos en los contratos para la puesta en práctica y evaluación de nuevos materiales y tecnologías que catalicen la mitigación de emisiones y la adaptación al CC</li><li>• Implementar el análisis de ciclo de vida de las carreteras</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Formular nuevas licitaciones y actualizar concesiones de carreteras con parámetros de desempeño energético, empleo de energías renovables y acciones de adaptación al CC según <i>adaptation pathways</i>, tanto en infraestructura como en servicios</li><li>• Requerir la participación de expertos en adaptación al CC en los contratos de diseño y construcción</li><li>• Establecer claramente la distribución de riesgos entre el sector público y privado ante condiciones climáticas extremas</li><li>• Emplear contratos basados en desempeño que incluyan objetivos e indicadores de resiliencia climática</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Formular nuevas licitaciones y actualizar concesiones carreteras según lineamientos internacionales y metas nacionales, así como acciones de adaptación al CC según <i>adaptation pathways</i></li><li>• Realizar contrataciones para garantizar que la totalidad de la infraestructura sea resiliente, incluyendo infraestructura crítica como túneles y puentes</li></ul>
<b>Instrumentos de precios</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Establecer incentivos fiscales para proyectos de innovación y eficiencia energética en logística</li><li>• Establecer programas de chatarrización y renovación de flotas de transporte terrestre que promuevan la eficiencia energética</li><li>• Considerar la implementación de instrumentos de precios para reducción de emisiones (precios a emisiones de GEI, impuesto a los combustibles y régimen de derechos de emisión para el transporte carretero)</li><li>• Considerar la implementación de impuestos a los vehículos (diferenciados por CO2) e incentivos a la compra de vehículos de cero emisiones</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Establecer incentivos fiscales para proyectos de innovación y eficiencia energética logística</li><li>• Escalar los programas de chatarrización y renovación de flotas de transporte, con foco en vehículos cero emisiones</li><li>• Considerar la implementación de tarificación de la infraestructura vial (tarificación inteligente, diferenciados por CO2)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ubicuidad de la tarificación vial inteligente</li></ul>



<b>Incentivos no financieros</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Facilitar permisos para el testeo de nuevas tecnologías para reducir emisiones</li><li>• Mapear capacidades para la transición energética en el subsector</li><li>• Crear alianzas con cooperación internacional para financiar programas y fomentar el intercambio de experiencias internacionales</li><li>• Fomentar la investigación aplicada a la transición y adaptación del subsector, incluyendo SBN</li><li>• Implementar etiquetado de vehículos (incluyendo eficiencia de combustible y emisiones de CO2)</li><li>• Desarrollar programas de fortalecimiento de capacidades empresariales para el transporte de carga, incluyendo aspectos de sostenibilidad</li><li>• Desarrollar programas de eco-conducción y certificación en la misma</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Facilitar el testeo de nuevas tecnologías para reducir emisiones</li><li>• Crear un programa de formación de capacidades para la transición energética y adaptación en el subsector, incluyendo capacidades para analizar de forma integrada los beneficios físicos económicos de inversiones en SBN y la promoción de la biodiversidad</li></ul>	
<b>Inversiones</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Priorizar las inversiones públicas a realizar para la adaptación de la infraestructura carretera en función de estimaciones de riesgo</li><li>• Reforzar el mantenimiento de la infraestructura carretera incluyendo puentes, túneles y obras de drenaje</li><li>• Implementar Sistemas Inteligentes de Transporte y TIC para gestión de infraestructura, maximizando su capacidad y su durabilidad, y gestión de flota para mejora de la eficiencia</li><li>• Implementar sistemas de alerta temprana para emergencias</li><li>• Desarrollar infraestructura pública de recarga de combustibles limpios que permita el transporte de larga distancia</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Realizar las inversiones públicas requeridas en este período para adaptar la infraestructura carretera</li><li>• Desarrollar infraestructura pública de recarga que permita el transporte de larga distancia</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Realizar las inversiones públicas requeridas en este período para adaptar la infraestructura carretera</li></ul>



RECUADRO 5.9.

**Incorporando la resiliencia en las Asociaciones  
Público-Privadas (APP) de transporte en Colombia**

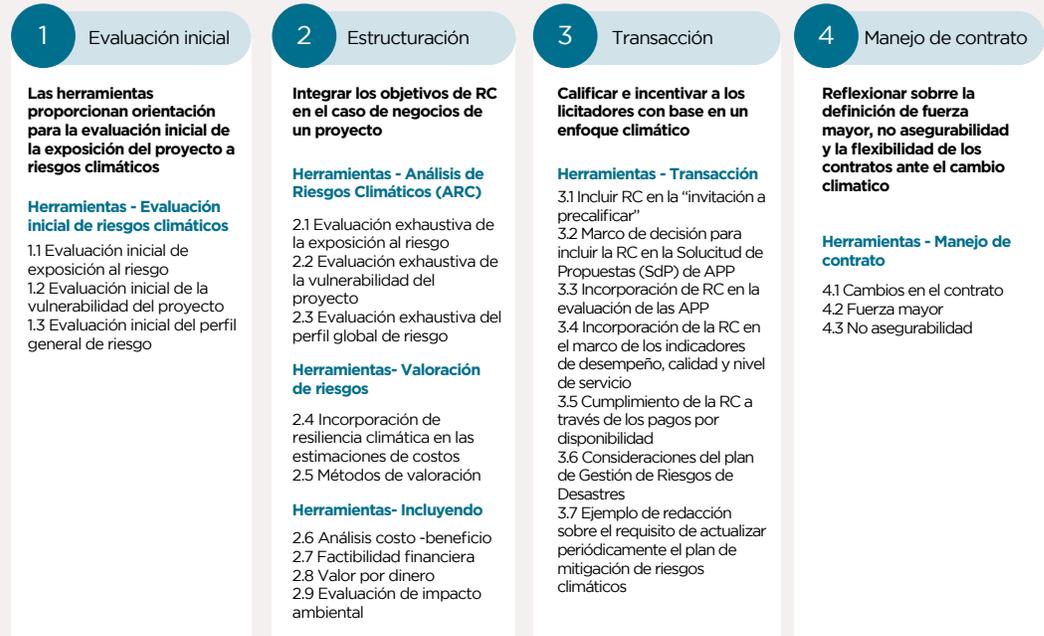
El BID y la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) desarrollaron una Caja de Herramientas para la preparación de proyectos de APP resilientes al CC, que ofrece instrumentos para la toma de decisiones en cada fase del ciclo de vida de estos proyectos. En la etapa de Evaluación Inicial, se incluye una evaluación de riesgos climáticos y sus efectos a un alto nivel, con el objetivo de prevenir y/o hacer modificaciones al concepto del proyecto de manera temprana. Durante la etapa de Estructuración, se realiza una evaluación de la viabilidad técnica, financiera, económica, medioambiental, social y predial, en la que se incorporan los riesgos e incertidumbre climáticos, con una evaluación exhaustiva de los eventos climáticos identificados como “graves” o “tolerables” y una estimación de los costos para implementar las medidas de resiliencia climática. En la etapa de Transacción, que comprende el proceso de selección de la firma y cierre financiero del proyecto, se incluyen consideraciones de resiliencia climática en el diseño del contrato, la calificación de los licitadores, la licitación del proyecto y la evaluación de las ofertas recibidas. Finalmente, en la etapa de Gestión del Contrato la contraparte privada debe asegurar que las pautas acordadas en el contrato se cumplan y que los cambios en el perfil de riesgo climático se respondan de manera eficiente y adecuada.





FIGURA 5.9.

Herramientas para cada fase del ciclo de proyecto APP



Fuente: Rebel (2022).

RECUADRO 5.10.

Iniciativas de eco-conducción en la región

“Giro Limpio” es un programa financiado por el Ministerio de Energía de Chile, que busca reducir el consumo de combustible y las emisiones relacionadas con el transporte de carga. Las empresas transportistas pueden inscribirse de forma voluntaria a este programa, el cual les ayuda a monitorear el consumo de combustible y emisiones por unidad de TKM transportada y a reducir estos valores mediante diversas estrategias que incluyen la eco-conducción. La iniciativa otorga una certificación a las empresas transportistas que se adhieran al programa y a los operadores logísticos y empresas generadoras de carga que elijan a empresas





transportistas certificadas. Dentro de las estrategias de reducción de emisiones se encuentra la capacitación a conductores en las prácticas de eco-conducción, mediante el curso *SmartDriver* Chile, el cual es una adaptación del curso *SmartDriver* desarrollado originalmente por el Ministerio de Recursos Naturales de Canadá. El programa logra atraer a los actores clave del sector privado gracias al ahorro esperado en combustible, pero también por el reconocimiento que brinda la certificación como empresas comprometidas con la reducción de emisiones. La iniciativa proyecta contar con el 10% de la flota nacional de camiones asociada hacia comienzos de 2024 (Agencia de Sostenibilidad Energética, 2022).

El programa “Transporte Limpio”, impulsado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México, es una iniciativa de reducción de consumo de combustible muy similar a la existente en Chile. Las empresas de transporte y empresas generadoras de carga pueden asociarse al programa de forma voluntaria para comprometerse a implementar medidas de ahorro de combustible, incluyendo prácticas de eco-conducción, y beneficiarse de ahorros en combustible, conocimiento del impacto ambiental de sus operaciones y mejoras en su imagen al estar comprometidos con el medio ambiente. El programa cuenta con 718 empresas adheridas y en 2021 evitó la emisión de 2,7 MtCO<sub>2</sub> (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2022). Adicionalmente, la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) ofrece cursos de eco-conducción que son opcionales para flotas privadas y obligatorios para conductores que manejan vehículos de flotas de agencias gubernamentales. Cerca de 40.000 vehículos que son manejados por agencias gubernamentales deben cumplir con este requisito (Pineda & Xie, 2021).





RECUADRO 5.11.

**Innovación en pavimentos**

El uso de asfalto reciclado en la construcción y rehabilitación de carreteras es una técnica que aprovecha los materiales provenientes de pavimentos que ya han cumplido su vida útil. El beneficio de usar pavimento reciclado (RAP, por sus siglas en inglés) radica en una menor utilización de materiales vírgenes y menores necesidades de transporte y disposición de materiales, resultando en ahorros económicos y menores impactos ambientales. Esta técnica de reciclaje fue desarrollada en los años 70, siendo actualmente la técnica más común para la construcción de pavimentos en Estados Unidos. En ALC existen algunos países en donde se usa RAP en la construcción y rehabilitación de pavimentos. Generalmente se emplea este material en la estabilización de capas de base y no tanto en la producción de mezclas asfálticas en caliente, que sería el uso ideal porque la calidad final de la mezcla puede llegar a ser igual a la de una mezcla producida con materiales vírgenes. En Colombia, existen normativas a nivel nacional y local que regulan el uso de este material. Brasil ha empleado RAP en la construcción de pavimentos por más de tres décadas, llegando a recuperar millones de metros cuadrados de pavimento. El Estado de San Pablo utiliza esta técnica de manera frecuente, habiendo rehabilitado miles de km de pavimentos mediante reciclado en frío in situ con cemento Portland (Fedrigo et al., 2020).

Otra técnica que busca reducir la huella de carbono de los procesos de construcción de la infraestructura vial emplea polvo de caucho proveniente de Neumáticos Fuera de Uso (NFU) como aditivo en las mezclas asfálticas. Esta técnica mejora las propiedades mecánicas de los pavimentos, reduce la demanda de materiales vírgenes y permite aprovechar el caucho de los neumáticos que muchas veces serían desechados. En ALC, se ha venido impulsando esta tecnología mediante el desarrollo de segmentos de prueba, su inclusión en la normativa y la incorporación en licitaciones. Por ejemplo, en Colombia el Instituto Nacional de Vías otorgó mayores puntajes en las licitaciones de la tercera ola de autopistas 4G a las propuestas que incluyeran el uso de asfalto caucho. Brasil cuenta con especificaciones a nivel federal y local para el uso de NFU en pavimentos, habiendo





pavimentado un gran número de carreteras con NFU en varios estados, dentro de los que se encuentran los Estados de Río de Janeiro, San Pablo y Santa Catarina. En Chile, las especificaciones para mezclas asfálticas en caliente modificadas con polvo de caucho se encuentran presentes en la sección 5.420 del Manual de Carreteras y se han construido algunos tramos de prueba para validar las propiedades de los pavimentos construidos con este material.

**RECUADRO 5.12.**

**La importancia de una adecuada gestión de activos viales**

El correcto desempeño de la infraestructura carretera depende en gran medida de las inversiones en mantenimiento y rehabilitación que se realicen sobre el sistema, ya que la falta de mantenimiento contribuye al deterioro acelerado de las carreteras y puede resultar en incrementos de hasta un 50% en los costos de mantenimiento futuros (Hallegatte et al., 2019). En un contexto de CC, realizar mantenimiento oportuno y contar con información actualizada de la red cobran mayor importancia. Los incrementos en temperaturas extremas y precipitaciones extremas proyectadas para la región impondrán cada vez mayor presión sobre la infraestructura carretera, con lo cual será necesario aumentar la frecuencia del mantenimiento para minimizar el impacto acumulativo producido por inundaciones más frecuentes, deslizamientos y daños sobre la superficie de rodadura de las carreteras. Contar con un sistema de gestión de la infraestructura que permita conocer el estado de deterioro de los activos y contar con mecanismos de monitoreo permitirá identificar los segmentos de mayor riesgo y criticidad del sistema. Esto es clave no solo para poder dimensionar las necesidades de inversión y planear las intervenciones requeridas de forma anticipada, sino también para poder dar una respuesta más rápida ante emergencias que reconozca las vulnerabilidades del sistema (OECD, 2021).





### • 5.3.3 MARCO INSTITUCIONAL

Para poder desarrollar e implementar los instrumentos arriba mencionados, las instituciones que rigen al subsector -Ministerios de Transporte, agencias viales- deben ser fortalecidas. Asimismo, dado que mitigar y adaptar el transporte carretero al CC requiere acciones que se encuentran por fuera de las entidades de transporte, es clave fortalecer la colaboración interinstitucional, para que las medidas que se adopten sean consensuadas y evaluadas con sectores tales como energía, medioambiente, comercio e industria. A tales fines, en la tabla a continuación se sugieren las acciones tendientes a fortalecer el marco institucional. Todas estas acciones deben ser realizadas en el corto plazo para poder contar con entes rectores capaces de desarrollar e implementar medidas, incorporar la perspectiva de otras agencias y coordinar acciones requeridas en diferentes áreas de la política pública, tanto nacional como internacional.

Nivel	Corto plazo (2025)
<b>Fortalecimiento de las capacidades de las instituciones públicas con responsabilidad en el transporte carretero</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Establecer dentro del ente rector a nivel nacional una unidad/grupo permanente a cargo de la elaboración, implementación, monitoreo y actualización de la estrategia y programas relacionados con CC</li><li>• Requerir la generación, sistematización y análisis de información sobre emisiones y riesgos del CC, a fin de influir los procesos de planificación y toma de decisiones en el sector</li><li>• Apalancar el cambio tecnológico en el subsector y las estrategias y programas institucionales de transformación digital no solo para generar información, sino también para reducir emisiones a través de la digitalización (e.g. sistemas de gestión de flotas, análisis del ciclo de vida para carreteras, sistemas de alerta temprana y emergencias) y mejorar la resiliencia climática de la red y de sus componentes más críticos</li><li>• Promover la realización de pilotos para el testeo de soluciones de descarbonización y resiliencia climática en la gestión de la infraestructura y servicios de transporte y en los procesos relacionados. En este contexto, buscar alianzas con el sector privado y la academia para el acceso e implementación de soluciones y la evaluación de los beneficios y desafíos de las mismas</li><li>• Adecuar las políticas de compras públicas que realicen estas entidades a fin de incluir criterios de reducción de emisiones y de resiliencia climática</li><li>• Desarrollar programas de capacitación orientados a incluir consideraciones de adaptación al CC en los procesos, herramientas y proyectos de infraestructura desarrollados por las agencias de transporte carretero</li></ul>





### Coordinación horizontal

- Garantizar que los comités relacionados con el transporte carretero (liderados por la máxima autoridad del poder ejecutivo en el subsector), cuenten con representantes de otros modos de transporte, energía, medio ambiente, industria y comercio, entre otros, y tengan competencias sobre el CC y la sostenibilidad del transporte carretero
- Buscar incorporar a representantes del subsector carretero a comités constituidos para otras temáticas, pero cuyas decisiones son clave para implementar acciones de sostenibilidad del subsector. Por ejemplo, los relacionados con la promoción del hidrógeno verde, biocombustibles, SBN y servicios ecosistémicos

### Coordinación vertical

- Dada la naturaleza espacial del transporte carretero que afecta a múltiples jurisdicciones, los niveles departamentales y municipales deben participar en los comités antes mencionados, a fin de procurar coordinar acciones que apunten a la sostenibilidad del subsector. Establecer estos comités dentro de las estrategias y planes maestros para el subsector, así como contar con la máxima autoridad subsectorial en sus reuniones, refuerza el rol de los mismos
- Desarrollar mecanismos de coordinación entre los niveles nacional y local para diseñar e implementar acciones orientadas a cumplir los objetivos planteados en las NDCs referentes al transporte carretero

#### RECUADRO 5.13.

### Guía DMDU para la planificación de transporte bajo un clima cambiante

Dada la gran incertidumbre sobre las proyecciones climáticas y la dificultad para caracterizar los riesgos asociados con el CC mediante supuestos fijos, el enfoque de toma de decisiones bajo incertidumbre profunda (DMDU, por sus siglas en inglés) puede ser una herramienta útil para la planificación sectorial. Este enfoque parte de calcular los riesgos para un conjunto de proyecciones climáticas o distribuciones de probabilidad de riesgo, arrojando un amplio rango de posibles futuros. A continuación, se procede a identificar qué componentes de la infraestructura de transporte contribuyen más al riesgo en la totalidad de los escenarios y qué estrategias pueden reducir el riesgo para ese amplio rango de posibles futuros. En lugar de realizar predicciones explícitas sobre cuál escenario futuro podría ocurrir, este enfoque busca llegar a un consenso sobre las acciones que potencialmente podrían minimizar los riesgos y maximizar los beneficios en el conjunto de escenarios.





El BID desarrolló una guía de DMDU para la planificación del transporte en un escenario de CC, con tres pasos: (i) planificación de escenarios; (ii) vías adaptativas y diseño flexible; y (iii) toma de decisiones robustas (Lempert et al., 2021). Esta guía ha sido implementada en países como República Dominicana, Haití y en proyectos viales que han recibido apoyo del BID a lo largo de la región. En adición, dentro del amplio rango de enfoques de apoyo a la toma de decisiones, existen otros métodos complementarios al DMDU, tales como el *Info Gap Theory* y el *Dynamic Adaptation Policy Pathways* (DAPP). Este último se basa en el concepto de puntos de inflexión en adaptación y busca establecer la secuenciación de medidas de adaptación con base en el cambio de dichos puntos. Este es utilizado en diferentes latitudes, tanto por organismos nacionales y locales, como internacionales en los proyectos por ellos financiados.

#### • 5.3.4 ALIANZAS ESTRATÉGICAS

Dado que el transporte carretero es un negocio fundamentalmente privado, integrar a las empresas del sector en el diálogo y el diseño de acciones de política es clave y urgente. El uso de plataformas colaborativas que reúnan a líderes de la industria con hacedores de política pública y demás actores relevantes puede ser una estrategia que permita combinar esfuerzos, recursos, conocimientos y mejores prácticas, para lograr abordar de forma conjunta los desafíos propios de la descarbonización del transporte carretero, acelerando el desarrollo y adopción de soluciones sostenibles. Por su parte, la academia cumple un rol importante en la producción de estudios prospectivos, investigación aplicada, innovación, formación de talento y evaluación de políticas. Es así que todos los países referentes han establecido fuertes lazos de colaboración con el sector privado y la academia. Sobre la base de estas experiencias (véase Capítulo 4), en la tabla que sigue se sugieren acciones para establecer alianzas estratégicas con los sectores privado y académico.





**Temporalidad**

**Acción**

**Corto plazo  
(2025)**

- Conformar mesas de trabajo permanentes con representantes de operadores logísticos, concesionarios de carreteras, empresas de energía, dadores de carga, empresas de transporte terrestre y otros relacionados con las operaciones de carreteras, a fin de consensuar las estrategias y acciones de sostenibilidad a nivel nacional
- Establecer memorandos de entendimiento o cooperación con el sector privado y la academia para promover pilotos y despliegues tecnológicos para la descarbonización
- Identificar brechas en talento humano y diseñar programas de formación junto con sector privado y academia

**RECUADRO 5.14.**

**Coaliciones internacionales para la  
descarbonización del transporte carretero**

Las principales empresas del sector del transporte de mercancías por carretera a nivel mundial, incluida ALC, han puesto en marcha diversas estrategias para reducir las emisiones y realizar una transición hacia operaciones más sostenibles. Estas estrategias abarcan la adopción temprana de flotas de vehículos de cero emisiones, la inversión en fuentes de energía renovables para alimentar los vehículos y la infraestructura, y la implementación de una logística eficiente y la optimización de rutas para minimizar el consumo de combustible y el kilometraje. A pesar de los compromisos de la cadena de valor, la descarbonización del transporte de mercancías por carretera no puede lograrse sólo por el sector privado, en especial debido a la falta de infraestructuras de recarga y repostaje, lagunas en la regulación y falta de financiamiento. Así, se requiere una fuerte colaboración entre entidades públicas y privadas. Esta colaboración implica que los responsables políticos, las partes interesadas de la industria y las instituciones financieras trabajen juntos para desarrollar políticas de apoyo, proporcionar mecanismos de financiación y facilitar el despliegue de la infraestructura necesaria para los vehículos de emisiones cero.

Alineando objetivos y compartiendo experiencia, recursos y conocimientos, se pueden lograr avances significativos hacia la consecución de un sector del transporte de mercancías por carretera sostenible y descarbonizado.





Plataformas internacionales como la *First Movers Coalition* y *Road Freight Zero* del Foro Económico Mundial desempeñan un papel crucial en el fomento de esta colaboración (WEF, 2021b). Ofrecen oportunidades para que los líderes del sector, los responsables políticos y los expertos se reúnan, compartan buenas prácticas, reproduzcan iniciativas de éxito a través de las fronteras y apalanquen recursos. Este enfoque colaborativo ha dado lugar a ejemplos notables que pueden ser replicados en ALC, como el compromiso de Holcim dentro de la *First Movers Coalition* para desplegar hasta 1.000 camiones eléctricos de Volvo para 2030 en Europa, mostrando el potencial para la adopción a gran escala de camiones eléctricos por un actor importante de la industria. Además, están surgiendo asociaciones como Milence, una empresa conjunta de Daimler Truck, TRATON GROUP y Volvo Group, para hacer frente al déficit de infraestructuras, con planes para lanzar una red pública de recarga a gran escala para camiones pesados en toda Europa.





## 5.4.

### Hoja de ruta para la descarbonización y la resiliencia del transporte marítimo

**En la región, la concientización sobre la urgencia de promover una mayor sostenibilidad del transporte marítimo es baja en comparación con los líderes mundiales.** Como consecuencia, son pocos los casos donde la temática está incluida dentro de los planes de transporte e, inclusive, en los marítimo-portuarios. Prácticamente no existen inventarios de emisiones a nivel de puerto, ni estrategias e instrumentos de incentivo a la sostenibilidad, mientras que las experiencias innovadoras se reducen a unos pocos puertos en la región que tienen como objetivo mejorar su eficiencia energética y utilizar energías más limpias, o a unos pocos países que están apuntando a desarrollar nuevos combustibles como oportunidad de negocio (Recuadro 5.15).

#### RECUADRO 5.15.

#### Avances en la región para descarbonizar el transporte marítimo

La Autoridad del Canal de Panamá lidera las iniciativas de sostenibilidad en la región. Su estrategia tiene tres líneas de acción: (i) reducción de emisiones en la operación; (ii) mejora en la gestión ambiental; e (iii) incentivos a la reducción de emisiones para los clientes del Canal. El objetivo es llegar a ser carbono neutral en sus operaciones para 2030. De este modo, el Canal posee un programa para medir sus emisiones de GEI, ha implementado pilotos con vehículos eléctricos, planea utilizar embarcaciones con combustibles alternativos y una mayor proporción de energía fotovoltaica para la operación y ha establecido su Ventanilla Única Marítima, que permite digitalizar y coordinar operaciones con los usuarios del Canal, ahorrando más de 300.000 formularios impresos al año. A través de su programa “*Green Connection*”, desarrolló una calculadora de emisiones para los usuarios del canal, que premia a embarcaciones más eficientes con prioridades de paso (Canal de Panamá, 2023).





Cartagena es el cuarto puerto con mayor movimiento de Unidad Equivalente de Transporte (TEU, por sus siglas en inglés) en la región (CEPAL, 2020a). Para reducir las emisiones generadas por sus operaciones, desarrolló un programa de reconversión energética de grúas de patio, que permitió mantener el nivel de emisiones a pesar del aumento en 30% de los movimientos del puerto. Asimismo, se modernizó la tecnología de iluminación con LED y se implementaron horarios con controles automáticos para aires acondicionados. Adicionalmente, se instalaron 6.000 paneles solares sobre el techo de su centro de distribución, que producen el 10% de la energía anual que demanda el puerto. Con este proyecto se dejan de emitir 1.100 toneladas de CO<sub>2</sub> por año, lo que equivale a la captura de CO<sub>2</sub> de 160.000 árboles maduros (GRUPO PUERTO DE CARTAGENA, 2021). Otros puertos en la región como Caucedo en República Dominicana y San Antonio en Chile están avanzando en la utilización de energías renovables, tanto eólica como solar, alcanzando en San Antonio el 100% de la energía consumida (Mundo Marítimo, 2023).

En sus estrategias de desarrollo del hidrógeno, tanto Chile como Colombia identifican al transporte marítimo como potenciales usuarios de este combustible verde en el largo plazo -desde mediados de la década de 2030-, tanto para buques que recalen en sus puertos como también para exportación de combustible. Con el fin de impulsar la generación de este combustible, Chile establece cinco líneas de acción: (i) fomento al mercado doméstico y a la exportación; (ii) promoción de normativa, seguridad y pilotajes; (iii) catalización del desarrollo social y territorial; (iv) impulso a la formación de capacidades e innovación; y (v) fortalecimiento de la gobernanza. Por su parte, en su hoja de ruta Colombia identifica habilitadores regulatorios, instrumentos de desarrollo de mercado, despliegue de infraestructura y desarrollo tecnológico como áreas de trabajo. En ambos casos se pone énfasis en la coordinación entre las agencias de energía y las de medioambiente y transporte, a fin de compaginar las políticas de descarbonización con las de transición energética.





**A pesar de las amenazas del CC a puertos y zonas costeras, existe una ausencia generalizada de estrategias de adaptación.** Si bien hay algunos avances en cuanto al análisis de las amenazas, estas raras veces se traducen en estrategias de largo plazo, lo cual contrasta con las referencias internacionales, donde prácticamente todos los puertos han desarrollado estrategias de adaptación. Un actor clave en las experiencias internacionales han sido las Autoridades Portuarias, quienes han impulsado el establecimiento de sistemas de información, la elaboración de escenarios climáticos y la identificación de acciones para reducir las vulnerabilidades de un determinado puerto. En efecto, a pesar de que las estrategias nacionales de adaptación al CC en la región mencionen a las zonas costeras y a los puertos, la especificidad de las infraestructuras y servicios, así como la variabilidad geográfica de los escenarios climáticos requieren focalizar análisis y acciones a nivel de puerto. De ahí que las Autoridades Portuarias de la región deban liderar esta tarea.

**En comparación con el escenario regional, a nivel internacional hay cada vez más concientización sobre la urgencia de descarbonizar y adaptar al subsector, como lo muestran las negociaciones internacionales en el seno de la OMI, las estrategias de la industria marítima y las políticas de los países referentes.** El transporte marítimo tiene un alcance global, por lo que estas acciones tendrán un impacto en la región. Del lado positivo, las terminales portuarias de ALC que pertenecen a grupos internacionales ya están implementando acciones para reducir sus emisiones, con el fin de contribuir a los objetivos corporativos. Las compañías navieras también tienen metas globales y buscan generar alianzas locales para avanzar en la descarbonización. Algunos países como Panamá y Barbados se están convirtiendo en champions de sostenibilidad en la región, el primero por el rol que juega en el transporte marítimo global, evidenciando la relación entre centralidad en las redes de transporte marítimo y los avances en la descarbonización; el segundo por el impacto del CC en su supervivencia. En cambio, la gran brecha se encuentra en la agenda de política pública, lo que a su vez limita la atracción de oportunidades e inversiones verdes y resilientes para la región.

**Junto con la urgencia de descarbonizar el transporte marítimo, existe una razón económica para tener un rol en la transición energética.** Estudios recientes calculan que México podría atraer inversiones entre USD 2.000 y 3.000 millones para construir la infraestructura eléctrica y de producción de combustibles cero-netos necesaria para descarbonizar 5% de los buques





**Invertir hoy en acciones de adaptación previene mayores costos en el futuro.**

que llegan a este país (GMF et al., 2022). En el caso de Chile, el desarrollo de electrocombustibles podría generar inversiones por USD 90.000 millones (EDF & Ricardo, 2019). Brasil, Argentina y Colombia son también mapeados entre los posibles centros para la producción y repostaje de combustible limpio por su potencial en el desarrollo de energías renovables requeridas para la producción de dicho combustible. Así, la descarbonización provee una oportunidad para que los países de ALC se integren a una nueva red marítima internacional de suministro de energía.

**La transición energética también tiene costos. En particular, preocupa que los costos de las inversiones en nuevas flotas de buques cero-emisiones netas e infraestructura de abastecimiento sean transferidos a los dadores de carga.** Esto es especialmente importante para los países de ALC, cuyas exportaciones son altamente sensibles a variaciones en precios. Por ejemplo, existen estudios que han verificado esta situación para las medidas de navegación lenta, donde los mayores tiempos de tránsito han redundado en mayores costos para los exportadores en términos de depreciación de productos, inventario, seguro y financiamiento (UNCTAD, 2021). Por esta razón, la política pública y las instancias de coordinación internacional tendrán un rol clave a fin de aprovechar los beneficios que proveerá la transformación de la industria y, al mismo tiempo, mitigar los riesgos para la economía y la sociedad. En este momento donde comienza a configurarse el transporte marítimo del futuro, los países de ALC deben cumplir un papel más relevante en el escenario internacional. Esto requiere poner en marcha sin dilación las acciones para construir un marco normativo y un ambiente de negocios que atraigan inversiones a los países de la región y que permitan alcanzar las metas de reducción de emisiones que se establezcan a nivel internacional.

**Invertir en acciones de adaptación al CC previene tener que enfrentar mayores costos en el futuro.** Como se vio en el Capítulo 2 con la Hidrovía Paraná-Paraguay, el transporte acuático en la región ya está siendo gravemente afectado por las variaciones en precipitaciones. Estos impactos también son evidentes en el Canal de Panamá, nodo crítico del transporte marítimo y del comercio mundial. Incorporar sin demora acciones de adaptación en la planificación, gestión e inversión en estas vías es fundamental para evitar interrupciones que pueden tener un gravísimo impacto nacional, regional e internacional en el futuro (Recuadro 5.16).





RECUADRO 5.16.

**Potencial impacto en el comercio mundial por los efectos del CC en el Canal de Panamá**

El Canal de Panamá, junto al Canal de Suez y los estrechos de Ormuz y Malaca, es uno de los cuatro grandes pasos marítimos de conexión por donde transita cerca del 64% del comercio internacional. Los efectos para el comercio mundial de lo que suceda en estos pasos quedaron demostrados en marzo de 2021 con el cierre del Canal de Suez por seis días debido al encallamiento del carguero Ever Given. Como consecuencia, el precio del petróleo subió abruptamente e innumerables empresas se vieron seriamente afectadas, desde proveedores de transporte nacional hasta minoristas, supermercados y fabricantes.

Por el Canal de Panamá transita cerca del 3% del comercio marítimo global y se enlazan 144 rutas marítimas, que tocan a más de 1.700 puertos del mundo. En 2022, el Canal atendió 14.238 tránsitos de buques, generando ingresos por USD 2.494 millones al Gobierno de Panamá. Para el funcionamiento del Canal se consume una gran cantidad de agua dulce (6.079 hm<sup>3</sup> en 2022), especialmente en lo que respecta a esclusas (57,8%) e hidrogenación (22,5%). Esto lo hace vulnerable a la disminución de lluvias por los efectos del CC, ante lo cual la Autoridad del Canal ha tomado diferentes medidas. En 2019, un año particularmente seco, cuando la cuenca sufrió un déficit de precipitaciones del 20% en comparación con el promedio de precipitaciones de setenta años, la Autoridad se vio obligada a restringir el tráfico de 32 a 27 pasos diarios. En 2020, se implementó un recargo destinado a compensar la escasez de agua durante las sequías, según el cual las embarcaciones de más de 38,1 metros de eslora y 27,7 metros de manga han pagado desde entonces un precio fijo adicional de USD 10.000 (0,7% aumento flete de carguero de 15.000 TEU). En 2022, durante 12% de los días del año, debido a la sequía, se redujo el calado de 50 de 47,5 pies, afectando a los portacontenedores más grandes -los “Neo-panamax”-, obligándolos a reducir el peso transportando menos mercancías. El 24 de mayo de 2023 se restringió el calado a 44,5 pies y, desde el 30 de mayo, el siguiente recorte de calado será de 44 pies.





**Los efectos del CC ya se están evidenciando en los principales nodos de transporte de ALC.**

Con base en la evidencia histórica y los escenarios de disponibilidad de recurso hídrico debido a los efectos del CC para las operaciones del Canal de Panamá en las próximas tres décadas, se espera que la necesidad de reducir el calado afecte principalmente al comercio internacional de la costa este de Estados Unidos y del golfo de México, que representan el 72% de la carga del Canal (BID, 2022). En efecto, en condiciones promedio, durante la época de sequía no podrá ofrecerse el calado mínimo de 50 pies a los buques Neo-panamax y, de continuar la tendencia actual de disminuir la profundidad de calado, podría llegar hasta los 42 pies, restringiendo severamente la circulación de estas embarcaciones que ascienden al 55% de las embarcaciones que usan el Canal. Los productos que tendrían un posible incremento de precio a nivel regional son el petróleo y derivados, carga contenerizada, granos, químicos, carbón y coque. Asimismo, el efecto del CC en el Canal significaría una disminución de ingresos para el Gobierno Panameño de cerca del 0,5% del PIB, considerando las cifras de 2022.

**La hoja de ruta a continuación se basa en las buenas prácticas internacionales, pero considera asimismo las particularidades de los países de ALC a fin de avanzar en la descarbonización y adaptación al CC.** Las acciones de política sugeridas se organizan en las cuatro categorías utilizadas en este documento (visión estratégica, instrumentos de política, marco institucional y alianzas estratégicas). Si bien hay acciones que son comunes al transporte carretero, salvo que se aplican al transporte marítimo, para tener una perspectiva completa de los cambios requeridos en el subsector, se incluyen aquí también aquellas que ya han sido mencionadas anteriormente, con ejemplos y reflexiones aplicables al transporte marítimo. Asimismo, se detallan las acciones que son específicas al sector, particularmente en lo que respecta a los instrumentos de política. Para dar un horizonte temporal de implementación, las acciones se clasifican en corto, mediano y largo plazo.





### • 5.4.1 VISIÓN ESTRATÉGICA

Como en el caso de los otros modos, priorizar la descarbonización y la resiliencia del transporte marítimo al CC en los planes y estrategias del subsector es fundamental para establecer su importancia como objetivo de política. A nivel institucional, quien debe estar a cargo de realizar esta priorización es la autoridad competente en materia de planificación del transporte, con la participación de los ministerios de ambiente, energía, comercio, defensa y agencias relacionadas con el subsector marítimo-portuario. Los planes a nivel de puerto, elaborados por la Autoridad Portuaria correspondiente, deben realizarse y/o reformularse para reflejar esta priorización. Sobre la base de las buenas prácticas identificadas en el Capítulo 4, a continuación se incluyen las acciones sugeridas para priorizar a la descarbonización y resiliencia al CC en la agenda de política del subsector, seguido de ejemplos de la región.

Temporalidad	Acción
--------------	--------

<b>Corto plazo (2025)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar estudios prospectivos sobre las oportunidades e impactos de la descarbonización del subsector en materia de eficiencia, competitividad, biodiversidad e inclusión (abarcando también las medidas de corto plazo de estrategia de la OMI), que identifiquen escenarios, oportunidades, barreras y líneas de acción para la política pública, sirviendo como insumo para planes y estrategias, y para las negociaciones en el ámbito de la OMI</li> <li>• Identificar riesgos del CC sobre la infraestructura y la operación portuaria, las zonas costeras y la conexión intermodal (Recuadro 5.17)</li> <li>• Realizar consultas con los actores del sector marítimo, portuario, logístico, energético, académico, agencias públicas, de la sociedad civil y otros interesados, en vistas de la incorporación del CC en los planes sectoriales y subsectoriales</li> <li>• Modificar el plan sectorial de transporte y el plan subsectorial marítimo-portuario para reconocer la importancia del CC y sus impactos, sentando la visión a futuro y las grandes líneas de acción en torno a monitoreo y gestión del CC, fuentes de energía, intermodalidad, coordinación con otros sectores, etc.</li> <li>• Elaborar un plan de acción frente al CC para el subsector que, partiendo de los análisis y consultas previas, establezca una hoja de ruta con medidas concretas para promover la descarbonización y la adaptación (ver subsección de instrumentos)</li> </ul>
<b>Mediano plazo (2030)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer metas de reducción de emisiones para el subsector, en consistencia con la normativa internacional y la transición justa</li> <li>• En el ámbito de la OMI, establecer mecanismos de compensación para los países en desarrollo más desproporcionalmente afectados por los incrementos en costo derivados de la transición energética</li> </ul>








RECUADRO 5.17.

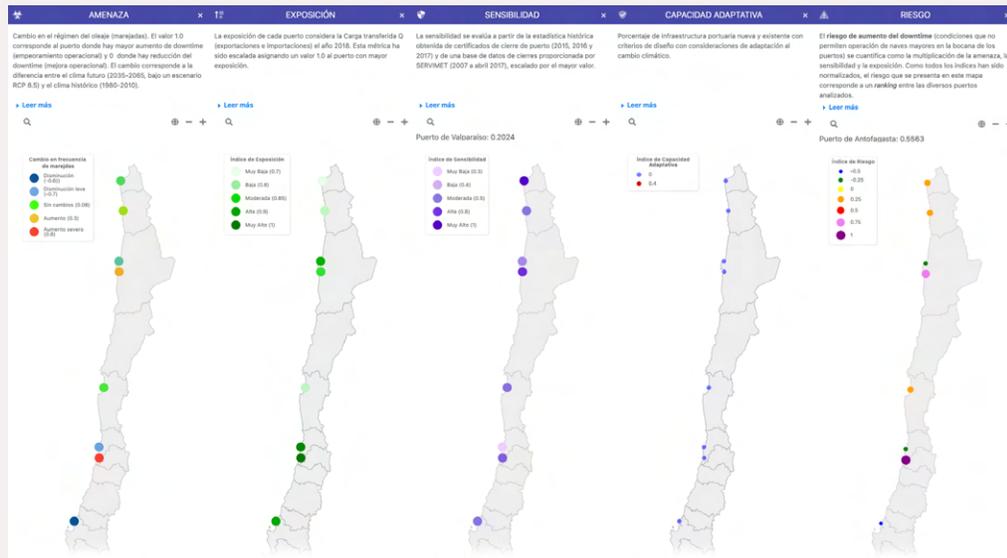
Identificación de riesgos para puertos en Brasil y Chile

Brasil, con la colaboración del gobierno alemán, elaboró un análisis detallado de las principales amenazas climáticas, riesgos e impactos del CC en los puertos públicos marítimos más importantes del país (República Federativa Do Brasil, 2021). Con esta información, se elaboró un ranking de afectación de puertos a 2050, siendo Aratu-Candeias, Río Grande, Paranaguá y Santos los ubicados en los primeros puestos respecto al incremento del nivel del mar.

Por su parte, el Ministerio del Medio Ambiente de Chile posee un Atlas de Riesgos Climáticos en línea, que consiste en una colección de mapas con un conjunto de cadenas de impacto organizadas en 12 sectores, incluyendo el transporte marítimo. Para cada cadena se despliegan mapas de la amenaza climática (A), exposición (E) y sensibilidad (S) del sistema afectado. En el caso de transporte marítimo, se focaliza en puertos estatales. Las tres variables (A, E, S) se combinan para determinar el riesgo debido al CC sobre los puertos analizados. La variable de impacto analizada es la pérdida de disponibilidad de sitios de atraque debido a oleaje en aguas expuestas, en el contexto del CC. Según este análisis, los puertos de San Antonio y Antofagasta son los más expuestos a este riesgo.

FIGURA 5.17.1

Visualización de Atlas de Riesgos Climáticos en línea de Chile



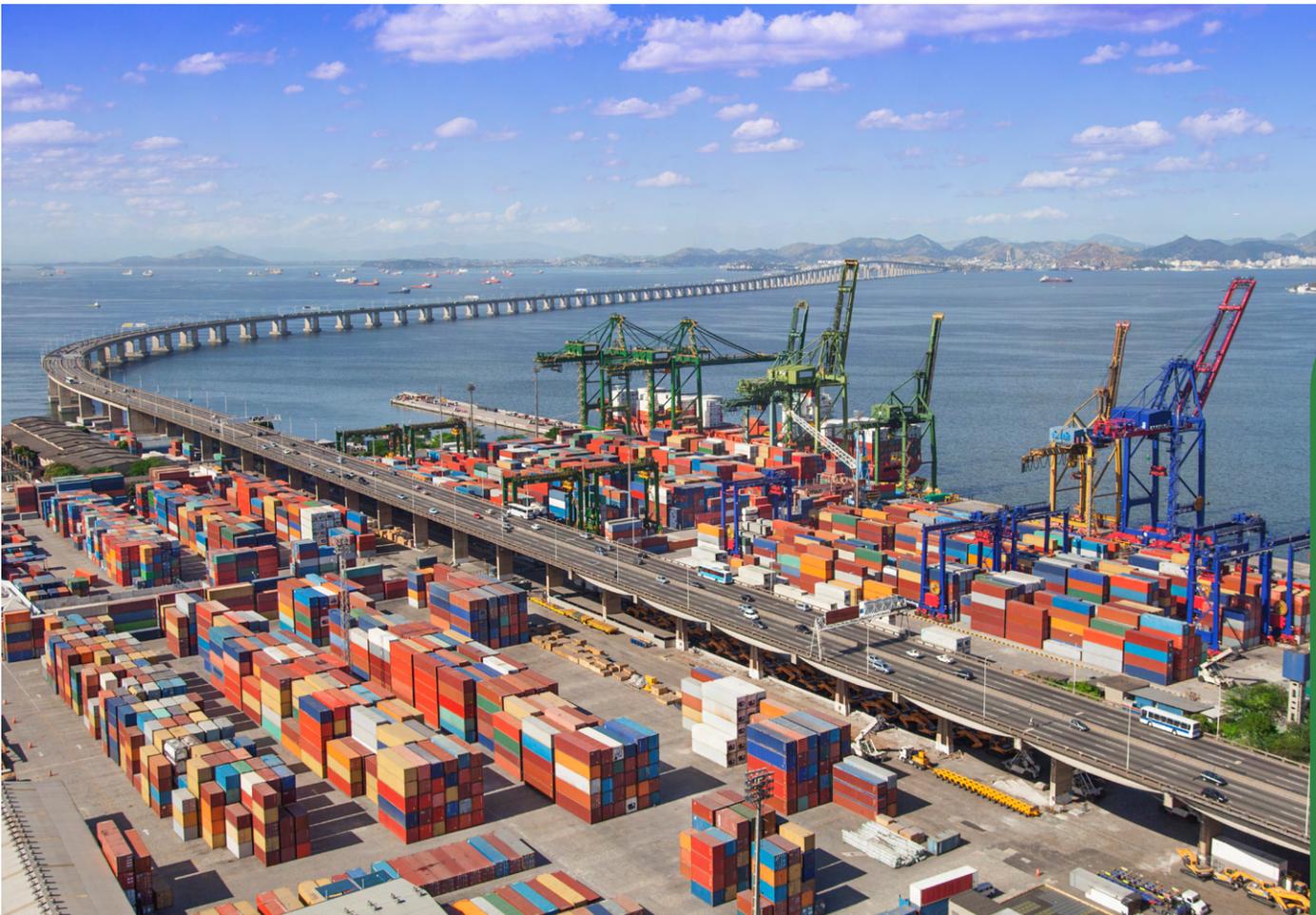
Fuente: Gobierno de Chile (2023).





### • 5.4.2 INSTRUMENTOS DE POLÍTICA

A partir de la priorización, para avanzar en la descarbonización y adaptación del transporte marítimo, deben combinarse acciones mediante diferentes tipos de instrumentos de política que posee el sector público: regulaciones, compras públicas, instrumentos de precios, incentivos no financieros e inversiones. La adopción de un enfoque flexible en cuanto al uso y contenido de los instrumentos es clave dado el contexto de incertidumbre en torno a la magnitud y evolución de los escenarios de CC. Ello permitirá ir escogiendo y calibrando los instrumentos de acuerdo con los *mitigation and adaptation pathways* que se establezcan a nivel internacional y nacional. En la siguiente tabla se detallan las acciones sugeridas para cada uno de los instrumentos, según se requieran en el corto, mediano y largo plazo. Los recuadros que le siguen incluyen ejemplos e información adicional sobre los aspectos mencionados en las acciones.





Instrumento	Temporalidad		
	Corto plazo (2025)	Mediano plazo (2030)	Largo plazo (2050)
<b>Regulaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generar y reportar abiertamente inventario de emisiones a nivel de terminal (Recuadro 5.18)</li> <li>• Realizar una reingeniería de procesos administrativos y requerimientos normativos para mejorar la eficiencia operativa y logística</li> <li>• Establecer <i>sandboxes</i> regulatorios para el testeado de combustibles limpios y cero netos</li> <li>• Reevaluar estándares de diseño y construcción para reducir el impacto del CC</li> <li>• Generar sistemas de monitoreo y alerta temprana de riesgos climáticos</li> <li>• Establecer disposiciones de inspección de infraestructura</li> <li>• Revisar el ordenamiento territorial para limitar desarrollos en zonas de riesgo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fijar meta de reducción de emisiones para el subsector a nivel nacional</li> <li>• Fijar meta de reposición de equipos y vehículos por aquellos que usen energías limpias o cero-netas</li> <li>• Fijar meta de uso de energía eléctrica por parte de buques atracados</li> <li>• Utilizar un porcentaje de energía renovable en las operaciones</li> <li>• Fijar estándares y límites de emisiones de camiones que operen en terminales portuarias</li> <li>• Establecer metas de reducción escalonada del contenido de carbono en el combustible utilizado por las embarcaciones</li> <li>• Expedir estándares de seguridad para producción, gestión y descarte de nuevos combustibles</li> <li>• Revisar medidas de protección de hábitat frente nuevos combustibles y desarrollo tecnológico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100% de energía renovable utilizada en terminales</li> <li>• Fijar metas de camiones y embarcaciones de servicio portuario que utilizan combustibles cero emisiones netas</li> <li>• Reubicar operaciones fuera de zonas de mayor riesgo</li> </ul>
<b>Compras públicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incluir sistemas de gestión y monitoreo ambiental en nuevas licitaciones y actualizar contratos de concesión con tal fin</li> <li>• Incluir análisis de riesgos en proyectos y planes de adaptación al CC en nuevas licitaciones (según <i>adaptation pathways</i>), así como actualizar contratos de concesión con tal fin</li> <li>• Reforzar las obras de mantenimiento dentro de las concesiones portuarias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formular nuevas licitaciones y actualizar concesiones portuarias con parámetros de desempeño energético, empleo de energías renovables, modernización tecnológica y acciones de adaptación al CC según <i>adaptation pathways</i>, tanto en infraestructura como en servicios (Tabla 5.3)</li> <li>• Incluir en licitaciones y autorizaciones de ampliación de puertos la visión de sostenibilidad en cuanto a diseño, materiales y conexiones intermodales, con un alto potencial de innovación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formular nuevas licitaciones y actualizar concesiones portuarias según lineamientos internacionales y metas nacionales, así como acciones de adaptación al CC según <i>adaptation pathways</i></li> </ul>



Instrumento	Temporalidad		
	Corto plazo (2025)	Mediano plazo (2030)	Largo plazo (2050)
<b>Instrumentos de precios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diferenciar tasa portuaria para buques con menor impacto ambiental</li> <li>Establecer incentivos fiscales para proyectos de innovación y eficiencia energética, incluyendo <i>hubs</i> de transporte marítimo limpio y corredores verdes</li> <li>Evaluar mecanismos de <i>carbon pricing</i> en cuanto a su impacto en la reducción de GEI y la competitividad internacional del país/región</li> <li>Establecer penalidades por pérdida de turnos para carga y descarga en puertos, a fin de mejorar la gestión de tráfico en la interfase puerto- ciudad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diferenciar tasa portuaria para buques con menor impacto ambiental, sobre la base del uso de combustibles limpios</li> <li>Establecer incentivos fiscales para proyectos de innovación eficiencia energética, incluyendo <i>hubs</i> de transporte marítimo limpio y corredores verdes</li> <li>Avanzar en la implementación de las medidas económicas según sean establecidas en el marco de la OMI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Avanzar en la implementación de las medidas económicas según sean establecidas en el marco de la OMI</li> </ul>
<b>Incentivos no financieros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dar prioridad de paso o amarre a buques con menor impacto ambiental</li> <li>Facilitar permisos para el testeo de nuevas tecnologías para reducir emisiones, incluyendo hubs de transporte marítimo limpio y corredores verdes</li> <li>Dar prioridad de acceso a terminales a camiones más eficientes</li> <li>Mapear capacidades para la transición energética en el subsector</li> <li>Crear alianzas con cooperación internacional para financiar programas y fomentar el intercambio de experiencias internacionales</li> <li>Fomentar la investigación aplicada a la transición y adaptación del subsector, incluyendo soluciones basadas en la naturaleza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dar prioridad de paso o amarre a buques con menor impacto ambiental, sobre la base del uso de combustibles limpios</li> <li>Facilitar el testeo de nuevas tecnologías para reducir emisiones, incluyendo hubs de transporte marítimo limpio y corredores verdes</li> <li>Crear un programa de formación de capacidades para la transición energética en el subsector</li> </ul>	
<b>Inversiones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Establecer Sistemas de Comunidad Portuaria, plataformas digitales y otras tecnologías que mejoren la sincronización y eficiencia de operaciones</li> <li>Identificar las inversiones públicas a realizar para la adaptación de la infraestructura portuaria, incluyendo vías de acceso</li> <li>Reforzar el mantenimiento de activos portuarios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar las inversiones públicas requeridas en este período para adaptar la infraestructura portuaria y sus respectivas vías de acceso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar las inversiones públicas requeridas en este período para adaptar la infraestructura portuaria y sus respectivas vías de acceso</li> </ul>



RECUADRO 5.16.

**Datos requeridos para la elaboración de un inventario de emisiones de acuerdo a EPA (EPA, 2022)**

- Datos que caracterizan a las fuentes de emisiones: tamaño o capacidad del motor o planta energética, tipo de combustible utilizado, información sobre la tecnología del motor, año del modelo de motor, fabricante, tecnología para el control de las emisiones, entre otros
- Datos que caracterizan a las actividades: horas de operación, distancia recorrida según el modo operativo, cantidad de escalas en puertos, cantidad de izados de carga, etcétera
- Datos sobre ensayos o factores de emisión para calcular las emisiones sobre la base de la energía generada o utilizada en las actividades





**TABLA 5.3**

**Vencimiento concesiones terminales contenedores (Top 15 2021, ALC)**

Ranking ALC (TEU 2021)	Puerto, País	Inicio de la concesión	Fin de la concesión
1	CCT, MIT, Cristóbal (Caribe), Panamá	1997	2047
2	Santos (incluye Santos y DP World), Brasil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brasil Terminal Portuario (BTP): 2007</li> <li>• Terminal de Contenedores / Tecon Santos: 1997</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brasil Terminal Portuario (BTP): 2027</li> <li>• Terminal de Contenedores / Tecon Santos: 2047</li> </ul>
3	Balboa, Rodman (PSA) (Pacífico), Panamá	1997	2047
4	Bahía de Cartagena, Colombia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terminal SPRC: 1993</li> <li>• Terminal Contecar: 1993</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terminal SPRC: 2033</li> <li>• Terminal Contecar: 2033</li> </ul>
5	Manzanillo, México	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terminal CONTECON: 2010</li> <li>• Terminal CEMEX: 1995</li> <li>• Terminal Marítima Hazesa, S.A de C.V: 2013</li> <li>• Terminal Cementos Apasco, S.A de C.V: 1994</li> <li>• Terminal CEMEX, S.A de C.V.: 1995</li> <li>• Terminal SSA México, S.S de C.V: 1995</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terminal CONTECON: 2044</li> <li>• Terminal CEMEX: 2043</li> <li>• Terminal Marítima Hazesa, S.A de C.V: 2033</li> <li>• Terminal Cementos Apasco, S.A de C.V: 2043</li> <li>• Terminal CEMEX, S.A de C.V.: 2024</li> <li>• Terminal SSA México, S.S de C.V: 2035</li> </ul>
6	El Callao (terminales de uso público), Perú	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terminal de Contenedores Zona Sur: 2006</li> <li>• Terminal Norte Multipropósitos: 2011</li> <li>• Terminal de Embarque de Minerales del Callao: 2011</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terminal de Contenedores Zona Sur: 2036</li> <li>• Terminal Norte Multipropósitos: 2041</li> <li>• Terminal de Embarque de Minerales del Callao: 2041</li> </ul>
7	Guayaquil (todas las terminales), Ecuador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terminal de Contenedores / Multipropósito: 2007</li> <li>• Terminal de Gráneles/ Multipropósito: 1999</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terminal de Contenedores/ Multipropósito: 2057</li> <li>• Terminal de Gráneles/ Multipropósito: 2024</li> </ul>
8	Kingston, Jamaica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terminal de Contenedores: 2015</li> <li>• Kingston Freeport Terminal: 2015</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terminal de Contenedores: 2045</li> <li>• Kingston Freeport Terminal: 2045</li> </ul>
9	San Antonio, Chile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• San Antonio Terminal International S.A: 2000</li> <li>• DP World San Antonio:</li> <li>• Puerto Panul: 2000</li> <li>• TERQUIM San Antonio /TQ Multipropósitos: 2005</li> <li>• Terminal Policarpo Toro/sitio 9: 2020</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• San Antonio Terminal International S.A: 2030</li> <li>• DP World San Antonio:</li> <li>• Puerto Panul: 2029</li> <li>• TERQUIM San Antonio /TQ Multipropósitos: 2029</li> <li>• Terminal Policarpo Toro/sitio 9: 2029</li> </ul>



Ranking ALC (TEU 2021)	Puerto, País	Inicio de la concesión	Fin de la concesión
10	Lázaro Cárdenas, México	1994	2044
11	Freeport, Bahamas	• Freeport Container Port Limited: 1997	• Freeport Container Port Limited: 2047
12	Itajaí (incluye Portonave - Terminais Portuários De Navegantes), Brasil	• Portonave Terminais Portuários de Navegantes: 2007	• Portonave Terminais Portuários de Navegantes: 2032
13	Buenos Aires (A.M.B.A.), Argentina	• Terminal 1: 1994 • Terminal 2: 1994 • Terminal 3: 1994 • Terminal 4: 1994	• Terminal 1: 2024 • Terminal 2: 2024 • Terminal 3: 2024 • Terminal 4: 2024
14	San Juan, Puerto Rico	• International Public Terminal: 2022 • Terminal/Trailer Bridge: 2021 • Terminal de cruceros: 2022	• International Public Terminal: 2042 • Terminal/Trailer Bridge: 2041 • Terminal de cruceros: 2052
15	Limón+APM, Costa Rica	• Terminal de Contenedores de Moin / APM Terminal: 2018	• Terminal de Contenedores de Moin /APM Terminal: 2048

Fuente: Elaboración propia.



RECUADRO 5.19.

**CC y dragado**

Las terminales portuarias son activos que se diseñan para operar en el largo plazo, usualmente entre 40 y 50 años. En este sentido, la mayor parte de las que hoy se encuentran en operación no consideraron en su diseño los cambios en las variables climáticas generados por el calentamiento global. A futuro, se espera que las tormentas sean más fuertes y frecuentes, lo que implicará la necesidad de dragar luego de estos eventos. Asimismo, la escasez de lluvias en ciertas zonas, como la Hidrovía Paraná-Paraguay, hará necesario contar con mayor profundidad de calado en los canales de acceso y muelles, lo cual requerirá mayores niveles de inversiones en dragado y mantenimiento. Por ejemplo, en el puerto de Cartagena, el fenómeno El Niño de triplica las necesidades de dragado por la sedimentación proveniente del Canal del Dique (Ministerio de Ambiente & Ministerio de Transporte, 2017). Al generar estrategias de adaptación, las Autoridades Portuarias y agencias sectoriales deberán considerar estos costos, con el fin de incluirlos en los planes de inversión públicos y en las eventuales modificaciones a los contratos de concesión de dragado en puertos y vías fluviales que se requieran.

RECUADRO 5.20.

**Mecanismos de *carbon pricing* para incentivar la descarbonización**

Desde 2010 la OMI viene analizando diferentes medidas propuestas por los Estados miembro para la implementación de instrumentos de precios, a fin de reducir las emisiones de GEI por parte del transporte marítimo. Estas medidas se basan en el principio de quien contamina debe pagar por la externalidad generada, lo que lleva a internalizar los costos derivados para la sociedad por las emisiones producidas. El objetivo es que, al establecer una tasa a pagar por unidad de CO<sub>2</sub> emitida, se genere un incentivo a cambiar hacia combustibles de cero emisiones netas o cero emisiones. Por un lado, la tasa reduce la brecha de costos con tales





combustibles y, por otro, se recaudan recursos para invertir en I+D y, eventualmente, compensar a los países de menor desarrollo, que podrían verse desproporcionalmente impactados por un aumento de los costos de transporte debido a la transición energética. En efecto, este es uno de los temas más importantes a considerar, reclamado por dichos países en las negociaciones en el seno de la OMI, y que requiere un mayor análisis a fin de avanzar hacia una transición justa. En este sentido, la resolución adoptada por la OMI en sus negociaciones de julio 2023 reconoce la necesidad de realizar este análisis, sobre la base de lo cual establecer las características de las medidas de mediano plazo para la descarbonización del sector que incluyen instrumentos de precio.

RECUADRO 5.21.

**La descarbonización del transporte marítimo como componente de la transición energética**

El transporte marítimo representará una parte pequeña de la demanda de combustibles limpios. En este sentido, la estrategia de descarbonización del transporte marítimo tiene que ir de la mano de la más amplia estrategia de transición energética, con el fin de que se consolide una demanda suficiente de nuevos combustibles que justifique las inversiones requeridas en I+D e infraestructura de producción, distribución y almacenamiento de estos. Asimismo, en la base de la generación de hidrógeno y amoníaco se encuentran las energías renovables, por lo que debe contarse con la disponibilidad de estas fuentes de energía. A nivel nacional, esto implica una estrecha coordinación entre las agencias de gobierno en los sectores de energía y transporte, para que la estrategia de descarbonización que se adopte pueda contar con los insumos energéticos necesarios. También implica coordinar, a través del sector de energía, la demanda de combustibles limpios con otros sectores industriales, tanto para estimular





la inversión como para asegurar que se contará con la energía requerida por el transporte marítimo. Es en este sentido que, por ejemplo, análisis realizados para México señalan la oportunidad de instalar un hub de energía verde para el puerto de Manzanillo, que abastezca las actividades portuarias y lo convierta en un centro de bunkering internacional, pero que también provea a las zonas industriales El Bajío y de Baja California y que se beneficie de la energía renovable producida en las mismas para la generación de hidrógeno y amoníaco verdes (GMF & UCL, 2022).

RECUADRO 5.22.

**Cooperación técnica internacional para el análisis de riesgo climático en puertos**

El puerto de Manzanillo representa casi la mitad de la carga contenedorizada de México, con un área de influencia 15 Estados, 60% del PIB del país y 42% de su población. El BID apoyó a la Autoridad Portuaria de Manzanillo en la elaboración de uno de los primeros análisis en profundidad del impacto del CC en un puerto en ALC. A partir de la estimación de una serie de escenarios climáticos, de amenazas, de vulnerabilidades del puerto y de la cadena logística relacionada con el mismo, y de dimensionar los costos financieros, se desarrolló una propuesta de plan de adaptación al CC, identificando los actores que deberían liderar cada acción y el horizonte temporal para implementarla (Connell et al., 2015).

La Corporación Financiera Internacional financió un estudio para la Terminal Marítima Muelles El Bosque en Cartagena (Colombia), que analizó el riesgo operativo, financiero, legal y medioambiental de derivadas de cambios en variables climáticas. Las acciones recomendadas para incrementar la resiliencia incluyeron la elevación de la altura de la vía





de acceso, pavimentación de vías clave para la operación, mejora de los sistemas de drenaje, gestión de los costos de refrigeración y barreras de contención frente a potenciales inundaciones. Asimismo, se identificaron mecanismos de coordinación entre los actores involucrados en la implementación de estas medidas (UNCTAD, 2020).

#### • 5.4.3 MARCO INSTITUCIONAL

Las instituciones que rigen al subsector -Ministerios de Transporte, Autoridades Portuarias, Direcciones Marítimas- deben ser fortalecidas para poder desarrollar e implementar los instrumentos arriba mencionados. Asimismo, dado que mitigar y adaptar el transporte marítimo al CC requiere acciones que se encuentran por fuera de las entidades de transporte, es clave fortalecer la colaboración interinstitucional, para que las medidas que se adopten sean consensuadas y evaluadas con sectores tales como energía, medioambiente, comercio e industria. Todas estas acciones deben ser realizadas en el corto plazo para poder contar con entes rectores capaces de desarrollar e implementar la visión estratégica, incorporar la perspectiva de otras agencias y coordinar acciones requeridas en diferentes áreas de la política pública, tanto nacional como internacional.

Nivel	Corto plazo (2025)
<b>Fortalecimiento de las capacidades de las instituciones públicas con responsabilidad en el transporte marítimo</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Establecer dentro del ente rector a nivel nacional y de las Autoridades Portuarias una unidad/grupo permanente a cargo de la elaboración, implementación, monitoreo y actualización de la estrategia y programas relacionados con CC</li><li>• Requerir la generación, sistematización y análisis de información sobre emisiones y riesgos del CC, a fin de influir los procesos de planificación y toma de decisiones en el sector</li><li>• Apalancar el cambio tecnológico en el subsector y las estrategias y programas institucionales de transformación digital no solo para generar información, sino también para reducir emisiones a través de la digitalización (e.g. Sistemas de Comunidades Portuarias, sistemas de turnos para camiones)</li></ul>





- Promover la realización de pilotos para el testeo de soluciones de descarbonización y resiliencia climática en la gestión de la infraestructura y servicios de transporte y en los procesos relacionados. En este contexto, buscar alianzas con el sector privado y la academia para el acceso e implementación de soluciones y la evaluación de los beneficios y desafíos de las mismas
- Adecuar las políticas de compras públicas que realicen estas entidades a fin de incluir criterios de reducción de emisiones y de resiliencia climática
- Desarrollar programas de capacitación orientados a incluir consideraciones de adaptación al CC en los procesos, herramientas y proyectos de infraestructura desarrollados por las agencias relacionadas con transporte marítimo

---

### Coordinación horizontal

- Donde existan, extender las competencias de los comités (nacionales y/o focalizados en un puerto) relacionados con el transporte marítimo a la temática de CC. De no existir, crear un comité con representantes de transporte, Autoridades Portuarias, energía, medioambiente y organismos de control de comercio, como mínimo, que estén liderados por la máxima autoridad del poder ejecutivo en el subsector y que incluyan entre sus competencias la sostenibilidad del transporte marítimo. La primera tarea de este comité debe ser coordinar la estrategia y normativa de descarbonización y adaptación del subsector con las estrategias y normativas en materia de energía, ambiente y comercio exterior, a fin de apalancar los factores habilitadores y reducir las barreras que pudieran provenir de estos sectores.
- Buscar incorporar a representantes del subsector marítimo a comités constituidos para otras temáticas, pero cuyas decisiones son clave para implementar acciones de sostenibilidad del subsector. Por ejemplo, los relacionados con la promoción del hidrógeno verde, biocombustibles, resiliencia de áreas costeras.

---

### Coordinación vertical

- Dada la relación del puerto con el espacio geográfico en el que se encuentra, los niveles departamentales y municipales deben participar en los comités antes mencionados, a fin de procurar coordinar acciones que apunten a la sostenibilidad del subsector. Establecer estos comités dentro de las estrategias y planes maestro para el subsector, así como contar con la máxima autoridad subsectorial en sus reuniones, refuerza el rol de los mismos.
- Desarrollar mecanismos de coordinación entre los niveles nacional y local para diseñar e implementar acciones orientadas a cumplir los objetivos planteados en las NDCs relacionados con el transporte marítimo





• 5.4.4 ALIANZAS ESTRATÉGICAS

Al igual que en el caso carretero, el transporte marítimo es un negocio fundamentalmente privado, por lo que es clave y urgente integrar a las empresas del sector en el diálogo y el diseño de acciones de política. Del mismo modo, es fundamental avanzar en establecer lazos de colaboración con la academia, quien cumple un rol importante en la producción de estudios prospectivos, investigación aplicada, innovación, formación de talento y evaluación de políticas. Finalmente, un aspecto clave en transporte marítimo es la coordinación de acciones a nivel regional para promover la descarbonización, teniendo en cuenta que las rutas marítimas sirven a más de un puerto en la región y, por ende, se requerirá armonizar normativas para impulsar la transición energética, brindar seguridad en el uso de nuevos combustibles, etc. Asimismo, dado que varios países tienen características y roles similares en las redes de transporte marítimo internacional, sería importante avanzar hacia posiciones compartidas a nivel internacional -por ejemplo, en las negociaciones en el contexto de OMI-, como lo hacen otras regiones. Esto no solo reforzaría la coordinación de acciones sino también contribuiría a velar por una transición justa para los países en desarrollo.

Temporalidad	Acción
<b>Corto plazo (2025)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conformar mesas de trabajo permanentes con representantes de terminales portuarias, navieras, empresas de energía, dadores de carga, empresas de transporte terrestre y otros relacionados con las operaciones marítimas, a fin de consensuar las estrategias y acciones de sostenibilidad a nivel nacional y a nivel de puerto</li> <li>• Establecer memorandos de entendimiento o cooperación con el sector privado y la academia para promover pilotos y despliegues tecnológicos para la descarbonización</li> <li>• Identificar brechas en talento humano y diseñar programas de formación junto con el sector privado y la academia</li> <li>• Compartir buenas prácticas y experiencias con otros países de ALC</li> <li>• Coordinar acciones, generar sinergias (e.g. pilotos y despliegues tecnológicos) y armonizar normativas a nivel regional</li> <li>• Coordinar posiciones en negociaciones internacionales, evaluando la posibilidad de “hablar con una sola voz” para impulsar una transición justa para los países en desarrollo</li> </ul>
<b>Mediano plazo (2030)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover pilotos y despliegues tecnológicos para la descarbonización con el sector privado y la academia</li> <li>• Compartir buenas prácticas y experiencias con otros países de ALC</li> <li>• Coordinar acciones, generar sinergias y armonizar normativas a nivel regional</li> <li>• Coordinar posiciones en negociaciones internacionales</li> </ul>





RECUADRO 5.23.

**Piloto con la academia para promover la navegación fluvial eléctrica en Colombia**

Uno de los segmentos del transporte marítimo donde existe mayor potencial de descarbonizar en el mediano plazo es la navegación fluvial. En efecto, normalmente se utilizan botes de menor tamaño que pueden ser propulsados por energía eléctrica. Mientras que en Europa y Asia ya han sido implementados numerosos proyectos de manera exitosa, en ALC las experiencias son escasas. Un piloto que demostró el potencial de la navegación eléctrica, al tiempo que reunió a la academia, sector privado y sector público, fue el del bote escolar realizado en Colombia entre la Universidad de los Andes, la Fundación GivePower y el Departamento Nacional de Planeación, con capacidad para trasladar a 21 estudiantes hacia y desde los centros de educación en Bahía Málaga, ubicada en el Pacífico colombiano (Universidad de los Andes, 2022). Para el funcionamiento del bote, se generó un sistema de conexión en tierra con paneles solares y se estableció un sistema de monitoreo a distancia. Más en general, Colombia ha priorizado dentro de su “Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026” la descarbonización del transporte terrestre y fluvial, incluyendo la conformación de un fondo para subsidiar el desarrollo tecnológico y la reposición de embarcaciones por aquellas que utilicen energías renovables, así como también la expansión de la provisión de dichas energías.





## 5.5.

### Hoja de ruta para la descarbonización y la resiliencia del transporte aéreo

Si bien existe heterogeneidad en la región sobre la priorización de la descarbonización del transporte aéreo dentro las NDCs y las LT-LEDS, las autoridades aeronáuticas de varios países de la región han presentado planes de acción para la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> en la aviación. Entre estos se encuentran Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Chile, El Salvador, Panamá, República Dominicana y Uruguay. Adicionalmente, países como Brasil, Colombia, Chile, México y Paraguay por ejemplo, están avanzando en la investigación sobre combustibles alternativos y el despliegue de medidas de eficiencia energética. En el sector aeroportuario, en consistencia con las mejores prácticas internacionales, se evidencia un progreso sustancial en las medidas adoptadas (Recuadro 5.24), contando la región con un grupo considerable de aeropuertos ya certificados por el ACI en los niveles 1 a 4 (Figura 5.9).

#### RECUADRO 5.24.

#### Avances en la región en la descarbonización del transporte aéreo

Un gran número de aeropuertos en ALC han elaborado planes de sostenibilidad, identificando prioridades, destinando recursos y creando los equipos correspondientes para su implementación. El Aeropuerto El Dorado de Bogotá, segundo en cantidad de pasajeros y primero en volumen de carga en ALC, ha definido a la sostenibilidad ambiental como una de sus prioridades de gestión. Entre las medidas implementadas, se incluyen el uso de métricas ambientales para la adquisición de bienes y servicios, estimulando compras de proveedores que tomen en consideración criterios de reducción en el uso de agua, optimización en el consumo de energía, y desarrollo e implementación de buenas prácticas en sostenibilidad. Para ello, la concesionaria desarrolló un Manual de Compras Sostenibles para la operación y mantenimiento de la infraestructura. Asimismo, posee certificación del ACI de Nivel 2 “Reducción”, habiendo implementado iniciativas como el monitoreo de sistemas electromecánicos para identificar





acciones que reduzcan el consumo energético, instalación de más de 10.000 paneles solares para atender 12% del consumo de energía, compra de energías renovables, instalación de luminarias LED e instalación de electrolinerías en parqueadero público. Este aeropuerto también ha implementado medidas de compensación vía la siembra y mantenimiento de árboles nativos, la participación en el esquema de pago por servicios ambientales y la compra de bonos de carbono.

Por su parte, el Aeropuerto Internacional de Salvador en Brasil implementó acciones como la instalación de 11.000 paneles solares, plantas de reutilización de agua, sustitución de lámparas convencionales por LED y reaprovechamiento de residuos sólidos. La meta del aeropuerto es reducir a la mitad su emisión de carbono en 2030 y alcanzar la neutralidad de carbono en 2050. Desde la implementación de su estrategia de sostenibilidad en 2018, ha logrado reducir sus emisiones en 30%, habiéndose asimismo certificado en Nivel 2 “Reducción” del ACI. Operados por la misma concesionaria, cuatro aeropuertos en República Dominicana tienen su propia planta solar, con más de 10.000 paneles instalados, los cuales general el 25% de la energía utilizada.

TABLA 5.4.

**Aeropuertos certificados por ACI en ALC**

País	Mapeo	Reducción	Optimización	Neutralidad	Transformación	Transición
<b>Argentina</b>	1					
<b>México</b>	16	15	4			
<b>Brasil</b>	4	3	1			
<b>Perú</b>	1	1				
<b>Jamaica</b>	1	1				
<b>Las Bahamas</b>	1					
<b>Costa Rica</b>		2				
<b>Chile</b>		1				
<b>Colombia</b>		1				
<b>Uruguay</b>		1				
<b>Ecuador</b>						3
<b>República Dominicana</b>			6	1		
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>11</b>	<b>4</b>		

Fuente: Elaboración propia con base en ACI (2023).

Nota: No incluye los aeropuertos del Caribe Oriental, los territorios ultramarinos europeos y Puerto Rico.





**Sin embargo, la atención a la incorporación de medidas de resiliencia climática es limitada, verificándose pocos casos donde existen estrategias de adaptación desarrolladas para el subsector.** Entre los ejemplos disponibles se encuentra el de la Agencia Nacional de Aviación Civil en Argentina, que ha adoptado un sistema automático de detección de actividad eléctrica y protocolos de seguridad en 27 aeropuertos del país (Recuadro 5.25). Por el lado privado, la concesionaria Opain S.A., administradora del aeropuerto de Bogotá, publicó en 2022 la segunda versión del Plan de Gestión de Riesgos y Desastres, que toma en consideración riesgos y medidas para la adaptación de la infraestructura al CC. Aun así, es tarea pendiente en la región realizar evaluaciones de riesgo o criticidad para sus procedimientos operativos y para la infraestructura ante condiciones climáticas cada vez más adversas, implementar acciones tempranas de mitigación de riesgos, e incluir en sus planes maestros el potencial impacto del CC.

**RECUADRO 5.25.**

**Resiliencia climática en los aeropuertos de Argentina**

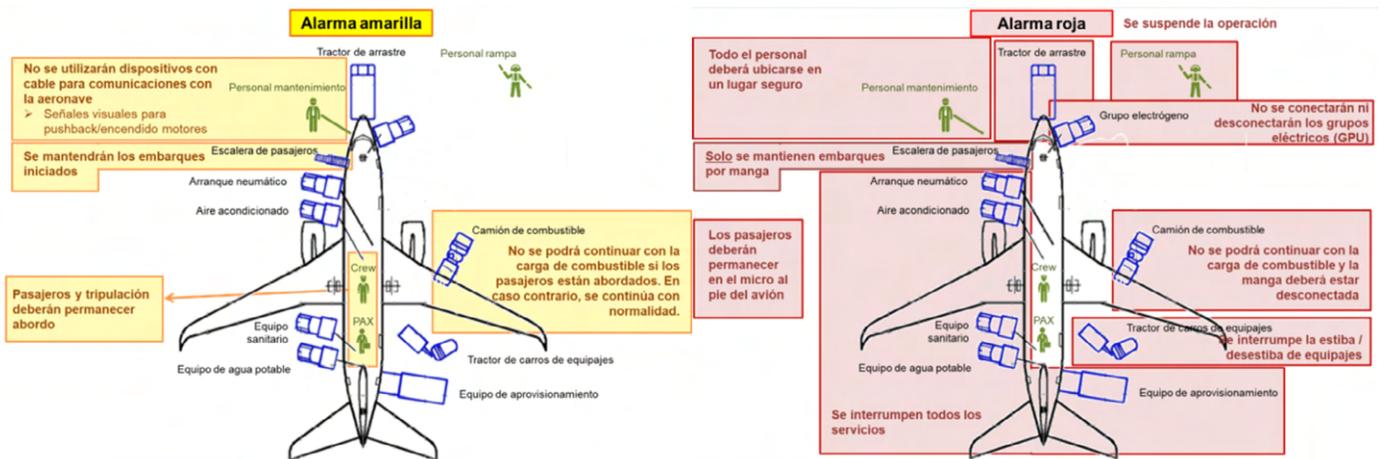
El aumento de la frecuencia e intensidad de las tormentas eléctricas por el CC afecta de manera sensible la operación de transporte aéreo. Entre 2015 y 2016, en el Aeroparque Jorge Newbery de la ciudad de Buenos Aires se registraron 19 días/año con cortes en el suministro de combustible por actividad eléctrica, que causaron demoras promedio de 53 minutos en unos 227 vuelos/año, y unas 39 cancelaciones/año. Con el objetivo de garantizar la seguridad del personal de tierra que opera en la plataforma, al mismo tiempo que se mantiene una dinámica eficiente, en octubre de 2018 la Agencia Nacional de Aviación Civil dispuso instalar un sistema automático de detección y alerta de actividad eléctrica, junto con la implementación de protocolos de seguridad estandarizados para cese y reinicio de actividades en plataforma. Este sistema funciona mediante una red de sensores que mapean la actividad eléctrica en el cielo y disparan alarmas que dan inicio a los protocolos. Se estableció un radio de 8 millas náuticas para la alarma amarilla y de 3 millas náuticas para alarma roja. Las alarmas se comunican de manera automática mediante dispositivos visuales y sonoros en



plataforma, y por SMS/e-mail a los involucrados en la operación, indicando el cese y reinicio de actividades. El sistema y las alarmas fueron instalados en 27 aeropuertos del país en el plazo de un año.

FIGURA 5.9.

**Protocolo de seguridad en plataforma en caso de actividad eléctrica en Argentina**



Fuente: ANAC (2018).

Utilizando las cuatro categorías de medidas de política propuestas en este documento, a continuación, se presentan la hoja de ruta para preparar a que el subsector en su conjunto contribuya a alcanzar las metas del Acuerdo de París y reduzca su vulnerabilidad al CC.





• **5.5.1 VISIÓN ESTRATÉGICA**

La hoja de ruta debe partir por identificar a la descarbonización y la resiliencia como prioridades de política pública para el transporte aéreo. Esto debe plasmarse en el plan de transporte y los planes o estrategias que existan a nivel subsectorial. Es clave que esta acción se realice en el corto plazo, dado que dicha priorización facilitará la implementación de instrumentos de política (véase subsección ii) para avanzar en la descarbonización y resiliencia al CC. A nivel institucional, esta priorización de la descarbonización y resiliencia dentro de la visión estratégica para el modo aéreo debe ser generada por la Agencia Nacional de Aviación Civil, con la participación de los ministerios de energía, ambiente, y agencias relacionadas con el subsector aéreo. Las autoridades de aviación deben cotejar que los planes maestros a nivel de aeropuerto, elaborados generalmente por los operadores de las terminales, se realicen y/o reformulen en consistencia con los lineamientos de esta priorización. En la tabla a continuación se incluyen las acciones sugeridas para lograr esta priorización, sobre la base de las buenas prácticas identificadas en el Capítulo 4.

Temporalidad	Acción
<b>Corto plazo (2025)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinar mesas de trabajo con actores públicos y privados (ej. líneas aéreas, fabricantes de aeronaves, proveedores de combustibles y biocombustibles, operadores aeroportuarios, academia, autoridades de gobierno, etc.) para elaborar una hoja de ruta para la descarbonización del sector</li> <li>• Elaborar estudios de factibilidad y ciclo de vida para potenciales insumos y rutas de producción de combustibles alternativos de aviación (SAF, por sus siglas en inglés)</li> <li>• Coordinar con las estrategias nacionales de hidrógeno para contemplar la producción de combustibles sintéticos para aviación</li> <li>• Elaborar planes nacionales de sistemas aeroportuarios y sus respectivos planes de inversiones, a partir del análisis de la vulnerabilidad de la infraestructura aeroportuaria frente a las amenazas de desastres naturales y CC y coordinarlos con los planes maestros urbanos</li> </ul>
<b>Mediano plazo (2030)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incorporar las iniciativas de reducción de emisiones en las NDCs y LT-LEDS</li> <li>• Establecer metas de reducción de emisiones para el subsector, en consistencia con los objetivos internacionales de la actividad</li> </ul>





### • 5.5.2 INSTRUMENTOS DE POLÍTICA

El sector público de ALC puede apalancar las experiencias y buenas prácticas de países referentes a fin de crear instrumentos que impulsen la descarbonización y la resiliencia del transporte aéreo. Al igual que en el caso marítimo, dada la incertidumbre en torno a las tecnologías y la evolución de los escenarios de CC, se requerirá un enfoque flexible, mediante el cual se escojan y calibren los instrumentos de acuerdo con los *mitigation and adaptation pathways* que se establezcan a nivel internacional y nacional. La tabla a continuación presenta las acciones sugeridas, clasificadas en un horizonte temporal de corto, mediano y largo plazo.





Instrumento	Temporalidad	
	Corto plazo (2025)	Mediano plazo (2030)
<b>Regulaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar e implementar políticas públicas que incluyan programas de incentivos para la reducción de emisiones, incentivos para producción de SAF, esquemas de certificación de sostenibilidad, mediciones de carbono, mercados de carbono u otras iniciativas para promover y facilitar la reducción de emisiones</li> <li>• Definir criterios de sostenibilidad para biocombustibles que sean considerados como SAF, para contener los impactos en la producción agrícola, la biodiversidad y potenciales cambios en el uso de la tierra.</li> <li>• Establecer políticas para la implementación por parte de los actores sectoriales de inventarios de emisiones, informes de monitoreo y metas voluntarias de reducción</li> <li>• Incorporar en aeropuertos estatales y en las concesiones aeroportuarias parámetros de desempeño energético, empleo de energías renovables, acciones de adaptación al CC, y monitoreo y reducción de emisiones, y también su adhesión a programas como ACA de la ACI</li> <li>• Digitalizar todos los procesos y trámites en la operación aerocomercial de pasajeros y de cargas, incluyendo a todos los organismos públicos (ej. aduanas, sanidad, migraciones, seguridad, etc.) y su integración con los operadores privados</li> <li>• Promover líneas ejecutivas de buses ecológicos entre aeropuerto y la ciudad, por medio de concesiones y/o incentivos financieros para reducir la utilización de vehículos particulares y/o taxis en los traslados al/del aeropuerto</li> <li>• Otorgar autorizaciones para expansión de capacidad aeroportuaria en zonas urbanas condicional a contribuir en la inversión requerida para incrementar el acceso del transporte público al aeropuerto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adherir al programa CORSIA de la OACI (compensación y reducción de emisiones de carbono)</li> <li>• Formular futuras licitaciones y renegociación de concesiones aeroportuarias según lineamientos internacionales y metas nacionales de reducción de emisiones, así como acciones de adaptación al CC</li> <li>• Implementar en conjunto con los operadores aeroportuarios y las aerolíneas de las reglas para asignación de slots (WASG, por sus siglas en inglés) en aeropuertos de alta congestión (nivel 3)</li> </ul>
<b>Compras públicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer criterios técnicos para adquisiciones de bienes y servicios considerando métricas ambientales, estimulando compras a proveedores que adopten criterios de reducción de consumo de agua y de energía, e implementación de buenas prácticas en sostenibilidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formular nuevas licitaciones y actualizar concesiones aeroportuarias incorporando parámetros de desempeño energético, empleo de energías renovables, análisis de riesgos en proyectos y acciones de adaptación al CC</li> </ul>



<b>Instrumentos de precio</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Establecer esquemas de compras públicas y/o incentivos económicos y/o financieros para la provisión de SAF</li><li>• En concesiones aeroportuarias vigentes, evaluar la oferta de incentivos económicos y/o financieros para implementar medidas de sostenibilidad (ej. plantas de generación de energía renovable, programas de eficiencia energética, electrificación de flotas, herramientas de monitoreo y acreditación de reducciones de emisiones de carbono, etc.)</li><li>• Ofrecer incentivos económicos y/o financieros a empresas de transporte público que transporten pasajeros hacia los aeropuertos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ofrecer tasas de control de tráfico aéreo reducidas para aeronaves con menor impacto ambiental, sobre la base de su eficiencia energética y el uso de combustibles limpios</li><li>• Implementar instrumentos de derechos de emisión y precios de carbono para reducción y compensación de emisiones</li></ul>
<b>Incentivos no financieros</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mapear capacidades para la transición energética en el subsector</li><li>• Crear alianzas con cooperación internacional para financiar programas y fomentar el intercambio de experiencias internacionales</li><li>• Fomentar la investigación aplicada a la transición y adaptación del subsector, incluyendo soluciones basadas en la naturaleza</li><li>• Incorporar a los aeropuertos gestionados por el Estado en el programa ACA de la ACI</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Crear un programa de formación de capacidades para la transición energética en el subsector</li></ul>
<b>Inversiones</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Optimizar el diseño del espacio aéreo, e implementar programas de gestión del tráfico aéreo (ATM, por sus siglas en inglés) e inversión en infraestructura aeroportuaria y de navegación aérea que contribuyan a la reducción de la congestión aérea, aumento de la eficiencia y mejora de la seguridad en las operaciones</li><li>• Identificar las inversiones públicas dentro y fuera del área aeroportuaria necesarias para la adaptación al CC</li><li>• Instalar centrales meteorológicas automatizadas que permitan la detección temprana de fenómenos climáticos que puedan afectar la operación aeroportuaria</li><li>• Implementar en aeropuertos gestionados por el Estado planes de monitoreo y reducción de emisiones, certificaciones internacionales, empleo de energías renovables, y acciones de adaptación al CC</li><li>• Incentivos a empresas de energías públicas y privadas para apalancar producción de SAF.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Realizar las inversiones públicas necesarias para adaptación al CC</li><li>• Implementar planes de modernización constante de la infraestructura de gestión de tráfico aéreo (vigilancia, navegación y comunicaciones aeronáuticas)</li><li>• Invertir en transporte público sostenible (ej. extensión de líneas de metro) hacia los principales aeropuertos y adaptar el transporte público para el confort de los pasajeros (ej. espacio para equipaje)</li></ul>



RECUADRO 5.26.

**Alianzas con organismos multilaterales para la descarbonización del transporte aéreo**

En la última década, el BID ha apoyado a numerosos países de la región en la mejora de la conectividad e integración local y regional, la calidad de la infraestructura aeroportuaria y la eficiencia de sistemas de navegación aérea, y el diseño de estándares de seguridad, sostenibilidad ambiental y asequibilidad. Como resultado de la colaboración del BID, se diseñaron 13 políticas nacionales de navegación aérea, se apoyó a 19 países en la mejora de la seguridad operacional y se capacitaron a más de 340 funcionarios en regulación aérea y gestión aeroportuaria. En el ámbito de la infraestructura aeroportuaria el Grupo BID, a través de sus brazos público (BID) y privado (BID Invest), ha movilizado más de 1.900 millones de dólares en reformas y rehabilitación de 26 aeropuertos en ALC. En particular, el BID apoya de manera activa el desarrollo de combustibles sostenibles para la aviación, trabajando con autoridades aeronáuticas y líneas aéreas en un amplio conjunto de actividades que incluyen la financiación de vuelos experimentales con SAF, estudios de cadenas de valor de insumos para SAF y análisis de emisiones de carbono a lo largo de su ciclo-de-vida, organización y participación de eventos para promocionarlos y, más recientemente, la coordinación de mesas público-privadas para la elaboración de hojas de ruta de desarrollo de SAF.





RECUADRO 5.27.

**Promoviendo la mitigación y adaptación al CC en aeropuertos públicos**

En Bolivia, los aeropuertos de Tarija y Uyuni recibirán inversión pública, facilitada mediante un préstamo del BID, a fin de mejorar su infraestructura con criterios de seguridad y sostenibilidad. Como parte de esta inversión, se incluyeron acciones para la mitigación y adaptación en las edificaciones de los aeropuertos, promoviendo la utilización de estándares de uso eficiente de energía y agua, con el propósito de alcanzar la certificación de edificios verdes EDGE (*Excellence in Design for Greater Efficiencies*). Entre estas acciones se encuentra la mejora de la aislación térmica en las terminales y la eficiencia en equipos sanitarios y de iluminación para mejorar la eficiencia energética del aeropuerto y reducir el impacto ambiental. Además, se busca promover la generación de energía fotovoltaica en el aeropuerto de Uyuni, lo que permitirá reducir la dependencia de energías no renovables, y la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales para reutilizar el agua de forma eficiente. Otra medida importante es el uso de materiales de construcción reciclados en márgenes de la pista, lo que permitirá reducir el impacto ambiental generado por la construcción y también disminuir la cantidad de residuos que se generan. Asimismo, cabe mencionar la mejora en la gestión de residuos sólidos con la separación y el reciclaje de residuos en las instalaciones del aeropuerto. Al obtener la certificación EDGE, los aeropuertos de Tarija y Uyuni no solo contribuirán a reducir su impacto ambiental, sino también a la consecución de metas globales establecidas en el Acuerdo de París y los ODS. Este es un paso importante hacia un futuro más sostenible y respetuoso con el medio ambiente en el sector de la aviación, y un ejemplo a seguir para otros aeropuertos en la región.





### • 5.5.3 MARCO INSTITUCIONAL

Con el fin de desarrollar e implementar las acciones previamente mencionadas, es clave fortalecer a las instituciones que rigen al subsector -Ministerios de Transporte, Autoridades de Aviación Civil-, así como también impulsar la colaboración interinstitucional con sectores tales como energía, medioambiente, comercio e industria, que tienen mandato sobre áreas funcionales a la descarbonización y resiliencia del transporte aéreo. Como en el caso de los otros subsectores, estas acciones deben ser realizadas en el corto plazo para poder contar con entes rectores capaces de desarrollar e implementar la priorización estratégica, incorporar la perspectiva de otras agencias y coordinar acciones requeridas en diferentes áreas de la política pública, tanto nacional como internacional.

Nivel	Corto plazo (2025)
<b>Fortalecimiento de las capacidades de las instituciones públicas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Establecer dentro de las Autoridades Nacionales de Aviación Civil una unidad/grupo permanente a cargo de la elaboración, implementación, monitoreo y actualización de la estrategia y programas relacionados con CC</li><li>• Requerir la generación, sistematización y análisis de información sobre emisiones y riesgos del CC, a fin de influir los procesos de planificación y toma de decisiones en el sector</li><li>• Apalancar el cambio tecnológico en el subsector y las estrategias y programas institucionales de transformación digital no solo para generar información, sino también para reducir emisiones a través de la digitalización</li><li>• Promover la realización de pilotos para el testeo de soluciones de descarbonización y resiliencia climática en la gestión de la infraestructura y operaciones. En este contexto, buscar alianzas con el sector privado y la academia para el acceso e implementación de soluciones y la evaluación de los beneficios y desafíos de las mismas</li><li>• Adecuar las políticas de compras públicas que realicen estas entidades a fin de incluir criterios de reducción de emisiones y de resiliencia climática</li><li>• Desarrollar programas de capacitación orientados a incluir consideraciones de adaptación al CC en los procesos, herramientas y proyectos de infraestructura desarrollados por las agencias relacionadas con transporte aéreo</li></ul>
<b>Coordinación horizontal</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Coordinar las acciones de descarbonización y resiliencia en el sector aéreo con los planes maestros en las zonas de influencia de los aeropuertos, especialmente en materia de planeación urbana y del transporte, para una mayor efectividad de las intervenciones</li><li>• Incorporar la temática de mitigación de emisiones y adaptación al CC en los comités de toma de decisiones colaborativa en aeropuertos (ACDM, por sus siglas en inglés)</li></ul>





- Participar como subsector en comités de otras temáticas cuyas decisiones impacten en la sostenibilidad del transporte aéreo, como por ejemplo los comités de cambio climático, transición energética, hidrógeno, biocombustibles, protección de áreas costeras, etc.
- Establecer alianzas con órganos públicos y sector privado para desarrollar y aplicar planes de economía circular en los negocios del aeropuerto y alrededores

**Coordinación vertical**

- Implementar coordinadamente con autoridades nacionales y subnacionales los planes de gestión e inversión para promover el uso de transporte público y mejorar el acceso vehicular a las terminales aeroportuarias de pasajeros y de carga.
- Desarrollar mecanismos de coordinación entre los niveles nacional y local para diseñar e implementar acciones orientadas a cumplir los objetivos planteados en las NDCs relacionados con el transporte aéreo

• **5.5.4 ALIANZAS ESTRATÉGICAS**

Avanzar en la descarbonización y resiliencia del transporte aéreo depende de una estrecha coordinación público-privada, que involucre a las agencias gubernamentales, los concesionarios de los aeropuertos, las aerolíneas y los proveedores de servicios en tierra. La academia también tiene un rol en esta transición, especialmente en la promoción de I+D, formación de talento y evaluación de políticas. La generación de alianzas con estos sectores debe ser parte de las acciones de corto plazo en este subsector.

**Temporalidad**

**Acción**

**Corto plazo (2025)**

- Conformar mesas de trabajo permanentes con representantes de los aeropuertos, industria y líneas aéreas, empresas de energía y otros actores relacionados con las operaciones aeroportuarias, a fin de compartir buenas prácticas y consensuar las estrategias y acciones de sostenibilidad a nivel nacional y a nivel de aeropuerto
- Participar en equipos de trabajo de las organizaciones sectoriales internacionales para compartir buenas prácticas e incorporar experiencias
- Identificar brechas en talento humano y diseñar programas de formación junto con las organizaciones internacionales de la aviación, el sector privado y la academia
- Establecer memorandos de entendimiento o cooperación con el sector privado y la academia para promover pilotos y despliegues tecnológicos para la descarbonización





RECUADRO 5.28.

**Promoviendo alianzas con entidades privadas y públicas para la reducción de emisiones**

Existen numerosos ejemplos de alianzas multisectoriales para implementar medidas de economía circular en torno a los aeropuertos. Por ejemplo, en el caso del aeropuerto de El Dorado, en Bogotá, se establecieron alianzas con Ecopetrol, Coca-Cola Femsa, Secretaría de Ambiente, Ministerio de Medio Ambiente, Sistema Verde, *International Solid Waste Association* y *GIZ* para la implementación del Plan de Economía Circular. Mediante esta iniciativa se implementaron las siguientes medidas: (i) en las vías de acceso al aeropuerto, se inauguró el primer tramo vial pavimentado con asfalto modificado, con contenido de plástico reciclado; (ii) disminución de los materiales de un solo uso, con iniciativas como mantenimiento y reparación de vehículos de carga; y (iii) reutilización de residuos electrónicos e implementación de la Política Cero Papel. Como resultado, se logró el reaprovechamiento de 66% de los residuos del aeropuerto en 2022, correspondiendo el 41% a residuos orgánicos por compostaje y el 25% a materiales recuperados en el proceso de separación.





## 5.6. Conclusiones de las hojas de ruta para ALC

- Si bien hay algunas experiencias interesantes en la región, como el liderazgo en la transición hacia flota eléctrica para el transporte público en algunas ciudades, en general ALC tiene una brecha importante en materia de *readiness* para descarbonizar y adaptar al transporte al CC.
- Para cerrar esta brecha, las experiencias de países referentes enseñan que se requieren acciones en cuatro categorías: (i) identificar a la descarbonización y la resiliencia como prioridades del sector, dentro de una visión de transporte eficiente, inclusivo y sostenible; (ii) desarrollar los instrumentos de política que permitan materializar la visión; (iii) adecuar las instituciones para hacer frente a la tarea de la descarbonización y la resiliencia climática del sector; y (iv) generar alianzas estratégicas con agencias de gobierno y con los sectores privado, académico y de la sociedad civil, a fin de impulsar una transición que requiere de un cambio sistémico en el transporte.
- Ahora bien, es necesario reconocer el contexto económico, social y medioambiental del que parten los países de ALC, con una contribución mucho menor en emisiones a nivel mundial que los países avanzados, con serios desafíos fiscales y sociales, y con una brecha de infraestructura por cerrar a fin de reducir la pobreza y la desigualdad. Como manifestado en el Acuerdo de París para los países en desarrollo, la región necesita una transición justa.
- ALC requiere desplegar una batería de mecanismos de fondeo y financiamiento que permitan garantizar al sector los recursos necesarios para desarrollar sistemas de transporte eficientes, inclusivos y sostenibles. Cerrar las brechas del sector implica mejorar la eficiencia del uso de fondos y de los instrumentos utilizados, y explorar mecanismos innovadores de fondeo y financiamiento. En este sentido, los instrumentos financieros asociados al CC y la sostenibilidad representan una oportunidad a aprovechar en la región, en adición a la necesidad de aumentar significativamente el volumen y mejorar la eficiencia de los mecanismos tradicionales de financiamiento y fondeo disponibles en el sector.



- En el marco de la transición justa, existen medidas de bajo costo y alto impacto que los países de la región pueden implementar en el corto plazo. Entre ellas se encuentran incluir a la lucha contra el CC como uno de los pilares de la política pública en transporte, actualizar los documentos de planificación y la normativa sectorial, fortalecer las instituciones, crear programas de capacitación sobre nuevas tecnologías y métodos de la transición energética, reforzar la cooperación internacional y generar alianzas con los sectores privado y académico. En efecto, se trata de que los países de ALC, en el contexto de la transición justa, generen el marco habilitador que catalice las inversiones necesarias en el mediano plazo para encaminarse hacia un transporte cero-neto a 2050.
- El CC brinda una oportunidad sin precedentes para cambiar el modelo de transporte. No debe apuntarse solamente a reemplazar los combustibles fósiles por otras fuentes de energía, sino que el objetivo debe ser lograr un transporte más sostenible, eficiente, seguro e inclusivo, que provea acceso a oportunidades a todos por igual. En este sentido, es fundamental cambiar cómo se mueven las personas y las mercancías, sobre la base de estrategias particulares para cada modo de transporte, coordinación con acciones en otras áreas de gobierno y bajo el paraguas de un plan nacional que establezca la visión y los lineamientos generales para el sector. El gobierno tiene un rol importante en la materialización de esta visión, pero el éxito en la implementación vendrá de la generación de alianzas con otras agencias públicas, el sector privado, la academia y la sociedad civil.



# Referencias

- ABC Color. (2021). *Bajante crítica: nueva mínima histórica del río Paraguay en Asunción*. <https://www.abc.com.py/nacionales/2021/09/28/bajante-critica-nueva-minima-historica-del-rio-paraguay-en-asuncion/>
- ACI. (2021). *Developing an Airport Net Zero Carbon Roadmap*. <https://aci-europe.org/downloads/content/ACI%20EUROPE%20Summary%20Repository%20-%20Airport%20Net%20Zero%20Roadmaps.pdf>
- ACI. (2023a). *6 levels of accreditation*. <https://www.airportcarbonaccreditation.org/about/6-levels-of-accreditation.html#reduction-blue>
- ACI. (2023b). *AIRPORTS AND CO2*. <https://www.airportcarbonaccreditation.org/participants.html>
- AECOM. (2019). *Estudio de Resiliencia para la Red Vial Estatal del Ecuador. Producto 4: Estrategia de Resiliencia Vial*.
- Aeronáutica Civil. (2021). *Aeropuertos - Análisis anual de tráfico 2004-2021*. <https://www.aerocivil.gov.co/atencion/estadisticas-de-las-actividades-aeronauticas/Paginas/estadisticas-operacionales.aspx>
- African Development Bank, Asian Development Bank, Department for International Development, U. K., Directorate-General for Development, E. C., Federal Ministry for Economic Cooperation and Development, G., Ministry of Foreign Affairs - Development Cooperation, T. N., Organization for Economic Cooperation and Development, United Nations Development Programme, United Nations Environment Programme, & The World Bank. (2003). *Poverty and Climate Change. Reducing the Vulnerability of the Poor through Adaptation*.
- Agencia de Sostenibilidad Energética. (2022). *Reporte Giro Limpio 2021*. [https://www.girolimpio.cl/wp-content/uploads/2022/05/Reporte\\_publico\\_GL.pdf](https://www.girolimpio.cl/wp-content/uploads/2022/05/Reporte_publico_GL.pdf)
- Allen, H. (2018). *Approaches for Gender Responsive Urban Mobility*. <http://www.sutp.org>
- ANAC. (2018). *Manual de procedimientos para llevar a cabo los protocolos de seguridad en situación de actividad*.
- Anaya, F. (2018). *Vehículos eléctricos en Guatemala Análisis de impacto y propuesta de implementación*.
- Andersson, J. (2017). *Cars, carbon taxes and CO2 emissions*. [www.lse.ac.uk/grantham](http://www.lse.ac.uk/grantham).
- Ardila-Gomez, A., Bianchi Alves, B., & Moody, J. (2021). *Decarbonizing cities by improving public transport and managing land use and traffic*.
- Área Metropolitana del Valle del Aburrá. (2021, October 8). *EnCicla, el sistema público de bicicletas que revolucionó la movilidad en el Valle de Aburrá hace 10 años*. <https://www.metropol.gov.co/Paginas/Noticias/encicla-sistema-publico-de-bicicletas-que-revoluciona-la-movilidad-en-el-valle-de-aburra-hace-10-anos.aspx#:~:text=Hoy%20EnCicla%20cuenta%20con%20103,de%20la%20pandemia%20eran%2016.000>



- Arsenio, E., Martens, K., & Di Ciommo, F. (2016). Sustainable urban mobility plans: Bridging climate change and equity targets? *Research in Transportation Economics*, 55, 30–39. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2016.04.008>
- Asamblea Legislativa de la República de El Salvador. (2021). *Decreto N° 738*.
- Asamblea Nacional de la República de Nicaragua. (2022). *Ley N° 1111*.
- Asamblea Nacional de la República de Panamá. (2022). *Ley N° 295*.
- Awaworyi Churchill, S., Inekwe, J., Ivanovski, K., & Smyth, R. (2021). Transport infrastructure and CO2 emissions in the OECD over the long run. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 95, 102857. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102857>
- Ayuntamiento de Madrid. (2023). *Carga y Descarga Inteligente. Normativa e Información General*. <https://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/Movilidad-y-transportes/Carga-y-Descarga-Inteligente-Normativa-e-Informacion-General/?vgnnextfmt=default&vgnextoid=f8882cf1178f2810VgnVCM1000001d4a900aRCRD&vgnnextchannel=220e31d3b28fe410VgnVCM1000000b205a0aRCRD>
- Azzato, F., Díaz, C., & Café, E. (2022). *La motocicleta en América Latina: Actualidad y buenas prácticas recomendadas para el cuidado de sus usuarios*. <https://publications.iadb.org/es/la-motocicleta-en-america-latina-actualidad-y-buenas-practicas-recomendadas-para-el-cuidado-de-sus>
- Banco Mundial. (2016). *Argentina - Flood Risk Management Support Project for the Autonomous City of Buenos Aires*. <https://documents.worldbank.org/pt/publication/documents-reports/documentdetail/287961468328119648/argentina-flood-risk-management-support-project-for-the-autonomous-city-of-buenos-aires>
- Banco Mundial. (2017). *Climate and Disaster Resilient Transport in Small Island Developing States: A Call for Action*. [https://www.gfdrr.org/sites/default/files/publication/Climate%20and%20Disaster%20Resilience%20in%20SIDS\\_1.pdf](https://www.gfdrr.org/sites/default/files/publication/Climate%20and%20Disaster%20Resilience%20in%20SIDS_1.pdf)
- Banco Mundial. (2018). *Country Disaster Risk Profiles - Dominican Republic*. [https://www.gfdrr.org/sites/default/files/publication/Final\\_CDRP\\_DR-eng.pdf](https://www.gfdrr.org/sites/default/files/publication/Final_CDRP_DR-eng.pdf)
- Banco Mundial. (2020). *Global Airports Database*. <https://datacatalog.worldbank.org/search/dataset/0038117/Global-Airports>
- Banco Mundial. (2021a). *The Global Health Cost of PM2.5 Air Pollution: A Case for Action Beyond 2021. International Development in Focus*. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/36501>
- Banco Mundial. (2021b). *GDP (Current US\$)*. <https://data.worldbank.org/indicador/NY.GDP.MKTP.CD>
- Banco Mundial. (2023a). *PIB (US\$ a precios constantes de 2010)*. <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.KD>
- Banco Mundial. (2023b). *Dataset: Population estimates and projections*. <https://databank.worldbank.org/source/population-estimates-and-projections/preview/on#>
- Barbero, J. A., Fiadone, R., & Millán Placci, M. F. (2020). *El transporte automotor de cargas en América Latina. Nota Técnica N° 1877*.
- Barbero, J. A., & Guerrero, P. (2017). *El transporte automotor de carga en América Latina: Soporte logístico de la producción y el comercio*. <https://publications.iadb.org/es/el-transporte-automotor-de-carga-en-america-latina-soporte-logistico-de-la-produccion-y-el-comercio>



- Barraza-Villarreal, A., Escamilla-Nuñez, M. C., Hernández-Cadena, L., Texcalac-Sangrado, J. L., Sienna-Monge, J. J., del Río-Navarro, B. E., Cortez-Lugo, M., Sly, P. D., & Romieu, I. (2011). *Elemental carbon exposure and lung function in schoolchildren from Mexico City*.
- Barreto, C. (2019). *Climate Bonds Initiative*.
- Bedoya-Maya, F., Calatayud, A., & González Mejía, V. (2022). Estimating the effect of road congestion on air quality in Latin America. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 113. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2022.103510>
- Bernard, Y., Miller, J., Wappelhorst, S., & Braun, C. (2020). *Impacts of the Paris low-emission zone and implications for other cities. TRUE-The Real Urban Emissions Initiative*.
- BID. (2015a). *Anuario estadístico de transporte de carga y logística*.
- BID. (2015b). *Ciclo-inclusión en América Latina y el Caribe: Guía para impulsar el uso de la bicicleta*. <https://publications.iadb.org/es/ciclo-inclusion-en-america-latina-y-el-caribe-guia-para-impulsar-el-uso-de-la-bicicleta>
- BID. (2019). *Metodología de evaluación del riesgo de desastres y cambio climático para proyectos del BID*. <https://publications.iadb.org/es/metodologia-de-evaluacion-del-riesgo-de-desastres-y-cambio-climatico-para-proyectos-del-bid>
- BID. (2020). *Marco Sectorial de Transporte*. <https://www.iadb.org/es/quienes-somos/tematicas/transport/sector-framework-transport>
- BID. (2021). *Evaluación de los efectos e impactos de la tormenta tropical Eta y el huracán Iota en Honduras*. <https://publications.iadb.org/es/evaluacion-de-los-efectos-e-impactos-de-la-tormenta-tropical-eta-y-el-huracan-iota-en-honduras>
- BID. (2022). *Prospectiva: tendencias y escenarios de la disponibilidad de recursos hídricos en la cuenca hidrográfica del Canal de Panamá (CHCP)*. <https://publications.iadb.org/es/prospectiva-tendencias-y-escenarios-de-la-disponibilidad-de-recursos-hidricos-en-la-cuenca>
- BID. (2023). *Seguridad vial en América Latina y el Caribe: tras un decenio de acción y perspectivas para una movilidad más segura*. editado por Ana María Pinto, Claudia Díaz, Edgar Zamora, Eduardo Café, Marisela Ponce de León, Martín Sosa, René Cortés.
- Bikeitau. (2023a). *El sistema de bicicletas de Santiago*. <https://bikeitau.com.br/santiago/>
- Bikeitau. (2023b). *O sistema bike Rio*. <https://bikeitau.com.br/rio/>
- Bizarro, D. E., Steinmann, Z., Nieuwenhuijse, I., Keijzer, E., & Hauck, M. (2021). *Potential Carbon Footprint Reduction for Reclaimed Asphalt Pavement Innovations: LCA Methodology, Best Available Technology, and Near-Future Reduction Potential*. MDPI, 20.
- Blanco, J. P., Windisch, E., Perkins, S., Ito, A., & Leape, J. (2022). *Decarbonising Transport in Latin American cities: A review of policies and key challenges*.
- BM. (2021). *The role of a carbon price in tackling road transport emissions Rights and Permissions*.
- BMDV. (2017). *Rail Freight Masterplan*. [https://bmdv.bund.de/SharedDocs/EN/publications/rail-freight-masterplan.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://bmdv.bund.de/SharedDocs/EN/publications/rail-freight-masterplan.pdf?__blob=publicationFile)
- BMK. (2021). *Guidelines for National Eco-driving Initiatives. THE PEP Partnership on Eco-driving*. [https://www.klimaaktiv.at/dam/jcr:a651940e-946a-4d04-9ce5-bc3d4d548cc7/KAM\\_Brosch%C3%BCre\\_Guidelines\\_Ecodriving\\_A4\\_BARR\\_220323.pdf](https://www.klimaaktiv.at/dam/jcr:a651940e-946a-4d04-9ce5-bc3d4d548cc7/KAM_Brosch%C3%BCre_Guidelines_Ecodriving_A4_BARR_220323.pdf)



- Bocarejo, J. P. (2020). *Congestion in Latin American Cities: Innovative Approaches for a Critical Issue*.
- Briceño-Garmendia, C., Bofinger, H. C., Cubas, D., & Millan-Placci, M. F. (2015). *Connectivity for Caribbean Countries An Initial Assessment*.
- Briceno-Garmendia, C., Qiao, W., & Foster, V. (2022). *The Economics of Electric Vehicles for Passenger Transportation*. [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org)
- Brichetti, J. P., Mastronardi, L., Rivas Amiassorho, M. E., Serebrisky, T., & Solís, B. (2021). *La brecha de infraestructura en América Latina y el Caribe*. <https://interactive-publications.iadb.org/La-brecha-de-infraestructura-en-America-Latina-y-el-Caribe>
- Bueno, R., Herzfeld, C., Stanton, E., & Ackerman, F. (2008). *The Caribbean and climate change. The costs of inaction*. <https://tamug-ir.tdl.org/bitstream/handle/1969.3/29240/Caribbean-full-Eng.pdf?sequence=1>
- Busch-Geertsema, A., Lanzendorf, M., & Klinner, N. (2021). Making public transport irresistible? The introduction of a free public transport ticket for state employees and its effects on mode use. *Transport Policy*, 106, 249–261. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2021.04.007>
- C40. (2016a). *Good Practice Guide. Bus Rapid Transit*. <https://www.c40.org/wp-content/uploads/2022/02/C40-Good-Practice-Guide-Bus-Rapid-Transit.pdf>
- C40. (2016b). *Good Practice Guide. Transit Oriented Development*. <https://www.c40.org/wp-content/uploads/2022/02/C40-Good-Practice-Guide-Transit-Oriented-Development.pdf>
- C40 Cities. (2022). *Water Safe Cities: How flooding and drought will impact C40 cities by 2050*. <https://storymaps.arcgis.com/stories/75508f9fac8c43bda366ae545fb60ec8>
- C40 Knowledge Hub. (2021). *Nature-based solutions: How cities can use nature to manage climate risks*. [https://www.c40knowledgehub.org/s/article/Nature-based-solutions-How-cities-can-use-nature-to-manage-climate-risks?language=en\\_US](https://www.c40knowledgehub.org/s/article/Nature-based-solutions-How-cities-can-use-nature-to-manage-climate-risks?language=en_US)
- CAF. (2018). *Guía de Buenas Prácticas para la adaptación de las carreteras al clima*. CAF. [https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1221/Gu%C3%ADa%20BP%20adaptaci%C3%B3n%20carreteras\\_CAF.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1221/Gu%C3%ADa%20BP%20adaptaci%C3%B3n%20carreteras_CAF.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Calatayud, A., & Katz, R. (2019). *Cadena de suministro 4.0: Mejores prácticas internacionales y hoja de ruta para América Latina*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18235/0001956>
- Calatayud, A., Katz, R., & Riobó, A. (2022). *Impulsando la transformación digital del transporte en América Latina y el Caribe*. <https://publications.iadb.org/es/impulsando-la-transformacion-digital-del-transporte-en-america-latina-y-el-caribe>
- Calatayud, A., & Montes, L. (2021). Logística en América Latina y el Caribe: Oportunidades, desafíos y líneas de acción. *Logística En América Latina y El Caribe: Oportunidades, Desafíos y Líneas de Acción*. <https://doi.org/10.18235/0003278>
- Calatayud, A., Sánchez González, S., Bedoya Maya, F., Giraldez Zúñiga, F., & Márquez, J. M. (2021). *Congestión urbana en América Latina y el Caribe: Características, costos y mitigación*. Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0003149>
- California Energy Commission. (2023). *CEC Approves \$2.9 Billion Investment for Zero-Emission Transportation Infrastructure*. <https://www.energy.ca.gov/news/2022-12/cec-approves-29-billion-investment-zero-emission-transportation-infrastructure>
- Cámara de Diputados. (2023). *PL 710/2023*.



- Canal de Panamá. (2023). *Sustainability - Panama Canal*.
- Carrillo, J., Saúl De Los, J., Gómez, S., & Briones, J. (2020). *Hacia una electromovilidad pública en México*. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/a9f6dc15-7e04-4d75-b676-b131e99b3c44/content>
- CASCADE. (2019). *The Role of Local Governments in Adapting to the Climate. Overview of Regulatory Requirements and Support Mechanisms in the Baltic Sea Region*.
- Cassidy, M. J., Jang, K., & Daganzo, C. F. (2010). The smoothing effect of carpool lanes on freeway bottlenecks. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 44(2), 65–75. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2009.11.002>
- Cats, O., Susilo, Y. O., & Reimal, T. (2017). The prospects of fare-free public transport: evidence from Tallinn. *Transportation*, 44(5), 1083–1104. <https://doi.org/10.1007/s11116-016-9695-5>
- Cavallo, E., Powell, A., & Serebrisky, T. (2020). *De estructuras a servicios. El camino a una mejor infraestructura en América Latina y el Caribe*. <https://flagships.iadb.org/es/DIA2020/de-estructuras-a-servicios>
- CBI. (2022). *Interactive Data Platform*. <https://www.climatebonds.net/market/data/>
- CE Delft, TRT, Planco, ISL, INFRAS, PMR, & Ricardo. (2019). *Transport taxes and charges in Europe*. <https://cedelft.eu/publications/transport-taxes-and-charges-in-europe-an-overview-of-economic-internalisation-measures-applied-in-europe/>
- CEPAL. (2019). *Movimiento Portuario 2019*. [https://www.cepal.org/sites/default/files/news/files/movimiento\\_portuario\\_lac\\_2019\\_vers20julio2020.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/news/files/movimiento_portuario_lac_2019_vers20julio2020.pdf)
- CEPAL. (2020a). *Boletín FAL 391: Informe Portuario 2021: las primeras señales de recuperación en el transporte marítimo internacional vía contenedores de América Latina*.
- CEPAL. (2020b). *La calma antes de la tormenta: comportamiento del movimiento de contenedores en los puertos de América Latina y el Caribe en 2019 y de los principales puertos durante los primeros meses de 2020*. [https://www.cepal.org/sites/default/files/news/files/2020\\_informe\\_portuario\\_2019\\_v.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/news/files/2020_informe_portuario_2019_v.pdf)
- Cervero, R. (1994). Transit-based housing in California: evidence on ridership impacts. *Transport Policy*, 1(3), 174–183. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0967-070X\(94\)90013-2](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0967-070X(94)90013-2)
- Cervero, R. (2007). *Transit-oriented development's ridership bonus: a product of self-selection and public policies*.
- Chaves Maia, P. H. (2022). The Commuting Costs of High Intensity Rains: Evidence From Rio de Janeiro Buses and Subway. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4283281>
- Chicago Department of Aviation. (2018). *Sustainable Airport Manual, Versión 3.3*.
- CIF. (2023). *Projects*. <https://www.cif.org/projects>
- Cities of Tomorrow. (2020). *Rotterdam Climate Agreement*. <https://www.citiesoftomorrow.eu/sites/default/files/documents/Rotterdam%20climate%20agreement%20-%20NL.pdf>
- City of Toronto. (2023). *City of Toronto Green Roof Bylaw*. <https://www.toronto.ca/city-government/planning-development/official-plan-guidelines/green-roofs/green-roof-bylaw/>
- Clean air action plan. (2017). *2017 CLEAN AIR ACTION PLAN UPDATE APPROVED BY HARBOR COMMISSIONS*. <https://cleanairactionplan.org>
- Clean Hydrogen Partnership. (2022). *The Road to Net Zero. Study on the strategic deployment*



- of battery-electric vehicles and fuel cell-electric vehicles infrastructure.* [https://www.clean-hydrogen.europa.eu/system/files/2022-09/CleanHydrogenPartnership\\_Report\\_vf.pdf](https://www.clean-hydrogen.europa.eu/system/files/2022-09/CleanHydrogenPartnership_Report_vf.pdf)
- Climate Adapt. (2023). *Tatabánya, Hungary, addressing the impacts of urban heatwaves and forest fires with alert measures.* <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/case-studies/tatabanya-hungary-addressing-the-impacts-of-urban-heat-waves-and-forest-fires-with-alert-measures#:~:text=In%20order%20to%20face%20climate,capacity%20of%20the%20fire%20brigade.>
- Climate Change Expert Group. (2020). *Aligning short-term climate action with long-term climate goals Opportunities and options for enhancing alignment between NDCs and long-term strategies.* <https://www.oecd.org/environment/cc/LEDS-NDC-linkages.pdf>
- Climate-Adapt. (2023). *Revision of guidelines and manuals for roads in Norway.* <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/guidances/revision-of-guidelines-and-manuals-for-roads-in-norway>
- Comisión Europea. (2021). *THE NEW EUROPEAN Urban Mobility Framework.* [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/fs\\_21\\_6781](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/fs_21_6781)
- Comisión Europea. (2022). *Questions and Answers: Commission proposal on the new Euro 7 standards.* [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda\\_22\\_6496](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_22_6496)
- Confédération Suisse. (2021). *Mobilité et territoire 2050 – Plan sectoriel des transports – partie Programme. Plans sectoriels et conceptions de la Confédération.* <https://www.are.admin.ch/are/fr/home/developpement-et-amenagement-du-territoire/strategie-et-planification/conceptions-et-plans-sectoriels/plans-sectoriels-de-la-confederation/plan-sectoriel-des-transports-pst/plan-sectoriel-des-transports-pst--partie-programme.html>
- Congreso de la República de Guatemala. (2022). *Decreto N° 40-2022.*
- Connell, R., Canevari, L., Coleby, C., Wright, S., Robertson, J. N., Morgan, W., Cerezo, A., Rivero, A., Ugarte, G., Larson, R., Carr, C., Washington, R., Saucedo, E., Ramírez, E., Olivera, M., Becker, A., Pascual, J., Barandiarán, M., Ramírez, G.
- Cuadros, G., López, A., Vateva, V., & Arancibia, D. (2023). *Impacto del COVID-19 en las preferencias por modos de transporte en ciudades seleccionadas de América Latina.*
- DANE. (2021). *La información del DANE en la toma de decisiones regionales Cartagena-Bolívar.*
- Danish Business Authority. (2019). *Veiledning i planlægning for forebyggelse af oversvømmelse og erosion JANUAR 2019-1. version.* [https://planinfo.erhvervsstyrelsen.dk/sites/default/files/media/publikation/veiledning\\_i\\_planlægning\\_for\\_forebyggelse\\_af\\_oversvoemmelse\\_og\\_erosion.pdf](https://planinfo.erhvervsstyrelsen.dk/sites/default/files/media/publikation/veiledning_i_planlægning_for_forebyggelse_af_oversvoemmelse_og_erosion.pdf)
- de Medeiros, A. P., Gouveia, N., Machado, R. P., de Souza, M. R., Alencar, G. P., Novaes, H. M., & de Almeida, M. F. (2009). Traffic-related air pollution and perinatal mortality: A case-control study. *Environmental Health Perspectives*, 117(1), 127-132. <https://doi.org/10.1289/ehp.11679>
- Delclòs-Alió, X., Kanai, C., Soriano, L., Quistberg, D. A., Ju, Y., Dronova, I., & Rodríguez, D. A. (2023). Cars in Latin America: An exploration of the urban landscape and street network correlates of motorization in 300 cities. *Travel Behaviour and Society*, 30, 192-201.
- Deltares. (2020). *Infraestructura de Transporte Resiliente - DR-T1173-P002. Entregable 5.*
- Deltares, SGI, Egis, & KNMI. (2015). *ROADAPT Roads for today, adapted for tomorrow. Guidelines.* [https://www.cedr.eu/download/other\\_public\\_files/research\\_programme/call\\_2012/climate\\_change/roadapt/ROADAPT\\_integrating\\_main\\_guidelines.pdf](https://www.cedr.eu/download/other_public_files/research_programme/call_2012/climate_change/roadapt/ROADAPT_integrating_main_guidelines.pdf)



- Deopersad, C., Persaud, C., Chakalall, Y., Bello, O., Masson, M., Perroni, A., Carrera-Marquis, D., Fontes de Meira, L., Gonzales, C., Peralta, L., Skerette, N., Marcano, B., Pantin, M., Vivas, G., Espiga, C., Allen, E., Ruiz, E., Ibarra, F., Espiga, F., Nelson, M. (2020). *Assessment of the Effects and Impacts of Hurricane Dorian in the Bahamas*. <https://publications.iadb.org/en/assessment-of-the-effects-and-impacts-of-hurricane-dorian-in-the-bahamas>
- Department for Transport. (2021). *Bus Back Better. National Bus Strategy for England*.
- Department for Transport. (2021). *Decarbonising Transport. A Better, Greener Britain*. [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/1009448/decarbonising-transport-a-better-greener-britain.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1009448/decarbonising-transport-a-better-greener-britain.pdf)
- DINAC, & DMH. (2021). *Anuario Hidrológico, 2020*.
- DINAC, & DMH. (2022). *Anuario Hidrológico, 2021*. [https://www.meteorologia.gov.py/wp-content/uploads/2022/09/ANUARIO\\_HIDROLOGICO-2021.pdf](https://www.meteorologia.gov.py/wp-content/uploads/2022/09/ANUARIO_HIDROLOGICO-2021.pdf)
- DMV. (2023). *Clean Air Vehicle Decals for using Carpool and HOV Lanes*. <https://www.dmv.ca.gov/portal/vehicle-registration/license-plates-decals-and-placards/clean-air-vehicle-decals-for-using-carpool-lanes/>
- DNP. (2018a). *Documento Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) 3918. Estrategia para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia*.
- DNP. (2018b). *Documento Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) 3934. Política de Crecimiento Verde*.
- DNP. (2018c). *Documento Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) 3943. Política para el mejoramiento de la calidad del aire*.
- DNP. (2019). *Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022*. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Resumen-PND2018-2022-final.pdf>
- DNP. (2022). *Documento Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) 4075. Política de Transición Energética*.
- DOE. (2022). *Bipartisan Infrastructure Law: Battery Collection Best Practices and Labeling Guidelines*. <https://www.epa.gov/system/files/documents/2022-06/Battery%20Initiatives.pdf>
- Donat, L. (2020). *Decarbonising transport in Germany: Policy options to support a shift to rail*. *Germanwatch*. <https://www.climate-transparency.org/media/decarbonising-transport-in-germany-policy-options-to-support-a-shift-to-rail>
- DOT. (2015). *Estimated Benefits of Connected Vehicle Applications: Dynamic Mobility Applications, AERIS, V2I Safety, and Road Weather Management Applications*. <https://rosap.nrl.bts.gov/view/dot/3569>
- DRD. (2010). *Methods to Predict and Handle Flooding on Highways - The Blue Spot Concept*. [https://en.klimatilpasning.dk/media/297917/the\\_blue\\_spot\\_concept\\_report\\_181.pdf](https://en.klimatilpasning.dk/media/297917/the_blue_spot_concept_report_181.pdf)
- DTP. (2019). *ELECTROMOVILIDAD Transporte Público de Santiago*.
- DTP. (2022). *A 5 años de la llegada de buses eléctricos al sistema Red: 128 millones de kilómetros recorridos y 280 millones de bips!* <https://www.dtpm.cl/index.php/homepage/noticias/813-a-5-anos-de-la-llegada-de-buses-electricos-al-sistema-red-128-millones-de-kilometros-recorridos-y-280-millones-de-bips>
- DTTAS. (2019). *Transport Climate Change Sectoral Adaptation Plan. Prepared under the National Adaptation Framework*. <https://assets.gov.ie/39222/284b27f3507a411b982d8af->



[f91e1bf49.pdf](#)

- EANA. (2021). *El proyecto de rediseño del TMA Baires dio otro paso hacia su concreción*. <https://www.eana.com.ar/novedades-del-sector/el-proyecto-de-redisenio-del-tma-baires-dio-otro-paso-hacia-su-concrecion>
- E-BUS RADAR. (2023). *Buses Eléctricos en América Latina*. <https://www.ebusradar.org/es/>
- Ecobici. (2023). *¿Qué es Ecobici?* <https://ecobici.cdmx.gob.mx/conoce-sistema/>
- EDF, & Ricardo. (2019). *Electrofuels for shipping. How synthetic fuels from renewable electricity could unlock sustainable investment in countries like Chile*. <https://www.edfeurope.org/file/519/download?token=3VSQ5LR6>
- EEA. (2019). *Air pollutant emission inventory guidebook*.
- EEA. (2020). *Transport and environment report 2020. Train or plane?*
- EM-DAT. (2023). *International Disasters Database*. <https://public.emdat.be/>
- EPA. (2022). *Port Emissions Inventory Guidance*. <https://www.epa.gov/state-and-local-transportation/port-emissions-inventory-guidance>
- EPA. (2023). *Chicago, IL Uses Green Infrastructure to Reduce Extreme Heat*. <https://www.epa.gov/arc-x/chicago-il-uses-green-infrastructure-reduce-extreme-heat>
- ERA. (2020). *Fostering the railway sector through the European Green Deal*. [https://www.era.europa.eu/system/files/2022-10/fostering\\_railway\\_sector\\_through\\_european\\_green\\_deal\\_en.pdf](https://www.era.europa.eu/system/files/2022-10/fostering_railway_sector_through_european_green_deal_en.pdf)
- ERA. (2023). *Getting Rail Freight on the Right Track*. <https://www.era.europa.eu/content/getting-rail-freight-right-track>
- Estupiñan, N., Scordia, H., Navas, C., Zegras, C., Rodríguez, D., Vergel-Tovar, E., Gakenheimer, R., Azán Otero, S., & Vasconcellos, E. (2018). *Transporte y Desarrollo en América Latina* (Vol. 1, Issue 1).
- European Commission. (2021a). *Average CO2 emissions from new passenger cars registered in Europe decreased by 12% in 2020 and the share of electric cars tripled as new targets started applying*. [https://climate.ec.europa.eu/news-your-voice/news/average-co2-emissions-new-passenger-cars-registered-europe-decreased-12-2020-and-share-electric-cars-2021-06-29\\_en](https://climate.ec.europa.eu/news-your-voice/news/average-co2-emissions-new-passenger-cars-registered-europe-decreased-12-2020-and-share-electric-cars-2021-06-29_en)
- European Commission. (2021b). *The New EU Urban Mobility Framework*. [https://transport.ec.europa.eu/system/files/2021-12/com\\_2021\\_811\\_the-new-eu-urban-mobility.pdf](https://transport.ec.europa.eu/system/files/2021-12/com_2021_811_the-new-eu-urban-mobility.pdf)
- European Commission. (2022). *EU missions : 100 climate-neutral and smart cities*. Directorate-General for Research and Innovation. *Directorate-General for Research and Innovation. Publications Office of the European Union*. <https://data.europa.eu/doi/10.2777/191876>
- European Commission. (2023a). *Fuel Quality*. [action/transport-emissions/fuel-quality\\_en](https://transport.ec.europa.eu/action/transport-emissions/fuel-quality_en)
- European Commission. (2023b). *Road charging*. [https://transport.ec.europa.eu/transport-modes/road/road-charging\\_en](https://transport.ec.europa.eu/transport-modes/road/road-charging_en)
- European Commission. (2023c). *European Green Deal: ambitious new law agreed to deploy sufficient alternative fuels infrastructure*. [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip\\_23\\_1867](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_1867)



- European Commission Climate Action. (2023). *Reducing emissions from aviation*. [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport-emissions/reducing-emissions-aviation\\_en#aviation-in-eu-emissions-trading-system](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport-emissions/reducing-emissions-aviation_en#aviation-in-eu-emissions-trading-system)
- European Council. (2023). *Fit for 55*. <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/#:%7E:text=The%20European%20climate%20law%20makes,EU%20climate%2Dneutral%20by%202050>.
- Ewing, R., & Hamidi, S. (2015). Urban Sprawl as a Risk Factor in Motor Vehicle Occupant and Pedestrian Fatalities Update and Refinement. *Transportation Research Record: Journal Of the Transportation Research Board*. No. 2513. *Transportation Research*, 8, 40-47. <https://journals.sagepub.com/doi/10.3141/2513-05>
- Façanha, C. (2016). *Deficiencies in the Brazilian proconvex P-7 and the case for P-8 standards*. [https://theicct.org/sites/default/files/publications/Brazil%20P-7%20Briefing%20Paper%20Final\\_revised.pdf](https://theicct.org/sites/default/files/publications/Brazil%20P-7%20Briefing%20Paper%20Final_revised.pdf)
- Fedrigo, W., Núñez, W. P., & Visser, A. T. (2020). A review of full-depth reclamation of pavements with Portland cement: Brazil and abroad. *Construction and Building Materials*, 262, 120540. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120540>
- Ferreira, F. H., Messina, J., Rigolini, J., López-Calva, L. F., Lugo, M. A., Vakis, R., & Ló, L. F. (2012). *Economic mobility and the rise of the Latin American middle class*.
- FHWA. (2012). *Memorandum: Eligibility of Activities To Adapt To Climate Change and Extreme Weather Events Under the Federal-Aid and Federal Lands Highway Program*. <https://www.fhwa.dot.gov/federalaid/120924.cfm>
- FHWA. (2014a). *Assessing Criticality in Transportation Adaptation Planning*. [https://www.fhwa.dot.gov/environment/sustainability/resilience/tools/criticality\\_guidance/index.cfm](https://www.fhwa.dot.gov/environment/sustainability/resilience/tools/criticality_guidance/index.cfm)
- FHWA. (2014b). *Transportation System Preparedness and Resilience to Climate Change and Extreme Weather Events*. <https://www.fhwa.dot.gov/legsregs/directives/orders/5520.cfm>
- FHWA. (2015). *Towards Sustainable Pavement Systems: A Reference Document*. <https://www.fhwa.dot.gov/pavement/sustainability/hif15002/hif15002.pdf>
- FHWA. (2017). *Vulnerability Assessment and Adaptation Framework – Third Edition*. [https://www.fhwa.dot.gov/environment/sustainability/resilience/adaptation\\_framework/climate\\_adaptation.pdf](https://www.fhwa.dot.gov/environment/sustainability/resilience/adaptation_framework/climate_adaptation.pdf)
- FHWA. (2019). *Nature-based Solutions for Coastal Highway Resilience: An Implementation Guide*. <https://www.govinfo.gov/content/pkg/GOVPUB-TD2-PURL-gpo128981/pdf/GOVPUB-TD2-PURL-gpo128981.pdf>
- FHWA. (2023). *Fact Sheets – Carbon Reduction Program (CRP)*. [https://www.fhwa.dot.gov/bipartisan-infrastructure-law/crp\\_fact\\_sheet.cfm](https://www.fhwa.dot.gov/bipartisan-infrastructure-law/crp_fact_sheet.cfm)
- FHWA, & Rijkswaterstaat. (2016). *Resilient Infrastructure - Assessing vulnerabilities/risks to climate change and incorporating the results into planning, design and asset management*. [https://international.fhwa.dot.gov/pubs/joint\\_report\\_resilient\\_infrastructure\\_fhwa\\_rws\\_january\\_2016.pdf](https://international.fhwa.dot.gov/pubs/joint_report_resilient_infrastructure_fhwa_rws_january_2016.pdf)
- Figg, H. (2021). *Oslo – Promoting Active Transport Modes*. <https://www.eltis.org/resources/case-studies/oslo-promoting-active-transport-modes>
- Filosa, G., & Oster, A. (2015). *International Practices on Climate Adaptation in Transportation: Findings from a virtual review. Prepared for Federal Highway Administration*. [https://www.fhwa.dot.gov/environment/sustainability/resilience/publications/international\\_practices/fhwahep15011.pdf](https://www.fhwa.dot.gov/environment/sustainability/resilience/publications/international_practices/fhwahep15011.pdf)



- Foster, V., Dim, J. U., Vollmer, S., & Zhang, Fan. (2021). *Understanding Drivers of Decoupling of Global Transport CO2 Emissions from Economic Growth : Evidence from 145 Countries (English)*. Policy Research working paper, no. WPS 9809. <http://documents.worldbank.org/curated/en/766991634561185532/Understanding-Drivers-of-Decoupling-of-Global-Transport-CO2-Emissions-from-Economic-Growth-Evidence-from-145-Countries>
- Foti, F., Waddell, P., & Luxen, D. (2012). *A generalized computational framework for accessibility: from the pedestrian to the metropolitan scale*. In *Proceedings of the 4th TRB Conference on Innovations in Travel modelling*. Transportation Research Board.
- Fox-Kemper, B., H. T. Hewitt, C., Xiao, G., Aðalgeirsdóttir, S. S., Drijfhout, T. L., Edwards, N. R., Golledge, M., Hemer, R. E., Kopp, G., Krinner, A., Mix, D., Notz, S., Nowicki, I. S., Nurhati, L., Ruiz, J.-B., Sallée, A. B. A., & Slangen, Y. Y. (2021). *Ocean, Cryosphere and Sea Level Change*. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J. B. R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/chapter/chapter-9/>
- Franco, A. M. del R., Día, M., & Kwan, C. K. (2022). Analysis of the economic impact of the downspout of the river in the ports of Paraguay, 2019 2020. *Población y Desarrollo*, 28(55), 35–45. <https://doi.org/10.18004/pdfce/2076-054x/2022.028.55.035>
- Garner, G. G., Hermans, T., Kopp, R. E., Slangen, A. B. A., Edwards, T. L., Levermann, A., Nowicki, S., Palmer, M. D., Smith, C., Fox-Kemper, B., Hewitt, H. T., Xiao, C., Aðalgeirsdóttir, G., Drijfhout, S. S., Golledge, N. R., Hemer, M., Krinner, G., Mix, A., Notz, D., ... Pearson, B. (2021). *IPCC AR6 Sea Level Projections*. <https://zenodo.org/record/6382554#.ZFvF3-zMJ04>
- GCF. (2023). *Projects portfolio*. <https://www.greenclimate.fund/results/transport>
- GEF. (2023a). *Project Database*. <https://www.thegef.org/projects-operations/database>
- GEF. (2023b). *Who we are*. <https://www.thegef.org/who-we-are>
- Geofabrik. (2023). *OpenStreetMap Data Extracts*. <https://download.geofabrik.de/>
- Giraldez, F., Sánchez González, S., & Calatayud, A. (2022). *Hechos estilizados de la movilidad urbana en América Latina y el Caribe* División de Transporte. <https://publications.iadb.org/es/hechos-estilizados-de-la-movilidad-urbana-en-america-latina-y-el-caribe>
- Giuliano, G., & Hanson, S. (2017). *The geography of Urban Transportation*. Guilford Publications.
- GIZ, & SLOCAT. (2022). *Climate Strategies for Transport in Asia*. <https://changing-transport.org/publications/ndc-lts-transport-asia/>
- Global Commercial Vehicle Drive to Zero. (2023). *The Program*. <https://globaldrivetozero.org/about/program/>
- Global Maritime Forum. (2022). *Shipping's Energy Transition: Strategic Opportunities in Mexico*. [https://cms.globalmaritimeforum.org/wp-content/uploads/2022/07/Shipping-energy-transition\\_Strategic-opportunities-in-Mexico.pdf](https://cms.globalmaritimeforum.org/wp-content/uploads/2022/07/Shipping-energy-transition_Strategic-opportunities-in-Mexico.pdf)
- GMF, RICARDO, EDF, P4G, & GETTING TO ZERO. (2022). *México: abasteciendo el futuro del transporte marítimo El papel de México en la transformación del transporte marítimo mundial a través de combustibles verdes derivados del hidrógeno*.
- GMF, & UCL. (2022). *Shipping's Energy Transition: Strategic Opportunities in Mexico*.
- Gobierno de Chile. (2018). *Plan de adaptación al cambio climático para ciudades 2018-2022*.



- <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/11/Plan-de-Adaptacion-Cambio-Climatico-para-Ciudades-2018-2022.pdf>
- Gobierno de Chile. (2023). *Atlas de riesgos climáticos de Chile*.
- Gobierno de Colombia. (2019a). *Estrategia Nacional de Calidad del Aire*.
- Gobierno de Colombia. (2019b). *Ley No. 1964*.
- Gobierno de Colombia. (2019c). *Ley No. 1972*.
- Gobierno de Colombia. (2020). *Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia (NDC)*.
- Gobierno de Colombia. (2022). *Estrategia Nacional de Transporte Sostenible*. <https://www.mintransporte.gov.co/loader.php?!Servicio=Tools2&ITipo=descargas&IFuncion=descargar&idFile=29787>
- Goletz, M., Heinrichs, D., & Feige, I. (2016). *Mobility trends in cutting-edge cities Final Report*. [https://www.ifmo.de/files/publications\\_content/2016/ifmo\\_2016\\_mobility\\_cutting\\_edge\\_cities\\_en.pdf](https://www.ifmo.de/files/publications_content/2016/ifmo_2016_mobility_cutting_edge_cities_en.pdf)
- Gouveia, N., Junger, W. L., Romieu, I., Cifuentes, L. A., de Leon, A. P., V. J., & Tzintzun-Cervantes, G. (2018). Effects of air pollution on infant and children respiratory mortality in four large Latin-American cities. *Environmental Pollution*, 232, 385–391.
- Gouvernement du Québec. (2018). *Québec cap-and-trade system for greenhouse gas emission allowances (C&T) Strengths and Advantages*. <https://www.environnement.gouv.qc.ca/changements/carbone/documents-spede/strengths-advantages.pdf>
- Government of Canada. (2023, August 30). *Incentives for Medium- and Heavy-Duty Zero-Emission Vehicles Program (iMHZEV)*. <https://tc.canada.ca/en/road-transportation/innovative-technologies/zero-emission-vehicles/medium-heavy-duty-zero-emission-vehicles>
- Gramkow, C., & Oliveira, G. (2023). *Impulsionando investimentos em ônibus elétricos no Brasil Uma agenda de trabalho Cidades inclusivas, sustentáveis e inteligentes (CISI)*. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/63558728-5555-420e-b7ae-e8689af01d57/content>
- Granda, I., Landaverde, O., Pinto Ayala, A. M., & Peña, M. (2022). *Atlas de infraestructuras de integración de América Latina y el Caribe: mapeando infraestructuras de transporte y logística de alto impacto en las cadenas de valor regionales*. <https://publications.iadb.org/es/node/32830>
- Greenham, S., Workman, R., Ferranti, E., McPherson, K., Quinn, A., Street, R., Dora, J., Fisher, R., Mills, S., Packham, K., Baxter, W., & Roberts, C. (2022). *Climate-resilient transport: a policy guide for low-income countries in Africa and South Asia*.
- GRUPO PUERTO DE CARTAGENA. (2021, April 22). *Contecar y Celsia desarrollan megatecho de energía solar en Cartagena*.
- Gutiérrez, C. Y. (2022). *Estado actual del Transporte Público en la región Metropolitana*.
- Gutiérrez, J. M., Jones, R. G., Narisma, G. T., Alves, L., Amjad, M., Gorodetskaya, I. V., Grose, M., Klutse, N. A. B., Krakovska, S., Li, J., Martínez-Castro, D., Mearns, L. O., Mernild, S. H., Ngo-Duc, T., Van den Hurk, B., & Yoon, J.-H. (2021). Atlas. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. *Cambridge University Press, Cambridge*. <http://interactive-atlas.ipcc.ch/>



- Hallegatte, S., Rentschler, J., & Rozenberg, J. (2019). *Lifelines - The Resilient Infrastructure Opportunity*.
- Heathrow. (2023). *Heathrow's Sustainability Report 2022*. [https://www.heathrow.com/content/dam/heathrow/web/common/documents/company/heathrow-2-0-sustainability/Heathrow\\_SustainabilityReport2022.pdf](https://www.heathrow.com/content/dam/heathrow/web/common/documents/company/heathrow-2-0-sustainability/Heathrow_SustainabilityReport2022.pdf)
- Holguín-Veras, J., Encarnación, T., González-Calderón, C. A., Winebrake, J., Wang, C., Kyle, S., Herazo-Padilla, N., Kalahasthi, L., Adarme, W., Cantillo, V., Yoshizaki, H., & Garrido, R. (2018). Direct impacts of off-hour deliveries on urban freight emissions. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 61, 84-103. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2016.10.013>
- Hooijer, A., & Vernimmen, R. (2021). Global LiDAR land elevation data reveal greatest sea-level rise vulnerability in the tropics. *Nature Communications*, 12(1), 3592. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-23810-9>
- Houtven, G. Van, Gallaher, M., Woollacott, J., & Decker, E. (2022). *Act Now or Pay Later: The Costs of Climate Inaction for Ports and Shipping*.
- Huang, B., Thomas, T., Groenewolt, B., Claasen, Y., & van Berkum, E. (2021). Effectiveness of incentives offered by mobile phone app to encourage cycling: A long-term study. *IET Intelligent Transport Systems*, 15(3), 406-422. <https://doi.org/10.1049/itr2.12034>
- Hub de Energía. (2023). *Generación, capacidad y consumo de electricidad*. <https://hubenergia.org/index.php/es/indicadores/generacion-capacidad-y-consumo-de-electricidad>
- HU-GO. (2023). *HU-GO Electronic Toll System: About the introduction of the System*. <https://hu-go.hu/articles/article/about-the-introduction-of-the-system>
- ICAO. (2019). *Airport Carbon Accreditation - Empowering Airports to Reduce Their Emissions*. [https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/EnvironmentalReports/2019/ENVReport2019\\_pg168-170.pdf](https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/EnvironmentalReports/2019/ENVReport2019_pg168-170.pdf)
- ICAP. (2023). *EU Emissions Trading System for buildings and road transport ("EU ETS 2")*. <https://icapcarbonaction.com/en/ets/eu-emissions-trading-system-buildings-and-road-transport-eu-ets-2>
- ICCT. (2020). *VISION 2050: A STRATEGY TO DECARBONIZE THE GLOBAL TRANSPORT SECTOR BY MID-CENTURY*. <https://theicct.org/publication/vision-2050-a-strategy-to-decarbonize-the-global-transport-sector-by-mid-century/>
- ICEX. (2021). *El mercado del automóvil en Guatemala en cifras*. <https://www.icex.es/content/dam/es/icex/documentos/quienes-somos/donde-estamos/red-exterior/guatemala/DOC2021896148.pdf>
- ICF consulting. (2021). *Fueling Net Zero, a report for ATAG Waypoint 2050*.
- ICLEI Local Governments for Sustainability. (2023, June 9). *EcoMobility Alliance Cities*. <https://sustainablemobility.iclei.org/ecomobility-alliance/freiburg-germany/>
- ICULTUR. (2020). *Plan estratégico de reactivación del sector turístico de Bolívar*.
- IDEAM. (2010). *Susceptibilidad a los deslizamientos 2010*. <http://www.ideam.gov.co/capas-geo>
- IEA. (2021). *Global energy review 2021*. <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2021>



- IEA. (2022a). *Global EV Outlook*. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2022/trends-in-electric-light-duty-vehicles>
- IEA. (2022b). *Global EV Outlook 2022. Securing supplies for an electric future*. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/ad8fb04c-4f75-42fc-973a-6e54c8a4449a/GlobalElectricVehicleOutlook2022.pdf>
- IEA. (2022c). *Global Hydrogen Review 2022*. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/c5b-c75b1-9e4d-460d-9056-6e8e626a11c4/GlobalHydrogenReview2022.pdf>
- IEA. (2022d). *Net Zero by 2050 - A Roadmap for the Global Energy Sector*. [https://iea.blob.core.windows.net/assets/deebef5d-0c34-4539-9d0c-10b13d840027/NetZero-by2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector\\_CORR.pdf](https://iea.blob.core.windows.net/assets/deebef5d-0c34-4539-9d0c-10b13d840027/NetZero-by2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector_CORR.pdf)
- IEA. (2022e). *Countries and regions*. CO2 Emissions by Sector.
- IEA. (2022f). *Dataset: Detailed CO2 estimates*.
- IEA. (2022g). *Dataset: GHG Emissions from fuel combustion (summary)*. [https://stats.oecd.org/BrandedView.aspx?oecd\\_by\\_id=co2-data-en&doi=445ec5dd-en#](https://stats.oecd.org/BrandedView.aspx?oecd_by_id=co2-data-en&doi=445ec5dd-en#)
- IEA. (2023a). *Global EV Outlook 2023: Catching up with climate ambitions*. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023>
- IEA. (2023b). *World Energy Investment 2022: Overview and key findings*. <https://www.iea.org/reports/world-energy-investment-2022/overview-and-key-findings>
- IEA. (2023c). *Dataset: Countries and regions*. <https://www.iea.org/countries>
- IEA. (2023d). *Global EV Data Explorer*.
- IHME. (2019). *GBD 2019 Cause and Risk Summaries*. <http://www.healthdata.org/results/gbd-summaries/2019>
- IKI. (2023). *Search Project*. <https://www.international-climate-initiative.com/en/search-project/#/>
- IMPO. (2008). *Decreto N° 111/008*.
- IMPO. (2021). *Decreto N° 135/021*.
- Infrastructure Australia. (2021). *2021 Australian Infrastructure Plan*. [https://www.infrastructureaustralia.gov.au/sites/default/files/2021-09/2021%20Master%20Plan\\_1.pdf](https://www.infrastructureaustralia.gov.au/sites/default/files/2021-09/2021%20Master%20Plan_1.pdf)
- INVIAS. (2018). *Serie Histórica de Transito (TPD) 1997 - 2018*. <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/informacion-institucional/9197-serie-historica-de-transito-tpd-1997-2018>
- IPCC. (2014a). *Climate Change 2014 - Impacts, Adaptation and Vulnerability: Part A: Global and Sectoral Aspects: Working Group II Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report: Volume 1: Global and Sectoral Aspects (Vol. 1)*. Cambridge University Press. <https://doi.org/DOI:10.1017/CBO9781107415379>
- IPCC. (2014b). *Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- IPCC. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]*.



- IQAir. (2022). *World Air Quality Report. Region & City PM2.5 Ranking*.
- IRENA. (2016). *Renewable Energy Market Analysis: Latin America*. <https://www.irena.org/publications/2016/Nov/Renewable-Energy-Market-Analysis-Latin-America>
- IRENA. (2020). *Green hydrogen cost reduction*. <https://www.irena.org/publications/2020/Dec/Green-hydrogen-cost-reduction>
- IRENA. (2021). *Reaching zero with renewables: Biojet fuels*. [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Jul/IRENA\\_Reaching\\_Zero\\_Biojet\\_Fuels\\_2021.pdf?rev=86779f68cc374259b5030f97eee9b0af](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Jul/IRENA_Reaching_Zero_Biojet_Fuels_2021.pdf?rev=86779f68cc374259b5030f97eee9b0af)
- IRENA. (2022). *Estadísticas de capacidad renovable 2022*. [www.irena.org](http://www.irena.org)
- IRENA. (2023). *Long-term energy scenarios and low-emission development strategies: Stocktaking and alignment*. <https://www.irena.org/Publications/2023/Jan/LTES-and-low-emission-development-strategies-Stocktaking-and-alignment>
- IRF. (2021). *ITS for Climate Impact Mitigation (ICIM). Preliminary IRF Task Force Report*. <https://www.irf.global/assets/pdf/IRF-ICIM-report.pdf>
- ITDP. (2017). *TOD STANDARD*.
- ITF. (2021). *Decarbonising Air Transport - Acting Now for the Future*. <https://www.itf-oecd.org/decarbonising-air-transport>
- ITF. (2022a). *Decarbonising Europe's Trucks: How to Minimise Cost Uncertainty*. <https://www.itf-oecd.org/decarbonising-europes-trucks-minimise-cost-uncertainty>
- ITF. (2022b). *Modal shift to cleaner transport fails to materialise*. <https://www.itf-oecd.org/modal-shift-transport-trends>
- ITF. (2023a). *Base de datos proporcionada por ITF correspondiente al ITF Transport Outlook 2023*.
- ITF. (2023b). *Findings from the Decarbonizing Transport Initiative of the International Transport Forum*.
- ITF. (2023c). *The Potential of E-fuels to Decarbonise Ships and Aircraft. International Transport Forum Policy Papers, OECD Publishing, No. 111*. <https://www.itf-oecd.org/potential-e-fuels-decarbonise-ships-aircraft>
- ITF. (2023d). *ITF Transport Outlook 2023*.
- Iturbide, M., Fernández, J., Gutiérrez, J. M., Bedía, J., Cimadevilla, E., Díez-Sierra, J., Manzanar, R., Casanueva, A., Baño-Medina, J., Milovac, J., Herrera, S., Cofiño, A. S., San Martín, D., García-Díez, M., Hauser, M., Huard, D., & Yelekci, Ö. (2021). *Repository supporting the implementation of FAIR principles in the IPCC-WG1 Atlas*. Zenodo, DOI: 10.5281/zenodo.3691645. <https://github.com/IPCC-WG1/Atlas>
- Izaguirre, C., Losada, I. J., Camus, P., Vigh, J. L., & Stenek, V. (2021). *Climate change risk to global port operations*. *Nature Climate Change*, 11(1), 14–20. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-00937-z>
- Jäppinen, S., Toivonen, T., & Salonen, M. (2013). *Modelling the potential effect of shared bicycles on public transport travel times in Greater Helsinki: An open data approach*. *Applied Geography*, 43, 13–24. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2013.05.010>
- Jennings, G., & Behrens, R. (2017). *The Case for Investing in Paratransit: Strategies for Regulation and Reform*. *Volvo Research and Educational Foundations (VREF)*. <https://www.vref.org>



- [researchgate.net/publication/317357984](https://researchgate.net/publication/317357984) *The Case for Investing in Paratransit Strategies for regulation and reform*
- Kii, M. (2020). Reductions in CO2 emissions from passenger cars under demography and technology scenarios in Japan by 2050. *Sustainability*, 12(17).
- KIM. (2018). *Effecten van prijsprikkels in de mobiliteit - een literatuurscan*. <https://minienw.site-archief.nl/?subsite=minienmprijsprikkels#archive>
- Kim, Y., & Mason, J. (2023). *The Opportunity of Low Emission Zones: A Taming Traffic Deep Dive Report*.
- Kopp, R. E., Garner, G. G., Hermans, T. H. J., Jha, S., Kumar, P., Slangen, A. B. A., Turilli, M., Edwards, T. L., Gregory, J. M., Koubbe, G., Levermann, A., Merzky, A., Nowicki, S., Palmer, M. D., & Smith, C. (2023). The Framework for Assessing Changes To Sea-level (FACTS) v1.0-rc: A platform for characterizing parametric and structural uncertainty in future global, relative, and extreme sea-level change. *EGUsphere [Preprint]*. <https://egusphere.copernicus.org/preprints/2023/egusphere-2023-14/>
- Kotchen, M. (2012). *Public Goods*.
- Krupnick, A., & Parry, I. W. (2012). What is the best policy instrument for reducing CO2 emissions? In *Fiscal Policy to Mitigate Climate Change*. *International Monetary Fund*.
- LatinoSBP. (2019). *Bike Sharing Systems in Latin America Latin American Bike Sharing Systems Platform*.
- Lelieveld, J., Klingmüller, K., Pozzer, A., Burnett, R. T., Haines, A., & Ramanathan, V. (2019). Effects of fossil fuel and total anthropogenic emission removal on public health and climate. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(15), 7192–7197.
- Lempert, R. J., Miro, M. E., Prosdocimi, D., Lefevre, B., & Monter, E. (2021). *A DMDU Guidebook for Transportation Planning Under a Changing Climate*. <https://publications.iadb.org/en/dmdu-guidebook-transportation-planning-under-changing-climate>
- Li, H., Saboori, A., & Cao, X. (2016). Information synthesis and preliminary case study for life cycle assessment of reflective coatings for cool pavements. *International Journal of Transportation Science and Technology*, 5(1), 38–46.
- Li, S., Xing, J., Yang, L., & Zhang, F. (2020). *Transportation and the Environment A Review of Empirical Literature*.
- Litman, T. (2023). *TDM Success Stories-Examples of Effective Transportation Demand Management Policies and Programs, and Keys to Their Success*. <https://vtpi.org/tmss.pdf>
- López, J. C., Castillo, J. C., Tibaquirá, J. E., & Ríos, D. (2022). *Escenarios de emisiones hacia 2030. Potencial de reducción de la presión ambiental provocada por los autobuses del transporte público en Bogotá, Buenos Aires, Ciudad de México, Santiago y São Paulo*. [www.cepal.org/apps](http://www.cepal.org/apps)
- MARN. (2018). *Tercera Comunicación de Cambio Climático El Salvador*. <https://www.undp.org/es/el-salvador/publications/tercera-comunicaci%C3%B3n-de-cambio-clim%C3%A1tico-el-salvador>
- Martínez Salgado, H., & Castellanos, S. (2019). *Etiqueta y norma de eficiencia para vehículos livianos: Beneficios, barreras y estudios de caso: una herramienta para su implementación en países latinoamericanos*. <https://publications.iadb.org/es/etiqueta-y-norma-de-eficiencia-para-vehiculos-livianos-beneficios-barreras-y-estudios-de-caso-una>
- MassTransit. (2022, May 26). *San Antonio unveils full transit and bikeshare integration in Transit App*. <https://www.masstransitmag.com/technology/passenger-info/mobile-applications/press-release/21269160/transit-san-antonio-unveils-full-transit-and-bikeshare-integration-in-transit-app>



- Matiz, J. P., Landaverde, O., Granada, I., & Martínez Rivas, M. (2022). *Infraestructura regional para el desarrollo económico y logístico de Centroamérica y República Dominicana*.
- Mcquaid, S., Kooijman, E., Rizzi, D., Andersson, T., & Schanté, J. (2022). *The Vital Role of Nature-Based Solutions in a Nature Positive Economy*.
- MEM. (2022). *Guatemala se encamina para el uso de combustibles renovables*. <https://mem.gob.gt/blog/guatemala-se-encamina-para-el-uso-de-combustibles-renovables/#:~:text=En%20Guatemala%2C%20con%20una%20pol%C3%ADtica,inform%C3%B3el%20Ministro%20Pimentel%20Mata>
- MIEM. (2023). *Subite - Programa de incorporación de vehículos eléctricos*. <https://www.gub.uy/tramites/subite-programa-incorporacion-vehiculos-electricos>
- Miller, J., & Braun, C. (2020). *Análisis costo-beneficio de las normas Euro VI sobre emisiones en vehículos pesados en Argentina*. <https://theicct.org/publication/analisis-costo-beneficio-de-las-normas-euro-vi-sobre-emisiones-en-vehiculos-pesados-en-argentina/>
- Miller, J., & Jin, L. (2019). *Global progress toward soot-free diesel vehicles in 2019*. [https://theicct.org/sites/default/files/publications/Global\\_progress\\_sootfree\\_diesel\\_2019\\_20190920.pdf](https://theicct.org/sites/default/files/publications/Global_progress_sootfree_diesel_2019_20190920.pdf)
- Ministère de la Transition écologique et solidaire, & Gouvernement français. (2020). *Stratégie française pour l'Énergie et le Climat - Programmation pluriannuelle de l'Énergie 2019-2023 / 2024-2028*. <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/20200422%20Programmation%20pluriannuelle%20de%20l%27e%CC%81nergie.pdf>
- Ministère de l'Économie, des F. et de la S. industrielle et numérique. (2023, February 9). *Achat d'un véhicule : comment fonctionne le bonus écologique ?*
- Ministerio de Ambiente, Gobierno de Colombia, WWF, & IDEAM. (2021). *Inventario de emisiones de Gases de Efecto Invernadero - Valle de Aburrá*. <https://www.metropol.gov.co/ambiental/calidad-del-aire/Biblioteca-aire/Estudios-calidad-del-aire/Inventario-GEI-2016-2019-WWF.pdf>
- Ministerio de Ambiente, & Ministerio de Transporte. (2017). *PLAN DE GESTIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO PARA LOS PUERTOS MARÍTIMOS DE COLOMBIA*. Documento de Trabajo.
- Ministerio de Ambiente República Oriental del Uruguay. (2021). *Estrategia climática de largo plazo de Uruguay*.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019a). *Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica, Colombia*. <https://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/ENME.pdf>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019b). *Ley 1964 de 2019*.
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2013). *Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria Ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero*.
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2020). *Decreto 628*.
- Ministerio de Energía. (2021a). *Estrategia Nacional de Electromovilidad*.
- Ministerio de Energía. (2021b). *Ley 21305 sobre eficiencia energética*.
- Ministerio de Energía, & Gobierno de Chile. (2020). *Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde*. [https://energia.gob.cl/sites/default/files/estrategia\\_nacional\\_de\\_hidrogeno\\_verde\\_-\\_chile.pdf](https://energia.gob.cl/sites/default/files/estrategia_nacional_de_hidrogeno_verde_-_chile.pdf)



- Ministerio de Energía, & Gobierno de Chile. (2021). *Plan Nacional de Eficiencia Energética 2022-2026*. [https://energia.gob.cl/sites/default/files/eficiencia-energetica\\_16-nov.pdf](https://energia.gob.cl/sites/default/files/eficiencia-energetica_16-nov.pdf)
- Ministerio de Hacienda. (2014). *Ley 20.780. Reforma tributaria que modifica el sistema de tributación de la renta e introduce diversos ajustes en el sistema tributario*. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1067194>
- Ministerio de Transporte. (2014). *Plan Vías-CC: vías compatibles con el clima. Plan de Adaptación de la Red Vial Primaria de Colombia*.
- Ministry of Heavy Industries. (2021). *Rs.756.66 Crore allocated and Rs.53.27 Crore Utilized till June 2021 under FAME Scheme*. <https://pib.gov.in/PressReleasePage.aspx?PRID=1741569>
- Ministry of Heavy Industries. (2022). *Year-End- Review of Ministry of Heavy Industries - 2022*. <https://pib.gov.in/PressReleaselframePage.aspx?PRID=1887129>
- Ministry of Transport. (2021). *Electric Vehicles Programme. Road user charges exemption for light electric vehicles extended until 31 March 2024*. <https://www.transport.govt.nz/area-of-interest/environment-and-climate-change/electric-vehicles-programme/>
- MITECO, & Gobierno de España. (2020). *Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo 2050*. [https://unfccc.int/sites/default/files/resource/LTS1\\_Spain\\_0.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/LTS1_Spain_0.pdf)
- MITECO, & Gobierno de España. (2023). *Sistema Español de Inventario de Emisiones*. <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei/informe-interactivo-inventario-nacional-emisiones.aspx>
- Mitigation Action Facility. (2023). *Projects*. <https://mitigation-action.org/projects/>
- MITMA, & Gobierno de España. (2021). *Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible, Conectada 2030*. [https://cdn.mitma.gob.es/portal-web-drupal/esmovilidad/ejes/211223\\_es.movilidad\\_accesibilidad\\_BAJA\\_vf.pdf](https://cdn.mitma.gob.es/portal-web-drupal/esmovilidad/ejes/211223_es.movilidad_accesibilidad_BAJA_vf.pdf)
- Monioudi, I. Asariotis, R., Becker, A., Bhat, C., Dowding-Gooden, D., Esteban, M., Feyen, L., Mentaschi, L., Nikolaou, A., Nurse, L., Phillips, W., Smith, D., Satoh, M., Trotz, U. O., Velegrakis, A. F., Voukouvalas, E., Vousdoukas, M. I., & Witkop, R. (2018). Climate change impacts on critical international transportation assets of Caribbean Small Island Developing States (SIDS): the case of Jamaica and Saint Lucia. *Regional Environmental Change*, 18(8), 2211-2225. <https://doi.org/10.1007/s10113-018-1360-4>
- MOVE. (2022). *Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica de Honduras*.
- MOVES. (2022). *Hacia la movilidad eficiente y sostenible en Uruguay*.
- Mundo Marítimo. (2023, June 14). *DP World Chile renueva certificación de 100% de energía renovable, la primera para un operador portuario de Sudamérica*.
- Mycoo, M. A. (2017). *Beyond 1.5 °C: vulnerabilities and adaptation strategies for Caribbean Small Island Developing States*. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10113-017-1248-8.pdf>
- NAP Global Network. (2016). *Fifteen years of climate change adaptation planning: What have we learned so far?* <https://napglobalnetwork.org/2016/08/fifteen-years-climate-change-adaptation-planning-learned-far/>
- NASA. (2021). *NASA Earth Exchange Global Daily Downscaled Projections (NEX-GDDP-CMIP6)*. <https://ds.nccs.nasa.gov/thredds/catalog/AMES/NEX/GDDP-CMIP6/catalog.html>



- National Asphalt Pavement Association. (2022). *Sustainability Resources - Recycling*. <https://www.asphaltpavement.org/expertise/sustainability/sustainability-resources/recycling>
- National Geospatial Intelligence Agency. (2019). *World Port Index*. <https://msi.nga.mil/Publications/WPI>
- National Highways. (2020). *Strategic business plan 2020-2025*. <https://nationalhighways.co.uk/media/3i5c454q/strategic-business-plan-2020-25.pdf>
- National Highways. (2021). *Net zero highways: our 2030 / 2040 / 2050 plan*. <https://nationalhighways.co.uk/media/eispcjem/net-zero-highways-our-2030-2040-2050-plan.pdf>
- National Highways. (2022). *Preparing for climate change on the strategic road network - Third adaptation report under the Climate Change Act*. <https://nationalhighways.co.uk/media/z1ndodqx/preparing-for-climate-change-on-the-strategic-road-network.pdf>
- Navas, C., Camós, G., Mix Vidal, R., Concha Rivera, J., & Madrigal Martínez, M. (2020). *A pesar de la pandemia, Santiago y Bogotá impulsan la modernización de sus sistemas*. <https://blogs.iadb.org/transporte/es/a-pegar-de-la-pandemia-santiago-y-bogota-impulsan-la-modernizacion-de-sus-sistemas/>
- NDC Partnership. (2023). *Using NDCs, NAPs and the SDGs to Advance Climate-Resilient Development*. <https://ndcpartnership.org/using-ndcs-naps-and-sdgs-advance-climate-resilient-development>
- Nemry, F., & Demirel, H. (2012). *Impacts of Climate Change on transport: a focus on road and rail transport infrastructures*. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC72217>
- Network by WSP. (2023). *CLIMATE CHANGE ADAPTION FOR AIRPORTS*. <http://network.wsp-pb.com/article/climate-change-adaption-for-airports>
- New Climate Institute, & Climate Analytics. (2020). *Climate Action Tracker. Decarbonising the Indian Transport sector*.
- Newcomb, D., Epps, J., & Zhou, F. (2016). *Use of RAP & RAS in High Binder Replacement Asphalt Mixtures: A Synthesis*. Lanham, Maryland: National Asphalt Pavement Association. .
- Nijland, H., & van Meerkerk, J. (2017). Mobility and environmental impacts of car sharing in the Netherlands. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 23, 84-91. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2017.02.001>
- Nordh, H., & Olafsson, A. S. (2021). Plans for urban green infrastructure in Scandinavia. *Journal of Environmental Planning and Management*.
- Nottingham City Council. (2022). *A decade of inspiring growth in our city. Nottingham's Workplace Parking Levy 10 Year Impact Report*. <https://www.transportnottingham.com/wp-content/uploads/2022/10/WPL-10-Year-Impact-Report-Digital-Nov-22.pdf>
- NRCan. (2023). *SmartDriver training series*. <https://natural-resources.canada.ca/energy-efficiency/transportation-alternative-fuels/greening-freight-programs/smartdriver-training-series/21048>
- OACI. (2016). *Global Air Navigation Plan (GANP) 2016-2030*. <https://www.icao.int/airnavigation/documents/ganp-2016-interactive.pdf>
- OACI. (2018). *Climate Adaptation Synthesis*. [https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/Climate%20Adaptation%20Synthesis%20with%20Cover\\_20200221.pdf#search=20200221](https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/Climate%20Adaptation%20Synthesis%20with%20Cover_20200221.pdf#search=20200221)
- OACI. (2022a). *Climate Change: Climate Risk Assessment, Adaptation and Resilience. Key*



- steps in Aviation Organisation Climate Change Risk Assessment and Adaptation Planning.* [https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/Climate%20Risk%20Assessment%20and%20Adaptation%20Report\\_Key%20Steps%20Risk%20Assessment\\_final.pdf](https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/Climate%20Risk%20Assessment%20and%20Adaptation%20Report_Key%20Steps%20Risk%20Assessment_final.pdf)
- OACI. (2022b). *Guidance on potential policies and coordinated approaches for the deployment of SAF.* <https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/SAF/Guidance%20on%20SAF%20policies%20-%20Version%201.pdf>
- OACI. (2022c). *Innovation for a Green Transition, 2022 Environmental Report.* <https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/EnvironmentalReports/2022/ICAO%20ENV%20Report%202022%20F4.pdf>
- OACI, & Fleming, G., de L. I., S. R. (2022). *Environmental Trends in Aviation to 2050. Aviation & Environmental Outlook, Chapter One.* [https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/EnvironmentalReports/2022/ENVReport2022\\_Art7.pdf](https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/EnvironmentalReports/2022/ENVReport2022_Art7.pdf)
- OAG. (2019). *Flight Seats Data.* <https://www.oag.com/flight-data-seats>
- O'connell, A., Pavlenko, N., Bieker, G., & Searle, S. (2023). *A COMPARISON OF THE LIFE-CYCLE GREENHOUSE GAS EMISSIONS OF EUROPEAN HEAVY-DUTY VEHICLES AND FUELS.* <https://theicct.org/publication/lca-ghg-emissions-hdv-fuels-europe-feb23/>
- OECD. (2014). *Boosting Resilience through Innovative Risk Governance.* [https://www.oecd-ilibrary.org/governance/boosting-resilience-through-innovative-risk-management\\_9789264209114-en](https://www.oecd-ilibrary.org/governance/boosting-resilience-through-innovative-risk-management_9789264209114-en)
- OECD. (2021). *Building Resilience - New Strategies for Strengthening Infrastructure Resilience and Maintenance.* .
- OECD Forum Network, & Sridhar, L. (2023). *How satellites and AI enhance emissions intelligence for more-effective climate action.* [https://www.oecd-forum.org/posts/how-satellites-and-ai-enhance-emissions-intelligence-for-more-effective-climate-action?channel\\_id=environment](https://www.oecd-forum.org/posts/how-satellites-and-ai-enhance-emissions-intelligence-for-more-effective-climate-action?channel_id=environment)
- OICA. (2023). *World Vehicles in use.* <https://www.oica.net/category/vehicles-in-use/>
- Olaya González, J. C., Suardí Gómez, A., Lefevre, B., & Rodríguez Porcel, M. (2022). *Transporte resiliente al cambio climático: ¿cómo priorizar la inversión?: caso de República Dominicana.* <https://doi.org/10.18235/0004576>
- OMS. (2018). *Global status report on road safety 2018.* <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565684>
- OMS. (2019). *Estado de la seguridad vial en la Región de las Américas.*
- OpenStreetMap contributors. (2023). *Copyrighted OpenStreetMap Data.* <https://www.openstreetmap.org/copyright/en>
- Oppla. (2023). *Ljubljana: Nature-based Solutions (NBS) for Urban Regeneration and Wellbeing.* <https://oppla.eu/ljubljana-nature-based-solutions-nbs-urban-regeneration-and-wellbeing>
- OPS. (2019). *Estado de la seguridad vial en la región de las Américas.*
- OPS. (2023). *Calidad del aire.*
- Organización Meteorológica Mundial. (2018). *Statement on the State of the Global Climate.* <https://library.wmo.int/records/item/56119-wmo-statement-on-the-state-of-the-global-climate-in-2017?offset=2>



- Oviedo, D., Sabogal-Cardona, O., & Scholl, L. (2022). *Ready to ride: security and transit-related determinants of ride-hailing adoption in Latin America*. <https://publications.iadb.org/en/ready-ride-security-and-transit-related-determinants-ride-hailing-adoption-latin-america>
- Oxford Economics. (2018). *Economic Benefits of Air Transport in Belize*.
- Petkovic, G., Lundgren Kristensen, L., & Kristoffer Dolva, B. (2019). *Norwegian Roads and Climate Change - An adaptation framework*. . <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/fokusomrader/miljo-og-omgivelser/klima/norwegian-roads-and-climate-change-an-adaptation-framework.pdf>
- PIANC. (2023). *EnviCom WG 178: Climate Change Adaptation Planning for Ports and Inland Waterways (2020)*. <https://www.pianc.org/publication/climate-change-adaptation-planning-for-ports-and-inland-waterways-2/>
- PIARC. (2015). *International Climate change Adaptation Framework for Road Infrastructure*. <https://www.piarc.org/en/order-library/23517-en-International%20climate%20change%20adaptation%20framework%20for%20road%20infrastructure>
- PIARC. (2019a). *Adaptation Methodologies and Strategies to Increase the Resilience of Roads to Climate Change*. <https://www.piarc.org/en/order-library/31335-en-Adaptation%20Methodologies%20and%20Strategies%20to%20Increase%20the%20Resilience%20of%20Roads%20to%20Climate%20Change%20%E2%80%93%20Case%20Study%20Approach>
- PIARC. (2019b). *Refinements of PIARC's International Climate Change Adaptation Framework for Road Infrastructure*. <https://www.piarc.org/en/order-library/31390-en-Refinement%20of%20PIARC%E2%80%99s%20International%20Climate%20Change%20Adaptation%20Framework%20for%20Road%20Infrastructure>
- PIARC. (2022). *Measures for increasing de adaptability of road bridges to climate change*. . <https://www.piarc.org/en/order-library/38687-en-Measures%20for%20Increasing%20the%20Adaptability%20of%20Road%20Bridges%20to%20Climate%20Change>
- Pike, E. (2010). *Congestion charging: challenges and opportunities*. *The International Council on Clean Transportation*. [https://theicct.org/sites/default/files/publications/congestion\\_apr10.pdf](https://theicct.org/sites/default/files/publications/congestion_apr10.pdf)
- Pineda, L., & Xie, Y. (2021). *Programas de eco-conducción (eco-driving) de camiones. Estado actual en América Latina y mejores prácticas internacionales*. <https://theicct.org/sites/default/files/publications/eco-driving-latam-ESP-jun2021.pdf>
- Plumer, B., & Popovich, N. (2021, October 25). *Yes, There Has Been Progress on Climate. No, It's Not Nearly Enough*. <https://www.nytimes.com/interactive/2021/10/25/climate/world-climate-pledges-cop26.html>
- PMR. (2019). *Implementing Country Participants*.
- PNUMA. (2020). *Used Vehicles and the Environment*.
- PNUMA. (2022). *Sistemas de transporte público de autobuses eléctricos en la región de América Latina y el Caribe*.
- Presidencia de la Nación. (2017). *Plan de Acción Nacional de Transporte y Cambio Climático*.
- Price, J. J., & Gómez-Lobo, A. (2022). *Impuesto verde a fuentes móviles en Chile Evaluación de impacto*.
- Pucher, J., & Buehler, R. (2008). Making cycling irresistible: Lessons from the Netherlands, Denmark and Germany. *Transport Reviews*, 28(4), 495-528. <https://doi.org/10.1080/01441640701806612>



- Puerto Valparaíso. (2014). *Reporte de Sostenibilidad 2013 Empresa Portuaria Valparaíso*. [https://www.puertovalparaiso.cl/epv/site/docs/20220330/20220330165854/reportesostenibilidad\\_2013.pdf](https://www.puertovalparaiso.cl/epv/site/docs/20220330/20220330165854/reportesostenibilidad_2013.pdf)
- Qiao, Y., Guo, Y., Stoner, A. M. K., & Santos, J. (2022). Impacts of future climate change on flexible road pavement economics: A life cycle costs analysis of 24 case studies across the United States. *Sustainable Cities and Society*, 80, 103773. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.103773>
- Rebel. (2022). *Caja de herramientas para resiliencia climática: las asociaciones público-privadas de transporte en Colombia*. <https://publications.iadb.org/es/caja-de-herramientas-pa-ra-resiliencia-climatica-las-asociaciones-publico-privadas-de-transporte-en>
- Reeves, S., Hewitt, A., & Pepler, A. (2020). *Published Project Report PPR960. Review and update of the asPECT carbon footprinting tool for asphalt road pavements*. TRL, *The Future of Transport*. <https://trl.co.uk/uploads/trl/documents/PPR960---Review-and-update-of-the-asPECT-carbon-footprinting-tool.pdf>
- REGATTA. (2023). *Oportunidades de Financiamiento*. <https://www.cambioclimatico-regatta.org/index.php/es/oportunidades-de-financiamiento>
- Rentschler, J., Kornejew, M., Hallegatte, S., Braese, J., & Obolensky, M. (2019). *Underutilized Potential - The Business Costs of Unreliable Infrastructure in Developing Countries*. <http://www.worldbank.org/>
- República Federativa Do Brasil. (2021). *IMPACTOS E RISCOS DA MUDANÇA DO CLIMA NOS PORTOS PÚBLICOS COSTEIROS BRASILEIROS*.
- Rivas, M. E., Solis, B., & Serebriski, T. (2023). *Medidas de adaptación al Cambio Climático. Sector Transporte en América Latina y el Caribe*.
- Rivas, M. E., Suárez-Alemán, A., & Serebrisky, T. (2019). *Hechos estilizados de transporte urbano en América Latina y el Caribe*. <https://publications.iadb.org/es/hechos-estilizados-de-transporte-urbano-en-america-latina-y-el-caribe>
- Roberto, R., Zini, A., Felici, B., Rao, M., & Noussan, M. (2023). Potential Benefits of Remote Working on Urban Mobility and Related Environmental Impacts: Results from a Case Study in Italy. *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(1). <https://doi.org/10.3390/app13010607>
- Rode, P., Heeckt, C., & da Cruz, N. F. (2019). *National Transport Policy and Cities: Key policy interventions to drive compact and connected urban growth*. *Coalition for Urban Transitions*. [https://newclimateeconomy.report/workingpapers/wp-content/uploads/sites/5/2019/03/CUT2019\\_transport-paper\\_FINAL-FOR-WEB.pdf](https://newclimateeconomy.report/workingpapers/wp-content/uploads/sites/5/2019/03/CUT2019_transport-paper_FINAL-FOR-WEB.pdf)
- Rodríguez Hernández, C., & Peralta-Quiros, T. (2016). *Balancing financial sustainability and affordability in public transport The case of Bogotá, Colombia Income inequality, social inclusion and mobility*.
- Romieu, I., Centro Collaborator en Salud Ambiental (CENSA), Centro de Investigación en Salud Poblacional, & Instituto Nacional de Salud Pública. (2003). *Health Impacts of Air Pollution on Morbidity and Mortality Among Children of Ciudad Juárez, Chihuahua, Mexico*. <http://www.cec.org/files/documents/publications/2024-health-impacts-air-pollution-morbidity-and-mortality-among-children-ciudad-en.pdf>
- Runkel, M., Mahler, A., Beermann, A.-C., & Hittmeyer, A. (2018). *Fair & Low Carbon Vehicle Taxation in Europe. A comparison of CO2-based car taxation in EU-28, Norway and Switzerland*. [https://foes.de/pdf/2018-03\\_FOES\\_vehicle%20taxation.pdf](https://foes.de/pdf/2018-03_FOES_vehicle%20taxation.pdf)
- SACOG. (2020). *Sacramento Regional Transportation Climate Adaptation Plan*.
- Saka, F., Tamblay, S., & Gschwender, A. (2021). *ELECTROMOVILIDAD EN EL TRANSPORTE*



PÚBLICO: LA EXPERIENCIA DE SANTIAGO DE CHILE (Vol. 22).

- Schipper, L., Cordeiro, M., & Ng, W. S. (2007). Measuring the carbon dioxide impacts of urban transport projects in developing countries. *In Proceedings of the Transportation Research Board Conference*.
- Scholl, L., Fook, A., Barahona Rebolledo, J. D., Rivas, M. E., Montes, L., Montoya, V., Pedraza, L., Noboa, N., Sandoval, D., Lee, S., Rodríguez Porcel, M., Bocarejo, J. P., Vergel Tovar, E., Urrego, L. F., Moreno, J. P., Bertucci, J. P., Oviedo, D., Sabogal-Cardona, O., Serebrisky, T., & Mojica, C. (2022). *Transport for Inclusive Development: Defining a Path for Latin America and the Caribbean*. <https://publications.iadb.org/en/transport-inclusive-development-defining-path-latin-america-and-caribbean>
- Scholl, L., Guerrero, A., Quintanilla, O., Celse L'Hoste, M., & Sadeghi, P. (2015). *Comparative Case Studies of Three IDB-supported Urban Transport Projects*. <https://publications.iadb.org/en/comparative-case-studies-three-idb-supported-urban-transport-projects>
- Scholl, L., Schipper, L., & Kiang, N. (1996). CO2 emissions from passenger transport: A comparison of international trends from 1973 to 1992. *Energy Policy*, 24(1), 17-30. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0301421595001484>
- Schroten, A., Király, J., & Scholten, J. (2022). *Research for TRAN Committee – Pricing instruments on transport emissions, European Parliament, Policy Department for Structural and Cohesion Policies, Brussels*.
- Schuller, A., & Stuart, C. (2018). *From cradle to grave: e-mobility and the energy transition. Addendum for Italy, the United Kingdom, Spain and the European Union to “Le véhicule électrique dans la transition écologique en France”. Report commissioned by European Climate Foundation*. [https://europeanclimate.org/wp-content/uploads/2018/09/From-cradle-to-grave-e-mobility-and-the-energy-transition\\_IT\\_SP\\_UK\\_EU.pdf](https://europeanclimate.org/wp-content/uploads/2018/09/From-cradle-to-grave-e-mobility-and-the-energy-transition_IT_SP_UK_EU.pdf)
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público. (2022). *Programa de Financiamiento al Transporte Sostenible*. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/752987/Programa\\_financiamiento\\_transporte.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/752987/Programa_financiamiento_transporte.pdf)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2022). *Programa Transporte Limpio*. <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-transporte-limpio-190236>
- Secretaría Distrital de Movilidad. (2021). *GTFES Estático 2021-02-16*. <https://datos.movilidadbogota.gov.co/search?q=gtfes>
- Secretaría Distrital de Planeación. (2016). *Estratificación Manzana Bogotá D.C.* <https://datosabiertos.bogota.gov.co/dataset/estratificacion-para-bogota>
- Secretaría Distrital de Planeación. (2022). *Amenaza por encharcamiento. POT Bogotá D.C.* <https://datosabiertos.bogota.gov.co/dataset/amenaza-por-encharcamiento-bogota-d-c>
- Selmoune, A., Cheng, Q., Wang, L., & Liu, Z. (2020). Influencing factors in congestion pricing acceptability: a literature review. *Journal of Advanced Transportation*, 2020.
- Serebrisky, T., Brichetti, J. P., Blackman, A., & Moreira, M. M. (2020). *Infraestructura sostenible y digital para impulsar la recuperación económica post COVID-19 de América Latina y el Caribe: un camino hacia más empleo, integración y crecimiento*. [https://siip.produccion.gob.bo/noticias/files/BI\\_010920202c3aa\\_4infra.pdf](https://siip.produccion.gob.bo/noticias/files/BI_010920202c3aa_4infra.pdf)
- Setyawan, A., Kusdiantoro, I., & Syafi'i. (2015). The effect of pavement condition on vehicle speeds and motor vehicles emissions. *Procedia Engineering*, 125, 424-430. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.11.111>
- Shacat, J., Willis, J., & Ciavola, B. (2022). *GHG Emissions Inventory for Asphalt Mix Production in*



- The United States. Greenbelt, Maryland: National Asphalt Pavement Association.*
- Simpson, M., Scott, D., & Trotz, U. (2011). *Climate change's impact on the Caribbean's ability to sustain tourism, natural assets, and livelihoods.* . <https://publications.iadb.org/en/climate-changes-impact-caribbeans-ability-sustain-tourism-natural-assets-and-livelihoods>
- SLOCAT. (2021a). *Tracking Trends in a Time of Change: The Need for Radical Action Towards Sustainable Transport Decarbonisation, Transport and Climate Change. Global Status Report – 2nd edition.* <https://tcc-gsr.com/2nd-edition/>
- SLOCAT. (2021b). *Transport and Climate Change Global Status Report.* [https://tcc-gsr.com/wp-content/uploads/2021/06/Slocat-Global-Status-Report-2nd-edition\\_high-res.pdf](https://tcc-gsr.com/wp-content/uploads/2021/06/Slocat-Global-Status-Report-2nd-edition_high-res.pdf)
- SLOCAT. (2022a). *Climate Strategies for Transport: An Analysis of Nationally Determined Contributions and Long-Term Strategies.* <https://slocat.net/wp-content/uploads/2022/01/Climate-Strategies-for-Transport-An-Analysis-of-NDCs-and-LTS-SLOCAT-December-2021.pdf>
- SLOCAT. (2022b). *¿Hay coherencia entre las estrategias climáticas y las políticas de transporte? El caso de América Latina y el Caribe para los niveles nacional y subnacional.* <https://slocat.net/hay-coherencia-entre-las-estrategias-climaticas-y-las-politicas-de-transporte/>
- SLOCAT. (2023). *Transport Targets of Sustainable Development Goals.* <https://slocat.net/transport-targets-sustainable-development-goals/>
- Song, Y., Preston, J., & Ogilvie, D. (2017). New walking and cycling infrastructure and modal shift in the UK: A quasi-experimental panel study. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 95, 320–333. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.11.017>
- Stanaway, J. D., Afshin, A., Gakidou, E., Lim, S. S., Abate, D., Abate, K. H., Abbafati, C., Abbasi, N., Abbastabar, H., Abd-Allah, F., Abdela, J., Abdelalim, A., Abdollahpour, I., Abdulkader, R. S., Abebe, M., Abebe, Z., Abera, S. F., Abil, O. Z., Abraha, H. N., ... Murray, C. J. L. (2018). Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks for 195 countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet*, 392(10159), 1923–1994. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32225-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32225-6)
- Steinbacher, K., Goes, M., & Jörling, K. (2018). *Incentives for Electric Vehicles in Norway Fact Sheet. For Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU).* . <https://www.euki.de/wp-content/uploads/2018/09/fact-sheet-incentives-for-electric-vehicles-no.pdf>
- Strauss, B., & Kulp, S. (2018). *Sea-Level Rise Threats in the Caribbean Data, tools, and analysis for a more resilient future.*
- Tamakloe, R., Hong, J., & Tak, J. (2021). Determinants of transit-oriented development efficiency focusing on an integrated subway, bus and shared-bicycle system: Application of Simar-Wilson's two-stage approach. *Cities*, 108. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102988>
- TfL. (2022). *TfL trials innovative cooling solution designed to reduce temperatures on the Tube network.* <https://tfl.gov.uk/info-for/media/press-releases/2022/july/tfl-trials-innovative-cooling-solution-designed-to-reduce-temperatures-on-the-tube-network>
- TfL. (2023). *Climate Change Adaptation Plan 2023. Mayor for London.* <https://content.tfl.gov.uk/tfl-climate-change-adaptation-plan.pdf>
- Transmilenio S.A. (2023). *Incentivo tarifario del Sistema Transporte Masivo de Bogotá para la población SISBÉN.* <https://www.transmilenio.gov.co/publicaciones/149080/incentivo-tarifario-del-sistema-transporte-masivo-de-bogota-para-la-poblacion-sisben/>



- Transport Canada. (2021). *Projects funded by the Transportation Asset Risk Assessment Program*. <https://tc.canada.ca/en/programs/transportation-assets-risk-assessment-tara-program/projects-funded-transportation-asset-risk-assessment-program>
- Transport for London. (2016). *Action on Equality: TfL's Commitments to 2020*. <https://content.tfl.gov.uk/action-on-equality-tfls-commitments-to-2020.pdf>
- Transport Policy. (2023). *Peru: Heavy-duty: emissions*.
- Transport Scotland. (2020). *National Transport Strategy*. <https://www.transport.gov.scot/media/47052/national-transport-strategy.pdf>
- Transport Scotland. (2023). *Scottish Ultra-Low Emission Bus Scheme. Visitado Mayo 2023*. <https://www.transport.gov.scot/public-transport/buses/scottish-ultra-low-emission-bus-scheme/>
- Tun, T. H., Welle, B., Hidalgo, D., Albuquerque, C., Castellanos, S., Sclar, R., & Escalante, D. (2020). *Informal and semiformal services in Latin America: An overview of public transportation reforms*.
- UITP. (2021a). *How to build successful cities. Strengthening the integration between land-use and mobility planning*. [https://cms.uitp.org/wp/wp-content/uploads/2021/06/Policy-Brief\\_How-to-build-successful-cities.pdf](https://cms.uitp.org/wp/wp-content/uploads/2021/06/Policy-Brief_How-to-build-successful-cities.pdf)
- UITP. (2021b). *Transporte público gratuito: objetivos y alternativas*. <https://cms.uitp.org/wp/wp-content/uploads/2021/07/Policy-Brief-FullFreeFarePT-ESP.pdf>
- UK Government. (2021). *UK Hydrogen Strategy*. [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/1011283/UK-Hydrogen-Strategy\\_web.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1011283/UK-Hydrogen-Strategy_web.pdf)
- Umweltbundesamt, & Environment Agency Austria. (2022). *Austria's National Inventory Report 2022*. <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0811.pdf>
- UNCTAD. (2018). *Review of Maritime Transport 2018*.
- UNCTAD. (2020). *Climate Change Impacts and Adaptation for Coastal Transport Infrastructure: A Compilation of Policies and Practices*.
- UNCTAD. (2021). *UNCTAD Assessment of the Impact of the IMO Short-Term GHG Reduction Measure on States*. [https://unctad.org/system/files/official-document/dtltlb2021d2\\_en.pdf](https://unctad.org/system/files/official-document/dtltlb2021d2_en.pdf)
- UNCTAD. (2022a). *A Global Just Transition Climate and development goals in a world of extreme inequalities*. [https://unctad.org/system/files/official-document/gdsinf2022d4\\_en.pdf](https://unctad.org/system/files/official-document/gdsinf2022d4_en.pdf)
- UNCTAD. (2022b). *Policy Brief N.103*. [https://unctad.org/system/files/official-document/presspb2022d11\\_en.pdf](https://unctad.org/system/files/official-document/presspb2022d11_en.pdf)
- UNECE. (2020). *Climate Change Impacts and Adaptation for Transport Networks and Nodes*. [https://unece.org/sites/default/files/2021-01/ECE-TRANS-283e\\_web.pdf](https://unece.org/sites/default/files/2021-01/ECE-TRANS-283e_web.pdf)
- UNEP. (2018). *World Car-Free Day on 22 September a great opportunity to reduce air pollution*. <https://www.unep.org/news-and-stories/story/world-car-free-day-22-september-great-opportunity-reduce-air-pollution>
- UNESCAP. (2019). *Using Smart Transport Technologies to Mitigate Greenhouse Gas Emissions from the Transport Sector in Asia and the Pacific*.



- UNFCCC. (2022). *The Paris Agreement*. What Is the Paris Agreement? <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>
- UNFCCC. (2023). *UNFCCC Registry*. <https://unfccc.int/registry-portal>
- UNICEF. (2021). *The Climate Crisis is a Child Rights Crisis:: Introducing the Children's Climate Risk Index*. <https://www.unicef.org/media/105376/file/UNICEF-climate-crisis-child-rights-crisis.pdf>
- UNICEF. (2023). *News and stories*. 9 out of 10 Children in Latin America and the Caribbean Are Exposed to at Least Two Climate and Environmental Shocks. <https://www.unicef.org/lac/en/press-releases/children-latin-america-and-caribbean-are-exposed-climate-climate-environmental-shocks>
- Universidad de los Andes. (2022). *El bote escolar eléctrico que beneficiará a niños de Bahía Málaga*. <https://uniandes.edu.co/es/noticias/educacion/el-bote-escolar-electrico-que-beneficiara-a-ninos-de-bahia-malaga>
- UNOPS, UNEP, & University of Oxford. (2021). *Infrastructure for climate action*. [www.unops.org](http://www.unops.org)
- Urssaf. (2023). *Le versement mobilité et le versement mobilité additionnel*. <https://www.urssaf.fr/portail/home/employeur/calculer-les-cotisations/les-taux-de-cotisations/le-versement-mobilite-et-le-vers.html>
- U.S. Department of Transportation. (2022). *Strategic Plan FY 2022-2026*. [https://www.transportation.gov/sites/dot.gov/files/2022-04/US\\_DOT\\_FY2022-26\\_Strategic\\_Plan.pdf](https://www.transportation.gov/sites/dot.gov/files/2022-04/US_DOT_FY2022-26_Strategic_Plan.pdf)
- Van Houtven, G., Gallaher, M., Woollacott, J., & Decker, E. (2022). *Act Now or Pay Later: The Costs of Climate Inaction for Ports and Shipping*. *Environmental Defense Fund (EDF)*. <https://www.edf.org/sites/default/files/press-releases/RTI-EDF%20Act%20Now%20or%20Pay%20Later%20Climate%20Impact%20Shipping.pdf>
- Vassallo, J. M., & Bueno, P. C. (2019). *Transport challenges in Latin American cities: Lessons learnt from policy experiences*.
- Vassallo, J. M., & Garrido, L. (2023). *Transport funding and financing: a conceptual overview of theory and practice*. *Handbook on Transport Pricing and Financing* (pp. 273-294). Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781800375550.00022>
- Vélez, A. M. A., & Plepys, A. (2021). Car sharing as a strategy to address ghg emissions in the transport system: Evaluation of effects of car sharing in Amsterdam. *Sustainability (Switzerland)*, 13(4), 1-15. <https://doi.org/10.3390/su13042418>
- Vernimmen, R., & Hooijer, A. (2022). *Global Lowland Dataset V2 (GLL\_DTM\_v2)*. <https://zenodo.org/record/7228643#.ZFuoZ-zMJo7>
- Vernimmen, R., & Hooijer, A. (2023). New LiDAR Based Elevation Model Shows Greatest Increase in Global Coastal Exposure to Flooding to Be Caused by Early Stage Sea Level Rise. *Earth's Future*, 11(1). <https://doi.org/10.1029/2022EF002880>
- Victoria State Government. (2022). *Transport Climate Change Adaptation Action Plan 2022-2026*.
- Viscidi, L. (2021). *Electric Mobility in Central America*. <https://publications.iadb.org/en/electric-mobility-central-america>
- Wang, T., Xiao, F., Zhu, X., Huang, B., & Wang, J. (2018). *Energy consumption and environmental impact of rubberized asphalt*.
- Watson, C., Schalatek, L., & Évéquoz, A. (2023). *Climate Finance Regional Briefing*.
- WEF. (2014). *Seven ways cities around the world are tackling traffic*. <https://www.weforum.org>



- [org/agenda/2014/07/seven-ways-cities-around-world-tackling-traffic/](https://www.weforum.org/agenda/2014/07/seven-ways-cities-around-world-tackling-traffic/)
- WEF. (2021a). *Clean Skies for Tomorrow: Sustainable Aviation Fuels as a Pathway to Net-Zero Aviation*. <https://www.weforum.org/reports/clean-skies-for-tomorrow-sustainable-aviation-fuels-as-a-pathway-to-net-zero-aviation/>
- WEF. (2021b). *Road Freight Zero: Pathways to faster adoption of zero-emission trucks*. <https://www.weforum.org/reports/road-freight-zero-pathways-to-faster-adoption-of-zero-emission-trucks/>
- Welsh Government. (2018). *Statutory standards for sustainable drainage systems – designing, constructing, operating and maintaining surface water drainage systems*. <https://www.gov.wales/sites/default/files/publications/2019-06/statutory-national-standards-for-sustainable-drainage-systems.pdf>
- White House. (2022). *Opportunities for Accelerating Nature-Based Solutions: A Roadmap for Climate Progress, Thriving Nature, Equity, and Prosperity. Report to the National Climate Task Force. White House Council on Environmental Quality, White House Office of Science and Technology Policy, White House Domestic Climate Policy Office*. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/11/Nature-Based-Solutions-Roadmap.pdf>
- WMO. (2022). *Estado del clima en América Latina y el Caribe 2021*.
- World Economic Forum. (2021). *Guidelines for Sustainable Aviation Fuel Blending Mandate in Europe*.
- WRI. (2019). *Enhancing NDCs: Opportunities in Transport*. <https://www.wri.org/research/enhancing-ndcs-opportunities-transport>
- Wu, L., Gu, W., Fan, W., & Cassidy, M. J. (2020). Optimal design of transit networks fed by shared bikes. *Transportation Research Part B: Methodological*, 131, 63–83. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2019.11.003>
- Xie, Y., & Delgado, O. (2022). *Decarbonizing Bus Fleets: How Subnational Targets Can Aid in Phasing Out Combustion Engines*. <https://theicct.org/bus-fleets-targets-jan22/>
- Yañez-Pagans, P., Martínez, D., Mitnik, O. A., Scholl, L., & Vazquez, A. (2019). Urban transport systems in Latin America and the Caribbean: lessons and challenges. *Latin American Economic Review*, 28(15). <https://latinaer.springeropen.com/articles/10.1186/s40503-019-0079-z>
- Yesudian, A. N., & Dawson, R. J. (2021). Global analysis of sea level rise risk to airports. *Climate Risk Management*, 31. <https://doi.org/10.1016/J.CRM.2020.100266>
- ZEV Transition Council. (2021). *Decarbonizing road transport by 2050: Zero-emission pathways for passenger vehicles*. <https://theicct.org/publication/decarbonizing-road-transport-by-2050-zero-emission-pathways-for-passenger-vehicles/>
- Zhang, X., Li, H. Y., Deng, Z. D., Ringler, C., Gao, Y., Hejazi, M. I., & Leung, L. R. (2018). Impacts of climate change, policy and Water-Energy-Food nexus on hydropower development. In *Renewable Energy* (Vol. 116, pp. 827–834). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.10.030>



## **Anexo:** Perfil de transporte y cambio climático de los países de ALC

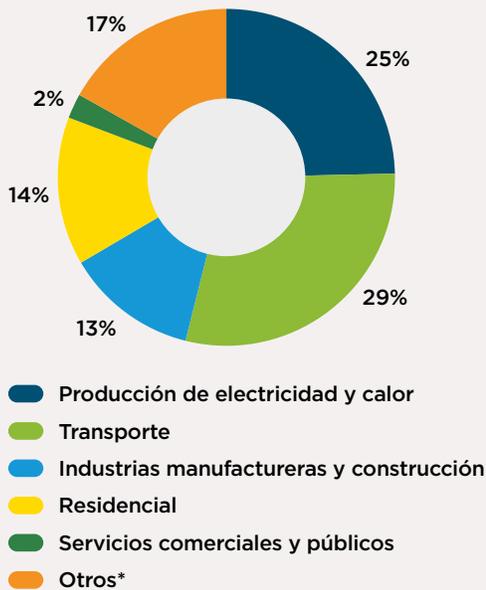


# Argentina

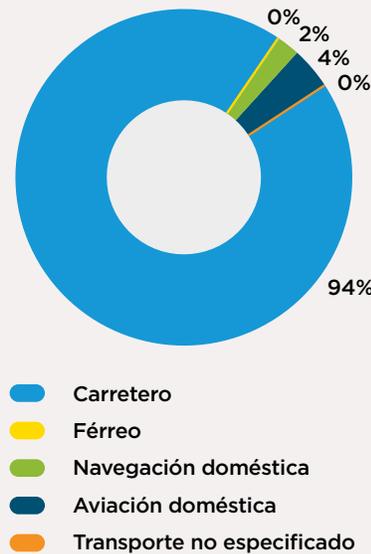
## 1.

### Emisiones de CO2 derivadas de la quema de combustible (2019)

#### A. Emisiones por sector



#### B. Emisiones por modo de transporte



Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>

Fuente: IEA (2023), "Detailed CO2 estimates", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/data-00429-en>

\*Nota: Según INGEI (2018) el sector transporte emitió un total de 50,22 Toneladas de CO2, que corresponde al 13,9%

## 2.

### Sector transporte priorizado en la NDC

SÍ     NO

#### Medidas de mitigación propuestas en la NDC

**CAMBIAR**

Medidas orientadas a cambiar el modo de viaje

1. Urbano de pasajeros: desarrollo de movilidad sostenible y baja en emisiones. Etiquetado de eficiencia energética de vehículos, promoción de buses con energías alternativas, promoción de vehículos livianos con tecnologías de bajas emisiones, renovación de la flota de buses (Euro 3 a Euro 5) y promoción de la movilidad activa.
2. Jerarquización del ferrocarril (cargas). Reducción de emisiones del transporte de cargas a través del diseño de un Plan de Inversión Ferroviaria de Cargas y transporte ferroviario sostenible.



# Argentina



## MEJORAR

Medidas orientadas a mejorar la eficiencia de los sistemas de transporte

1. Mejorar de la eficiencia en el Transporte Carretero de Cargas (TCC). Bi-trenes y escalados, Programa Transporte Inteligente (que incluye la capacitación de conductores), renovación de flota con chatarrización de camiones (Plan Vial Nacional para 2025 velocidad máxima limitada para camiones).
2. Cargas: transporte Fluvial sostenible. Renovación de la flota fluvial con energías alternativas.

### 3.

#### Coherencia entre medidas de la NDC con planes y políticas

##### Políticas/Medidas Nacionales

- El Plan Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático al 2030

##### Políticas/Medidas Sub-Nacionales

- Plan de Acción Climática (Ciudad de Buenos Aires / Rosario / Mendoza)

### 4.

#### Adopción de mecanismos de CMNUCC

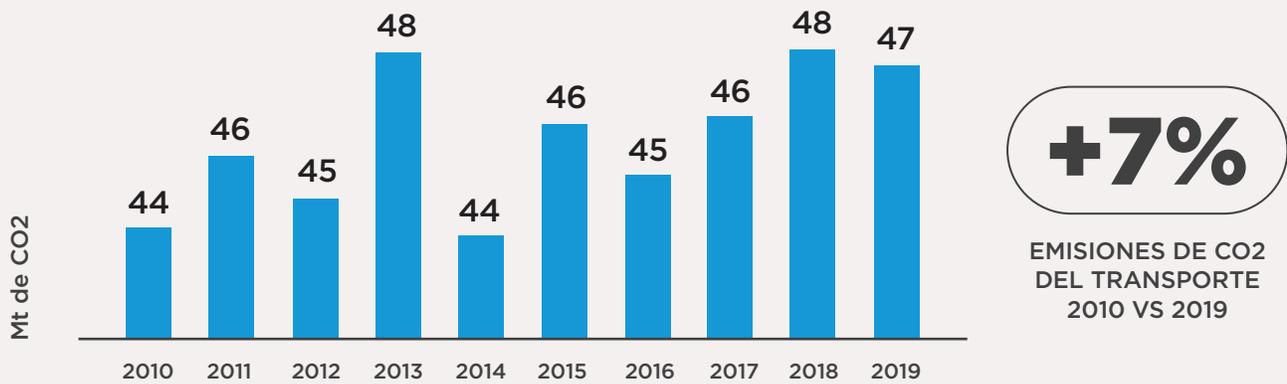
Plan nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAP)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación presentadas a la CMNUCC (NAMA)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Estrategia a largo plazo presentada a la CMNUCC (LT-LEDS)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Programa de acción nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAPA)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Contribución Determinada a Nivel Nacional presentada a la CMNUCC (NDC)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Transporte priorizado en la NDC	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Objetivos de mitigación del transporte en la NDC	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO



# Argentina



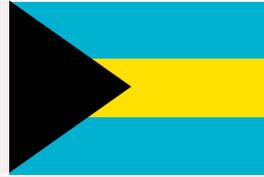
- Evolución de las emisiones de CO2 del sector transporte (2010-2019)



Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>



# Bahamas



## 1.

### Emisiones de CO2 derivadas de la quema de combustible (2019)

#### Dato No Disponible en IEA\*

\* Bahamas tiene datos sobre emisiones disponibles en:  
<https://ourworldindata.org/co2/country/bahamas>

## 2.

### Sector transporte priorizado en la NDC

SÍ  NO

#### • Medidas de mitigación propuestas en la NDC

##### CAMBIAR

Medidas orientadas a cambiar el modo de viaje

1. Fomento del uso del transporte público.

##### MEJORAR

Medidas orientadas a mejorar la eficiencia de los sistemas de transporte

1. Fomento de la electrificación del transporte por carretera.  
2. Mejora de los incentivos para la compra de vehículos eléctricos.  
3. Evaluación de los vehículos del Gobierno y programa de sustitución de los vehículos adecuados por vehículos eléctricos.  
4. Introducción de vehículos eléctricos en la flota del Gobierno.  
5. Instalación de estaciones de carga para vehículos eléctrico.

## 3.

### Coherencia entre medidas de la NDC con planes y políticas

#### Políticas/Medidas Nacionales

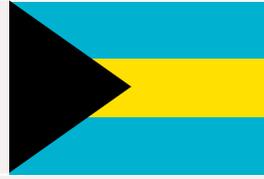
- Política Nacional de Energía 2013 -2033.
- Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático.
- Política Nacional Marítima.
- Plan de Protección Marina.
- Plan de Desarrollo Nacional 2040.

#### Políticas/Medidas Sub-Nacionales

N/D



# Bahamas



## 4. Adopción de mecanismos de CMNUCC

Plan nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAP)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación presentadas a la CMNUCC (NAMA)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Estrategia a largo plazo presentada a la CMNUCC (LT-LEDS)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Programa de acción nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAPA)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Contribución Determinada a Nivel Nacional presentada a la CMNUCC (NDC)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Transporte priorizado en la NDC	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Objetivos de mitigación del transporte en la NDC	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO



# Barbados

## 1.

### Emisiones de CO2 derivadas de la quema de combustible (2019)

**Dato No Disponible en IEA**

## 2.

### Sector transporte priorizado en la NDC

SÍ  NO

#### • Medidas de mitigación propuestas en la NDC

##### CAMBIAR

Medidas orientadas a cambiar el modo de viaje

1. A partir de abril de 2021, la política de compras del gobierno es priorizar la compra de eléctricos o híbridos de vehículos.
2. La intención de la Junta de Transporte de Barbados es operar una flota totalmente electrificada para 2030.

##### MEJORAR

Medidas orientadas a mejorar la eficiencia de los sistemas de transporte

N/D

## 3.

### Coherencia entre medidas de la NDC con planes y políticas

#### Políticas/Medidas Nacionales

- Política Energética Nacional de Barbados 2019 - 2030.
- Política Nacional de Cambio Climático de Barbados.

#### Políticas/Medidas Sub-Nacionales

- Un Plan de Movilidad Urbana Sostenible para el Área Metropolitana de *Bridgetown* y el Corredor Urbano.
- Renovación urbana en el corredor de *Pile Bay* a *Harts Gap*, *Bridgetown Market*, *Fishing Harbor*, y *Greater Carlisle Bay*.



# Barbados

## 4.

### Adopción de mecanismos de CMNUCC

Plan nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAP)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación presentadas a la CMNUCC (NAMA)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Estrategia a largo plazo presentada a la CMNUCC (LT-LEDS)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Programa de acción nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAPA)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Contribución Determinada a Nivel Nacional presentada a la CMNUCC (NDC)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Transporte priorizado en la NDC	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Objetivos de mitigación del transporte en la NDC	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO



# Belice



## 1.

### Emisiones de CO2 derivadas de la quema de combustible (2019)

**Dato No Disponible en IEA**

## 2.

### Sector transporte priorizado en la NDC

**SÍ**     **NO**    Evitar 117 KtCO<sub>2</sub>e/año del sector del transporte para 2030

#### • Medidas de mitigación propuestas en la NDC

<b>CAMBIAR</b>	Medidas orientadas a cambiar el modo de viaje	N/D
<b>MEJORAR</b>	Medidas orientadas a mejorar la eficiencia de los sistemas de transporte	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mejorar la eficiencia en el sistema de transporte público a través del despliegue de 77 buses híbridos y eléctricos para 2030.</li> <li>2. Implementar un marco de políticas para promover vehículos más eficientes y combustibles/mezclas alternativas a través de la incorporación de etiquetas de economía de combustible; pruebas de emisiones; estándares de economía de combustible, limitaciones e impuestos/reembolsos basados en emisiones para vehículos importados para 2025.</li> <li>3. Facilitar la electromovilidad de los pasajeros.</li> </ol>

## 3.

### Coherencia entre medidas de la NDC con planes y políticas

#### Políticas/Medidas Nacionales

- Política, estrategia y plan de acción nacional sobre el cambio climático.
- Proyecto Piloto E- Movilidad.
- Plan Maestro de Transporte Nacional Integral de Belice.

#### Políticas/Medidas Sub-Nacionales

N/D



# Belice



## 4.

### Adopción de mecanismos de CMNUCC

Plan nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAP)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación presentadas a la CMNUCC (NAMA)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Estrategia a largo plazo presentada a la CMNUCC (LT-LEDS)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Programa de acción nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAPA)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Contribución Determinada a Nivel Nacional presentada a la CMNUCC (NDC)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Transporte priorizado en la NDC	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Objetivos de mitigación del transporte en la NDC	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO



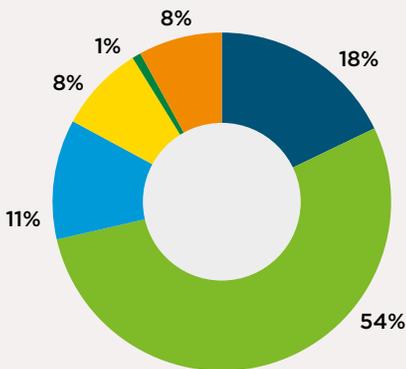
# Bolivia



## 1.

### Emisiones de CO2 derivadas de la quema de combustible (2019)

#### A. Emisiones por sector

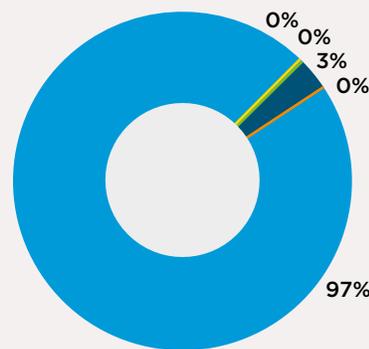


- Producción de electricidad y calor
- Transporte
- Industrias manufactureras y construcción
- Residencial
- Servicios comerciales y públicos
- Otros\*

Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>

\*Nota: Según Balance Energético Nacional (2020) el sector transporte emitió un total de 5.265,49 Gg de CO2.

#### B. Emisiones por modo de transporte



- Carretero
- Férreo
- Navegación doméstica
- Aviación doméstica
- Transporte no especificado

Fuente: IEA (2023), "Detailed CO2 estimates", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/data-00429-en>

## 2.

### Sector transporte priorizado en la NDC

SÍ     NO

#### • Medidas de mitigación propuestas en la NDC

<b>CAMBIAR</b>	Medidas orientadas a cambiar el modo de viaje	N/D
<b>MEJORAR</b>	Medidas orientadas a mejorar la eficiencia de los sistemas de transporte	<ol style="list-style-type: none"> <li>Crecimiento anual del 10% de participación de vehículos eléctricos en el parque automotor del transporte público al 2030.</li> </ol>



# Bolivia



## 3.

### Coherencia entre medidas de la NDC con planes y políticas

#### Políticas/Medidas Nacionales

- Estrategia de movilidad eléctrica.
- Plan de Acción de Bolivia para la Reducción de Emisiones en el sector de la aviación civil.

#### Políticas/Medidas Sub-Nacionales

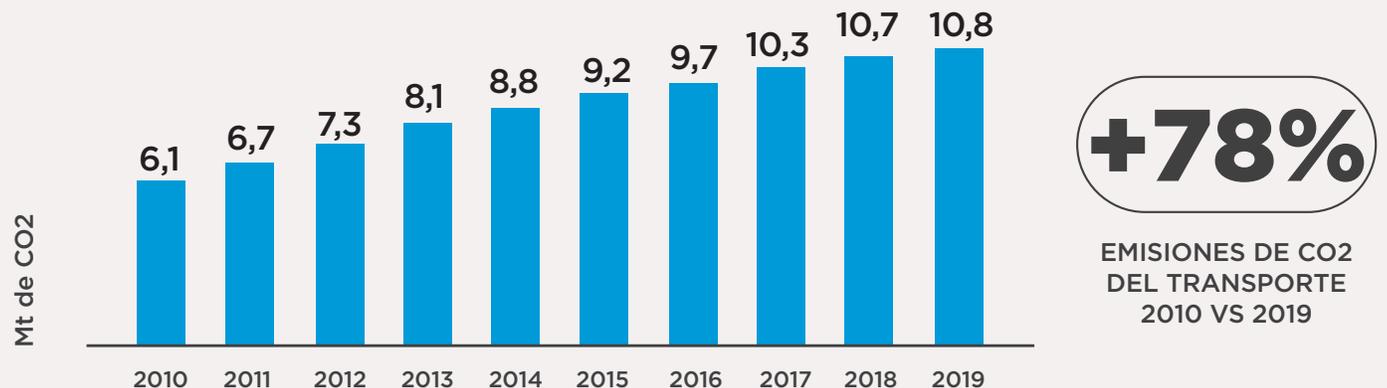
N/D

## 4.

### Adopción de mecanismos de CMNUCC

Plan nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAP)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación presentadas a la CMNUCC (NAMA)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Estrategia a largo plazo presentada a la CMNUCC (LT-LEDS)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Programa de acción nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAPA)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Contribución Determinada a Nivel Nacional presentada a la CMNUCC (NDC)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Transporte priorizado en la NDC	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Objetivos de mitigación del transporte en la NDC	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO

#### • Evolución de las emisiones de CO2 del sector transporte (2010-2019)



Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>



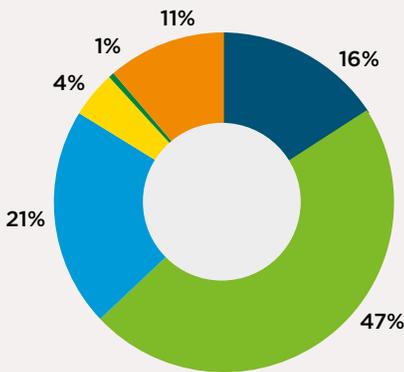
# Brasil



## 1.

### Emisiones de CO2 derivadas de la quema de combustible (2019)

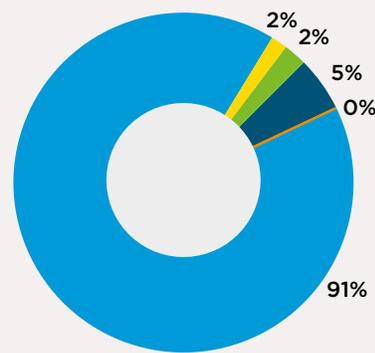
#### A. Emisiones por sector



- Producción de electricidad y calor
- Transporte
- Industrias manufactureras y construcción
- Residencial
- Servicios comerciales y públicos
- Otros\*

Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>

#### B. Emisiones por modo de transporte



- Carretero
- Férreo
- Navegación doméstica
- Aviación doméstica
- Transporte no especificado

Fuente: IEA (2023), "Detailed CO2 estimates", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/data-00429-en>

## 2.

### Sector transporte priorizado en la NDC

SÍ  NO

#### • Medidas de mitigación propuestas en la NDC

<b>CAMBIAR</b>	Medidas orientadas a cambiar el modo de viaje	N/D
<b>MEJORAR</b>	Medidas orientadas a mejorar la eficiencia de los sistemas de transporte	N/D



# Brasil



## 3.

### Coherencia entre medidas de la NDC con planes y políticas

#### Políticas/Medidas Nacionales

- Plan Nacional de Movilidad Urbana.
- Política de incentivos fiscales para el desarrollo de la movilidad e investigación eléctrica.
- Política Energética de transporte para 2030.
- RenovaBio.
- Política Nacional de Cambio Climático.

#### Políticas/Medidas Sub-Nacionales

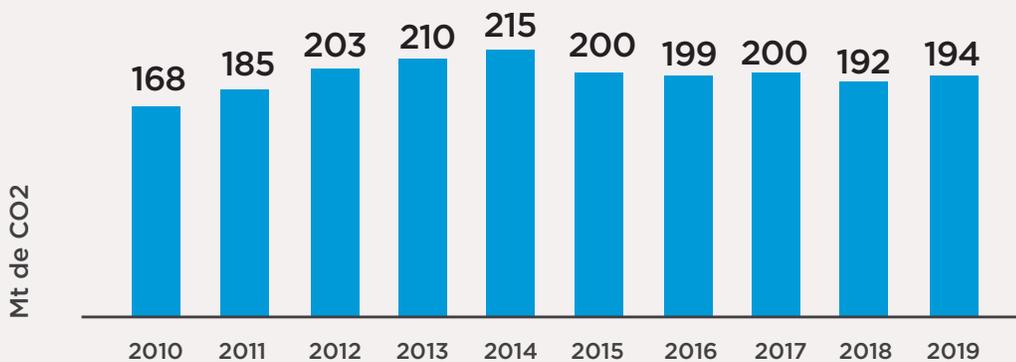
- Autobús Eléctrico Biarticulado.
- Programa Bicicleta Brasil.
- Cycling Cities Río de Janeiro.
- Cycling Cities Recife.
- Distrito de Movilidad Limpia Río de Janeiro.
- Plan de Expansión Ciclista – Río de Janeiro.
- URBAN95-Recife.

## 4.

### Adopción de mecanismos de CMNUCC

Plan nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAP)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación presentadas a la CMNUCC (NAMA)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Estrategia a largo plazo presentada a la CMNUCC (LT-LEDS)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Programa de acción nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAPA)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Contribución Determinada a Nivel Nacional presentada a la CMNUCC (NDC)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Transporte priorizado en la NDC	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Objetivos de mitigación del transporte en la NDC	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO

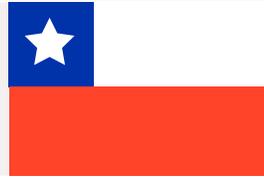
#### • Evolución de las emisiones de CO2 del sector transporte (2010-2019)



**+15%**

EMISIONES DE CO2  
DEL TRANSPORTE  
2010 VS 2019

Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>

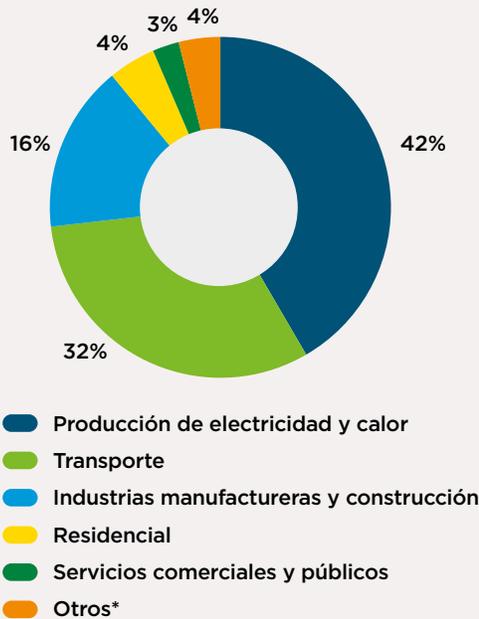


# Chile

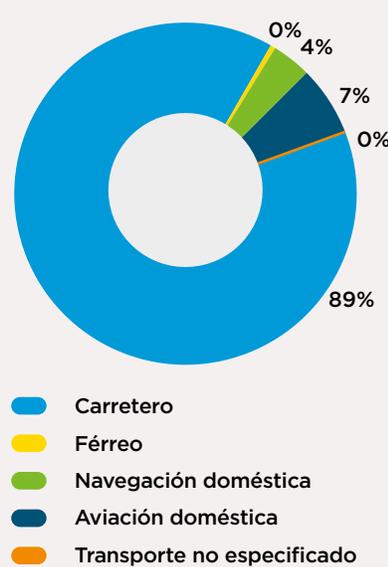
## 1.

### Emisiones de CO2 derivadas de la quema de combustible (2019)

#### A. Emisiones por sector



#### B. Emisiones por modo de transporte



Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>

Fuente: IEA (2023), "Detailed CO2 estimates", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/data-00429-en>

\*Nota: Según INGEI (2021) el sector transporte emitió un total de 28,614 MtCO2, que corresponde al 25%.

## 2.

### Sector transporte priorizado en la NDC

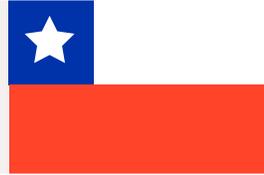
SÍ  NO

#### • Medidas de mitigación propuestas en la NDC

- CAMBIAR** Medidas orientadas a cambiar el modo de viaje
- MEJORAR** Medidas orientadas a mejorar la eficiencia de los sistemas de transporte

1. Disminución de transporte privado motorizado por cambio a buses y bicicletas.

1. Electromovilidad - Taxis, transporte público urbano.  
2. Transporte de Carga hidrógeno.



# Chile

## 3.

### Coherencia entre medidas de la NDC con planes y políticas

#### Políticas/Medidas Nacionales

- Estrategia Nacional de Movilidad Sostenible (ENMS).
- Estrategia nacional de electromovilidad. (2022).
- Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde (EH2V).
- Política Energética Nacional 2050 (PEN).
- Ley de Eficiencia Energética.
- Plan Nacional de Eficiencia Energética.
- Estrategia Climática de Largo Plazo.
- Ley marco del cambio climático.

#### Políticas/Medidas Sub-Nacionales

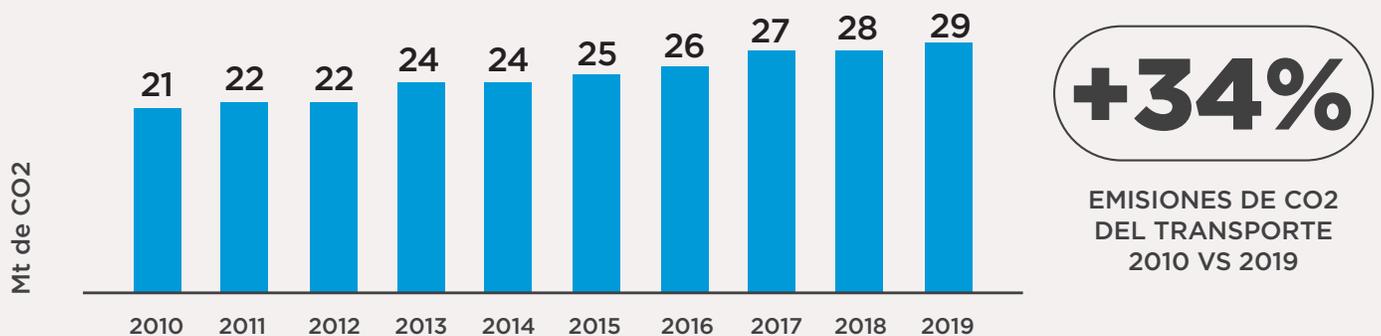
- Electrificación del Transporte Público de Santiago y regiones.
- Plan Metropolitano de Movilidad Santiago 2030.

## 4.

### Adopción de mecanismos de CMNUCC

Plan nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAP)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación presentadas a la CMNUCC (NAMA)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Estrategia a largo plazo presentada a la CMNUCC (LT-LEDS)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Programa de acción nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAPA)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Contribución Determinada a Nivel Nacional presentada a la CMNUCC (NDC)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Transporte priorizado en la NDC	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Objetivos de mitigación del transporte en la NDC	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO

#### • Evolución de las emisiones de CO2 del sector transporte (2010-2019)



Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>



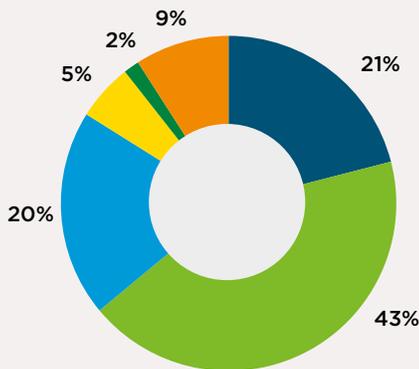
# Colombia



## 1.

### Emisiones de CO2 derivadas de la quema de combustible (2019)

#### A. Emisiones por sector

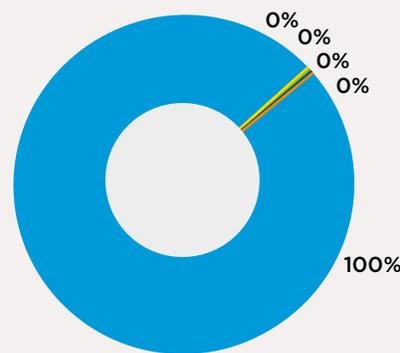


- Producción de electricidad y calor
- Transporte
- Industrias manufactureras y construcción
- Residencial
- Servicios comerciales y públicos
- Otros\*

Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>

\*Nota: Según INGEI (2012) el sector transporte emitió un total de 28,2 Mton de CO2.

#### B. Emisiones por modo de transporte



- Carretero
- Férreo
- Navegación doméstica
- Aviación doméstica
- Transporte no especificado

Fuente: IEA (2023), "Detailed CO2 estimates", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/data-00429-en>

## 2.

### Sector transporte priorizado en la NDC

SÍ     NO

#### • Medidas de mitigación propuestas en la NDC

**EVITAR**    Medidas orientadas a reducir la demanda de viaje

**CAMBIAR**    Medidas orientadas a cambiar el modo de viaje

**MEJORAR**    Medidas orientadas a mejorar la eficiencia de los sistemas de transporte

1. Optimización de la logística de carga.

1. Cambio a modo transporte de carga carretero a Fluvial - Río Magdalena.  
 2. Transporte Activo y gestión de la Demanda (TAnDem).  
 3. Rehabilitación del corredor férreo La Dorada - Chiriguana - Santa Marta.

1. Movilidad Eléctrica - 600.000 vehículos eléctricos.  
 2. Navegación Basada en Desempeño - PBN (Performance-Based Navigation).  
 3. Programa de Modernización de Transporte Automotor de Carga.



# Colombia



## 3.

### Coherencia entre medidas de la NDC con planes y políticas

#### Políticas/Medidas Nacionales

- Estrategia Nacional de Movilidad Activa con enfoque de género y diferencial.
- Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica.
- E2050 Colombia.
- Política de Modernización del sector transporte automotor de carga.
- Ley de Movilidad Eléctrica (Ley 1964 de 2019).
- Ley de Acción climática (Ley 2169 de 2021).

#### Políticas/Medidas Sub-Nacionales

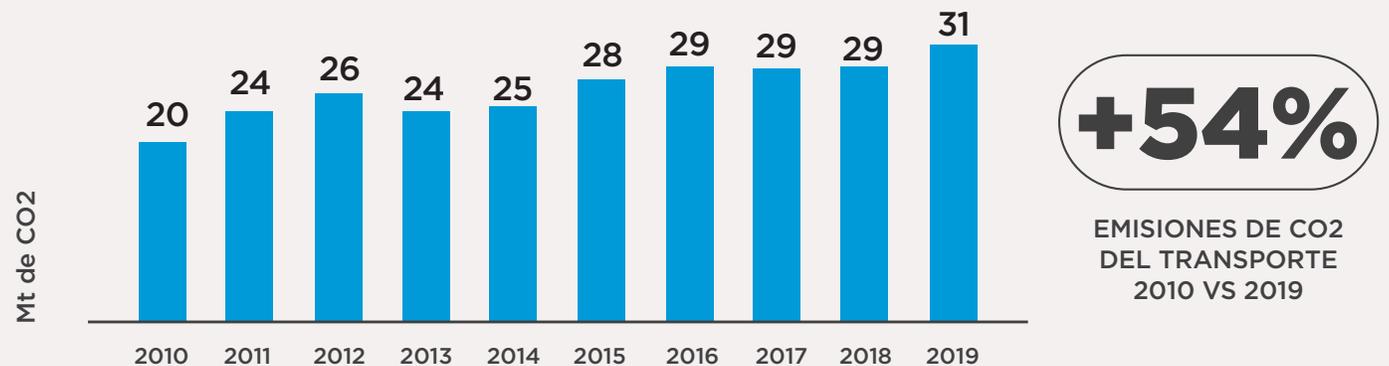
- Sistemas integrados de transporte público en 7 ciudades principales y 8 intermedias.
- Flota de buses eléctricos en Bogotá, Medellín y Cali.
- Piloto de taxis eléctricos en Bogotá y Medellín.
- Transporte masivo eléctrico férreo o cable (Bogotá, Medellín, Cali, Manizales).
- Proyectos de espacio público con foco en movilidad sostenible (i.e., corredor verde en Bogotá, corredor Pichincha en Medellín, sistemas de bicicletas públicas en Bogotá, Medellín, Palmira, Montería, etc. ).
- Cobros por congestión (Bogotá, Cali).

## 4.

### Adopción de mecanismos de CMNUCC

Plan nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAP)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación presentadas a la CMNUCC (NAMA)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Estrategia a largo plazo presentada a la CMNUCC (LT-LEDS)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Programa de acción nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAPA)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Contribución Determinada a Nivel Nacional presentada a la CMNUCC (NDC)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Transporte priorizado en la NDC	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Objetivos de mitigación del transporte en la NDC	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO

#### • Evolución de las emisiones de CO2 del sector transporte (2010-2019)



Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>

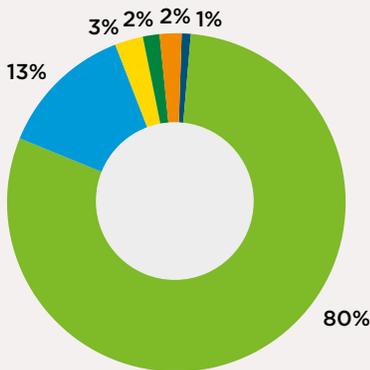


# Costa Rica

## 1.

### Emisiones de CO2 derivadas de la quema de combustible (2019)

#### A. Emisiones por sector

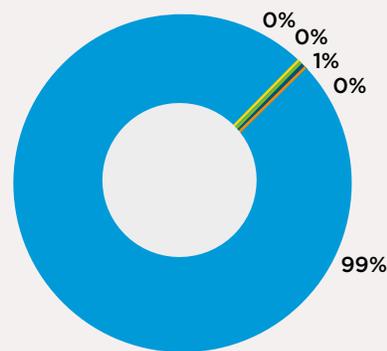


- Producción de electricidad y calor
- Transporte
- Industrias manufactureras y construcción
- Residencial
- Servicios comerciales y públicos
- Otros\*

Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>

\*Nota: Según INGEI (2017) el sector transporte emitió un total de 6.017,2 Gton de CO2, que corresponde al 52%.

#### B. Emisiones por modo de transporte



- Carretero
- Férreo
- Navegación doméstica
- Aviación doméstica
- Transporte no especificado

Fuente: IEA (2023), "Detailed CO2 estimates", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/data-00429-en>

## 2.

### Sector transporte priorizado en la NDC

SÍ     NO

#### • Medidas de mitigación propuestas en la NDC

##### EVITAR

Medidas orientadas a reducir la demanda de viaje

1. Establecimiento de modelos de logística sostenible en los principales puertos, zonas urbanas y centros de consolidación logística del país.
2. Reducir la brecha digital y tecnológica para aumentar prácticas digitales como teletrabajo, comercio electrónico y turismo virtual (que reducen la necesidad de desplazamientos).
3. Promover políticas en las Instituciones de Gobierno y empresas públicas y privadas para permitir que sus empleados opten por el teletrabajo.



# Costa Rica



## CAMBIAR

Medidas orientadas a cambiar el modo de viaje

1. La operación el Tren Eléctrico de Pasajeros en el Gran Área Metropolitana, impulsado por energía eléctrica renovable.
2. El Tren Eléctrico Limonense de Carga (TELCA).
3. Ampliar y mejorar la infraestructura para aumentar en al menos un 5% los viajes en movilidad no motorizada (incluyendo movilidad peatonal y en bicicleta).
4. Fomentar esquemas de desarrollo urbano bajo en emisiones mediante la Integración del enfoque de “desarrollo orientado al transporte” en instrumentos de planificación y gestión del territorio.

## MEJORAR

Medidas orientadas a mejorar la eficiencia de los sistemas de transporte

1. Renovar las concesiones de autobuses públicos con criterios de descarbonización, incluyendo la sectorización, el pago electrónico y la integración multimodal de medios de transporte público y activo.
2. Al menos el 8% de la flota de transporte público del país de cero emisiones.
3. El establecimiento de modelos de logística sostenible en los principales puertos, zonas urbanas y centros de consolidación logística del país.
4. Adoptar estándares para migrar hacia una flota de motocicletas cero emisiones y la estabilización del crecimiento de flota de motocicletas.
5. Al menos el 8% de la flota eléctrica de vehículos ligeros —privados e institucionales.
6. Implementar la estrategia de Hidrógeno Verde para el uso en el transporte.

## 3.

### Coherencia entre medidas de la NDC con planes y políticas

#### Políticas/Medidas Nacionales

- El Plan Nacional de Descarbonización de Costa Rica 2018-2050.
- Reforma integral para la nueva institucionalidad del Bicentenario.
- Reforma Fiscal Verde.
- Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde de Costa Rica 2022-2050.

#### Políticas/Medidas Sub-Nacionales

- Plan Intermunicipal de Desarrollo Urbano Orientado al Transporte.
- Plan Municipal de Movilidad Sostenible.
- Plan Municipal de Acción Clima.
- Red Intermunicipal de Movilidad Activa.
- Plan Municipal de Movilidad Eléctrica.



# Costa Rica

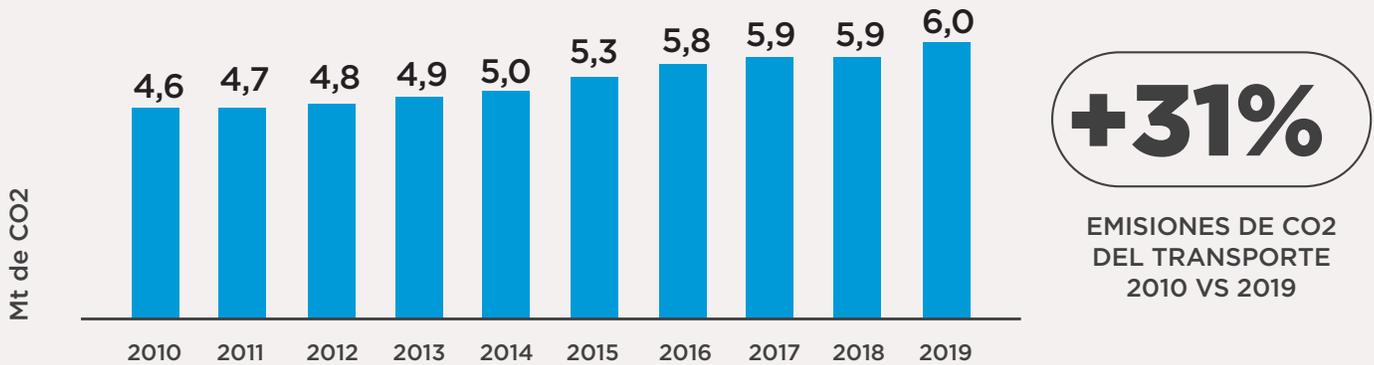


## 4.

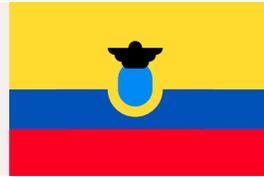
### Adopción de mecanismos de CMNUCC

Plan nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAP)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación presentadas a la CMNUCC (NAMA)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Estrategia a largo plazo presentada a la CMNUCC (LT-LEDS)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Programa de acción nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAPA)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Contribución Determinada a Nivel Nacional presentada a la CMNUCC (NDC)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Transporte priorizado en la NDC	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Objetivos de mitigación del transporte en la NDC	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO

#### • Evolución de las emisiones de CO2 del sector transporte (2010-2019)



Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>

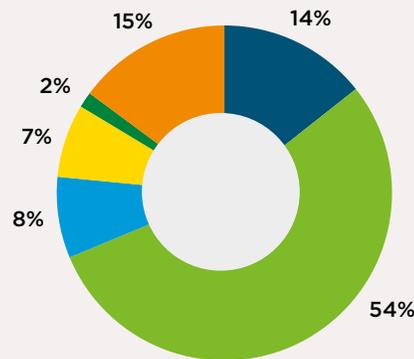


# Ecuador

## 1.

### Emisiones de CO2 derivadas de la quema de combustible (2019)

#### A. Emisiones por sector

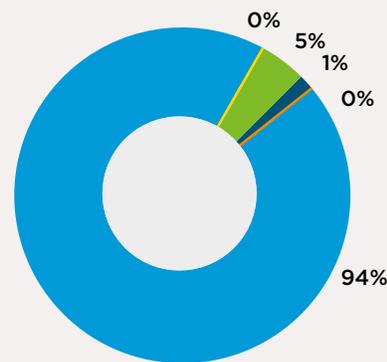


- Producción de electricidad y calor
- Transporte
- Industrias manufactureras y construcción
- Residencial
- Servicios comerciales y públicos
- Otros\*

Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>

\*Nota: Según INGEI (2012) el sector transporte emitió un total de 17 MtCO2, que corresponde al 21%.

#### B. Emisiones por modo de transporte



- Carretero
- Férreo
- Navegación doméstica
- Aviación doméstica
- Transporte no especificado

Fuente: IEA (2023), "Detailed CO2 estimates", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/data-00429-en>

## 2.

### Sector transporte priorizado en la NDC

SÍ     NO

#### • Medidas de mitigación propuestas en la NDC

- CAMBIAR**    Medidas orientadas a cambiar el modo de viaje
- MEJORAR**    Medidas orientadas a mejorar la eficiencia de los sistemas de transporte

- 1. Transporte público eficiente - Impulsar movilidad de pasajeros de forma masiva y operarla aprovechando energía eléctrica (Metro de Quito, Tranvía de Cuenca).
- 1. NAMA de transporte: carga y pasajeros.



# Ecuador

## 3.

### Coherencia entre medidas de la NDC con planes y políticas

#### Políticas/Medidas Nacionales

- Estrategia Nacional de Electromovilidad.
- Ley de Eficiencia Energética.
- Plan de implementación de la primera Contribución Determinada a nivel Nacional de Ecuador 2020-2025 (PI- NDC) y NAMA de transporte
- Ordenanza de estímulo a la transportación eléctrica.
- Tercera comunicación nacional del Ecuador.
- Estrategia Nacional del Cambio Climático Ecuador.
- Plan Nacional de Transición hacia la Descarbonización.

#### Políticas/Medidas Sub-Nacionales

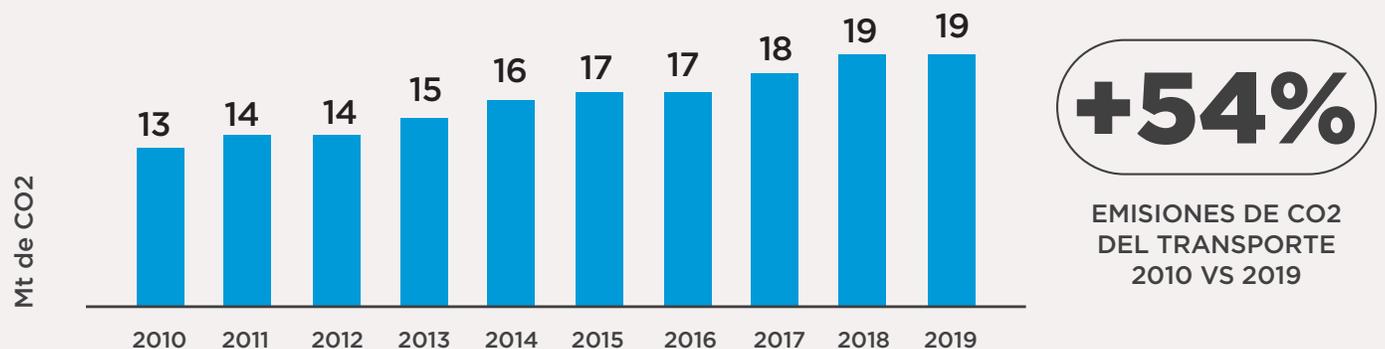
- Construcción y entrada en operación de Metro de Quito.
- Operación del Tranvía de Cuenca.
- Electrificación de rutas de transporte público y taxis.
- Innovación del sistema de transporte terrestre y movilidad sostenible para el Archipiélago de Galápagos.
- Plan de acción para la implementación de la Estrategia de Electromovilidad: Centro Histórico de Quito (CHQ).

## 4.

### Adopción de mecanismos de CMNUCC

Plan nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAP)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación presentadas a la CMNUCC (NAMA)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Estrategia a largo plazo presentada a la CMNUCC (LT-LEDS)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Programa de acción nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAPA)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Contribución Determinada a Nivel Nacional presentada a la CMNUCC (NDC)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Transporte priorizado en la NDC	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Objetivos de mitigación del transporte en la NDC	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO

#### • Evolución de las emisiones de CO2 del sector transporte (2010-2019)



Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>



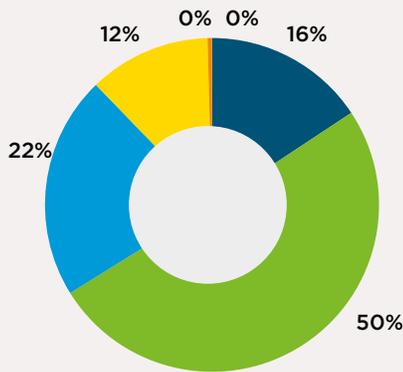
# El Salvador



## 1.

### Emisiones de CO2 derivadas de la quema de combustible (2019)

#### A. Emisiones por sector

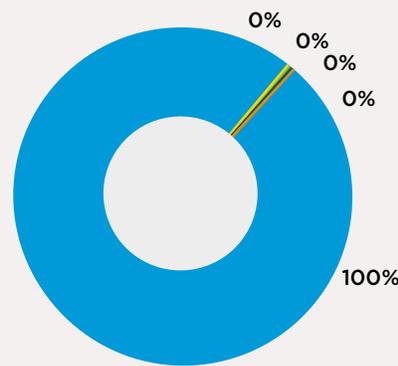


- Producción de electricidad y calor
- Transporte
- Industrias manufactureras y construcción
- Residencial
- Servicios comerciales y públicos
- Otros\*

Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>

\*Nota: Según INGEI (2014) el sector transporte emitió un total de 2,801.9 K Toneladas de CO2, que corresponde al 14%.

#### B. Emisiones por modo de transporte



- Carretero
- Férreo
- Navegación doméstica
- Aviación doméstica
- Transporte no especificado

Fuente: IEA (2023), "Detailed CO2 estimates", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/data-00429-en>

## 2.

### Sector transporte priorizado en la NDC

SÍ  NO

#### Medidas de mitigación propuestas en la NDC

**CAMBIAR**

Medidas orientadas a cambiar el modo de viaje

1. Transporte público masivo, uso de bicicleta, caminata, zonas de velocidad restringida y gestión del tráfico en consideración de la seguridad vial y promoción de los espacios públicos.

**MEJORAR**

Medidas orientadas a mejorar la eficiencia de los sistemas de transporte

1. Introducción de electromovilidad en el parque vehicular con atención primaria al transporte de pasajeros, público y privado.



# El Salvador



## 3.

### Coherencia entre medidas de la NDC con planes y políticas

#### Políticas/Medidas Nacionales

- Política Energética Nacional 2020-2050.
- Políticas de cambio climático para el sector de la obra pública, transporte, vivienda y desarrollo urbano 2018 -2036.

#### Políticas/Medidas Sub-Nacionales

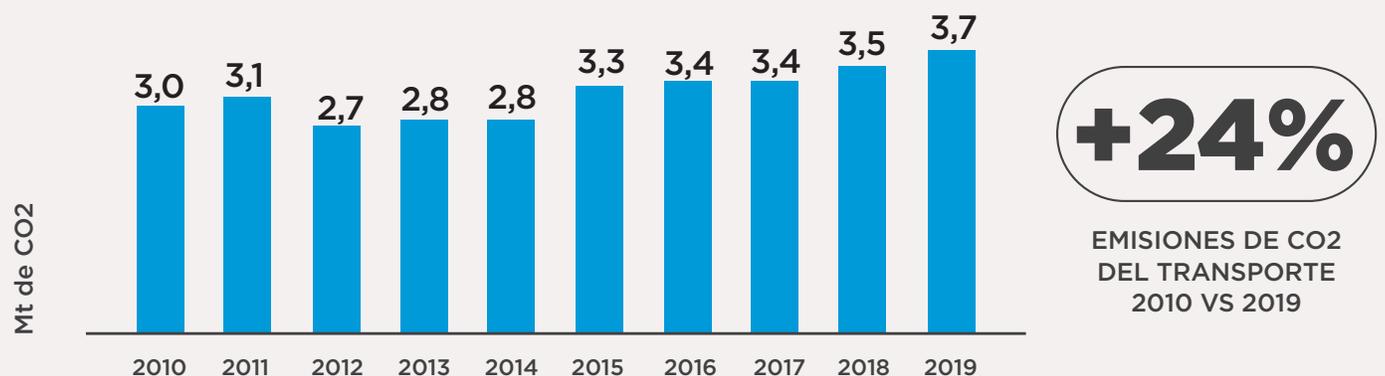
N/D

## 4.

### Adopción de mecanismos de CMNUCC

Plan nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAP)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Acciones Nacionales Apropiadas de Mitigación presentadas a la CMNUCC (NAMA)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Estrategia a largo plazo presentada a la CMNUCC (LT-LEDS)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Programa de acción nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAPA)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Contribución Determinada a Nivel Nacional presentada a la CMNUCC (NDC)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Transporte priorizado en la NDC	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Objetivos de mitigación del transporte en la NDC	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO

#### • Evolución de las emisiones de CO2 del sector transporte (2010-2019)



Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>



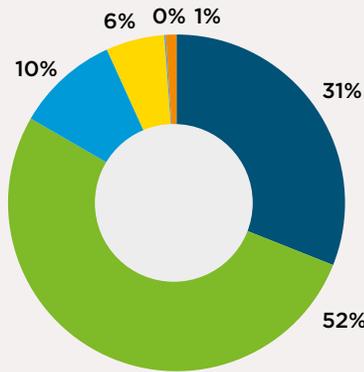
# Guatemala



## 1.

### Emisiones de CO2 derivadas de la quema de combustible (2019)

#### A. Emisiones por sector

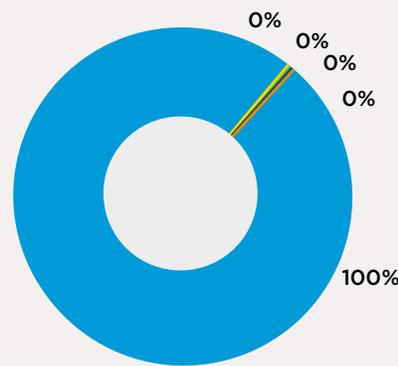


- Producción de electricidad y calor
- Transporte
- Industrias manufactureras y construcción
- Residencial
- Servicios comerciales y públicos
- Otros\*

Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>

\*Nota: Según INGEI (2016) el sector transporte emitió un total de 9,234.1 k Toneladas de CO2, que corresponde al 48,15%.

#### B. Emisiones por modo de transporte



- Carretero
- Férreo
- Navegación doméstica
- Aviación doméstica
- Transporte no especificado

Fuente: IEA (2023), "Detailed CO2 estimates", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/data-00429-en>

## 2.

### Sector transporte priorizado en la NDC

SÍ  NO

#### Medidas de mitigación propuestas en la NDC

CAMBIAR	Medidas orientadas a cambiar el modo de viaje	N/D
MEJORAR	Medidas orientadas a mejorar la eficiencia de los sistemas de transporte	1. Electromovilidad y biocombustibles (Programa de renovación del parque vehicular privado hacia alternativas más eficientes y un programa para promover el uso del etanol avanzado en la gasolina).



# Guatemala



## 3.

### Coherencia entre medidas de la NDC con planes y políticas

#### Políticas/Medidas Nacionales

- Estrategia Nacional de Desarrollo Con Bajas Emisiones.
- Plan Nacional de Cambio Climático.
- Ley de Incentivos para Movilidad Eléctrica (Decreto número 40-2022).
- Política energética 2019-2050.
- Plan Nacional de Energía (2017-2032).
- Plan de eficiencia energética (2017).

#### Políticas/Medidas Sub-Nacionales

N/D

## 4.

### Adopción de mecanismos de CMNUCC

Plan nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAP)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación presentadas a la CMNUCC (NAMA)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Estrategia a largo plazo presentada a la CMNUCC (LT-LEDS)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Programa de acción nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAPA)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Contribución Determinada a Nivel Nacional presentada a la CMNUCC (NDC)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Transporte priorizado en la NDC	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Objetivos de mitigación del transporte en la NDC	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO

#### • Evolución de las emisiones de CO2 del sector transporte (2010-2019)



Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>



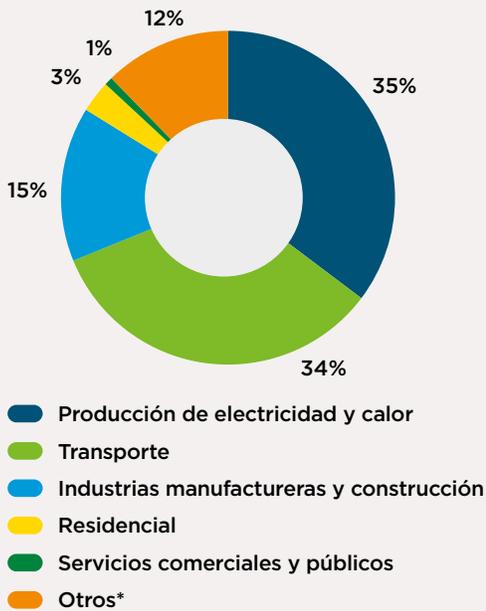
# Guyana



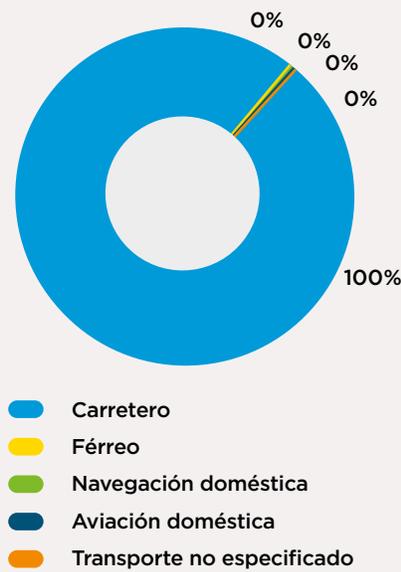
## 1.

### Emisiones de CO2 derivadas de la quema de combustible (2019)

#### A. Emisiones por sector



#### B. Emisiones por modo de transporte



Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>

Fuente: IEA (2023), "Detailed CO2 estimates", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/data-00429-en>

\*Nota: Según Guyana's Third National Communication to the UNFCCC (2021) el sector transporte emitió un total de 769 Gg de CO2.

## 2.

### Sector transporte priorizado en la NDC

SÍ  NO

#### • Medidas de mitigación propuestas en la NDC

<b>CAMBIAR</b>	Medidas orientadas a cambiar el modo de viaje	N/D
<b>MEJORAR</b>	Medidas orientadas a mejorar la eficiencia de los sistemas de transporte	N/D



# Guyana



## 3.

### Coherencia entre medidas de la NDC con planes y políticas

#### Políticas/Medidas Nacionales

- Tercera Comunicación Nacional a la Convención Marco Nacional sobre el Cambio Climático (CMNUCC).
- Estrategia de desarrollo con bajas emisiones de carbono 2030.

#### Políticas/Medidas Sub-Nacionales

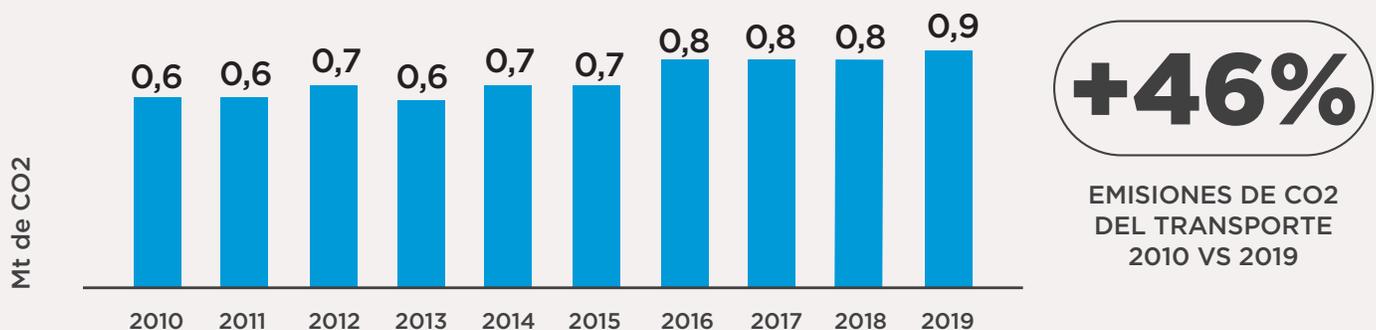
N/D

## 4.

### Adopción de mecanismos de CMNUCC

Plan nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAP)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Acciones Nacionales Apropiadas de Mitigación presentadas a la CMNUCC (NAMA)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Estrategia a largo plazo presentada a la CMNUCC (LT-LEDS)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Programa de acción nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAPA)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Contribución Determinada a Nivel Nacional presentada a la CMNUCC (NDC)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Transporte priorizado en la NDC	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Objetivos de mitigación del transporte en la NDC	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO

#### • Evolución de las emisiones de CO2 del sector transporte (2010-2019)



Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>



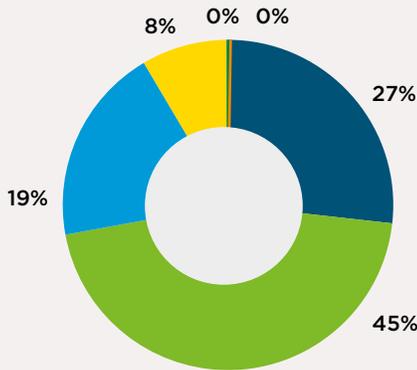
# Haití



## 1.

### Emisiones de CO2 derivadas de la quema de combustible (2019)

#### A. Emisiones por sector

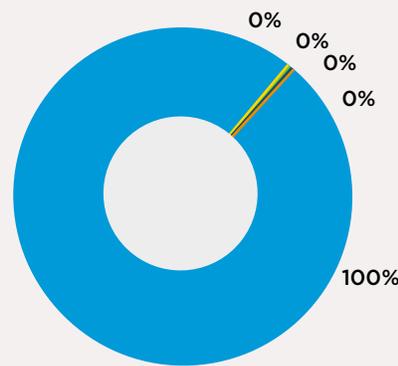


- Producción de electricidad y calor
- Transporte
- Industrias manufactureras y construcción
- Residencial
- Servicios comerciales y públicos
- Otros\*

Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>

\*Nota: Según INGEI (2013) el sector energía emitió un total de 744,04 Gg Toneladas de CO2, que corresponde al 9,5%.

#### B. Emisiones por modo de transporte



- Carretero
- Férreo
- Navegación doméstica
- Aviación doméstica
- Transporte no especificado

Fuente: IEA (2023), "Detailed CO2 estimates", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/data-00429-en>

## 2.

### Sector transporte priorizado en la NDC

SÍ  NO

#### • Medidas de mitigación propuestas en la NDC

<b>CAMBIAR</b>	Medidas orientadas a cambiar el modo de viaje	N/D
<b>MEJORAR</b>	Medidas orientadas a mejorar la eficiencia de los sistemas de transporte	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Restricciones a la importación de vehículos usados.</li> <li>2. Mejor mantenimiento y utilización de motocicletas.</li> </ol>



# Haití



## 3.

### Coherencia entre medidas de la NDC con planes y políticas

#### Políticas/Medidas Nacionales

- Política Nacional sobre Cambios Climáticos (PNCC).

#### Políticas/Medidas Sub-Nacionales

N/D

## 4.

### Adopción de mecanismos de CMNUCC

Plan nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAP)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación presentadas a la CMNUCC (NAMA)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Estrategia a largo plazo presentada a la CMNUCC (LT-LEDS)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Programa de acción nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAPA)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Contribución Determinada a Nivel Nacional presentada a la CMNUCC (NDC)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Transporte priorizado en la NDC	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Objetivos de mitigación del transporte en la NDC	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO

### • Evolución de las emisiones de CO2 del sector transporte (2010-2019)



Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>

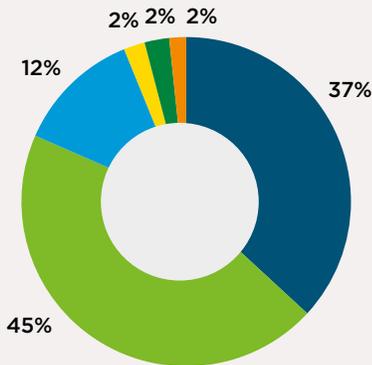


# Honduras

## 1.

### Emisiones de CO2 derivadas de la quema de combustible (2019)

#### A. Emisiones por sector

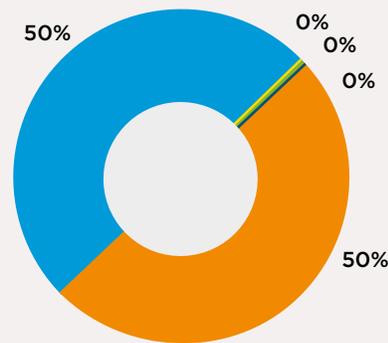


- Producción de electricidad y calor
- Transporte
- Industrias manufactureras y construcción
- Residencial
- Servicios comerciales y públicos
- Otros\*

Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>

\*Nota: Según INGEI (2020) el sector transporte emitió un total de 3,500 Gg Toneladas de CO2, que corresponde al 29,9%.

#### B. Emisiones por modo de transporte



- Carretero
- Férreo
- Navegación doméstica
- Aviación doméstica
- Transporte no especificado

Fuente: IEA (2023), "Detailed CO2 estimates", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/data-00429-en>

## 2.

### Sector transporte priorizado en la NDC

SÍ  NO

#### • Medidas de mitigación propuestas en la NDC

<b>CAMBIAR</b>	Medidas orientadas a cambiar el modo de viaje	N/D
<b>MEJORAR</b>	Medidas orientadas a mejorar la eficiencia de los sistemas de transporte	1. Fomento de la electromovilidad.



# Honduras

## 3.

### Coherencia entre medidas de la NDC con planes y políticas

#### Políticas/Medidas Nacionales

- La Estrategia Energética Sustentable 2030 de los Países del Sistema de la Integración Centroamericana (EES-SICA 2030).
- Promoción de la Movilidad Eléctrica en Honduras.

#### Políticas/Medidas Sub-Nacionales

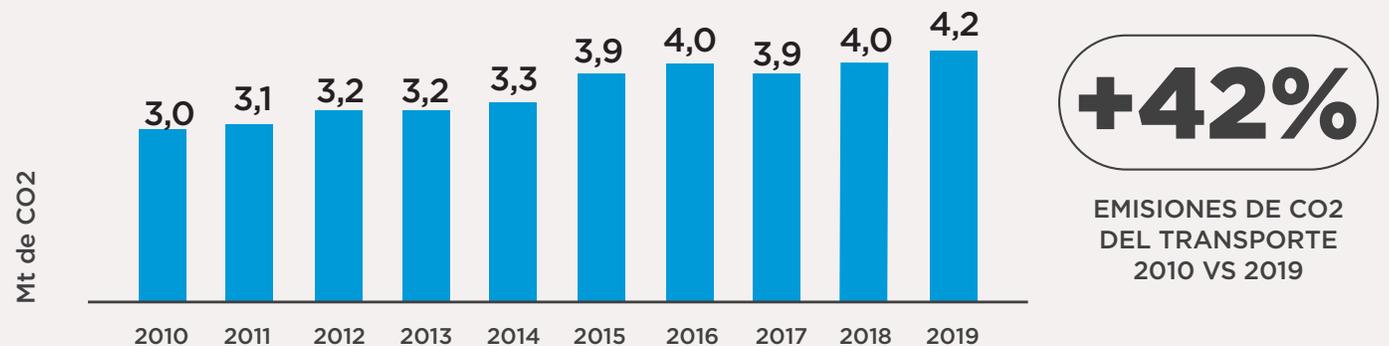
N/D

## 4.

### Adopción de mecanismos de CMNUCC

Plan nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAP)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación presentadas a la CMNUCC (NAMA)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Estrategia a largo plazo presentada a la CMNUCC (LT-LEDS)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Programa de acción nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAPA)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Contribución Determinada a Nivel Nacional presentada a la CMNUCC (NDC)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Transporte priorizado en la NDC	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Objetivos de mitigación del transporte en la NDC	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO

#### • Evolución de las emisiones de CO2 del sector transporte (2010-2019)



Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>



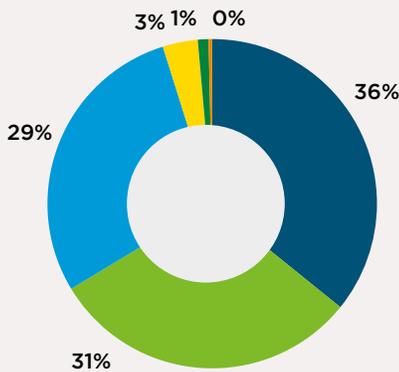
# Jamaica



## 1.

### Emisiones de CO2 derivadas de la quema de combustible (2019)

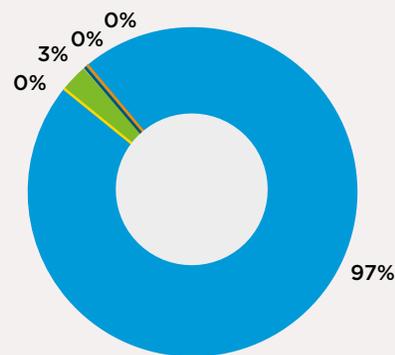
#### A. Emisiones por sector



- Producción de electricidad y calor
- Transporte
- Industrias manufactureras y construcción
- Residencial
- Servicios comerciales y públicos
- Otros\*

Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>

#### B. Emisiones por modo de transporte



- Carretero
- Férreo
- Navegación doméstica
- Aviación doméstica
- Transporte no especificado

Fuente: IEA (2023), "Detailed CO2 estimates", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/data-00429-en>

## 2.

### Sector transporte priorizado en la NDC

SÍ  NO

#### • Medidas de mitigación propuestas en la NDC

CAMBIAR	Medidas orientadas a cambiar el modo de viaje	N/D
MEJORAR	Medidas orientadas a mejorar la eficiencia de los sistemas de transporte	N/D



# Jamaica



## 3.

### Coherencia entre medidas de la NDC con planes y políticas

#### Políticas/Medidas Nacionales

- Marco Político del Cambio Climático para Jamaica (2021).
- Plan Sectorial de Transportes Visión 2030 (2009).

#### Políticas/Medidas Sub-Nacionales

N/D

## 4.

### Adopción de mecanismos de CMNUCC

Plan nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAP)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación presentadas a la CMNUCC (NAMA)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Estrategia a largo plazo presentada a la CMNUCC (LT-LEDS)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Programa de acción nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAPA)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Contribución Determinada a Nivel Nacional presentada a la CMNUCC (NDC)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Transporte priorizado en la NDC	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Objetivos de mitigación del transporte en la NDC	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO

#### • Evolución de las emisiones de CO2 del sector transporte (2010-2019)



Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>



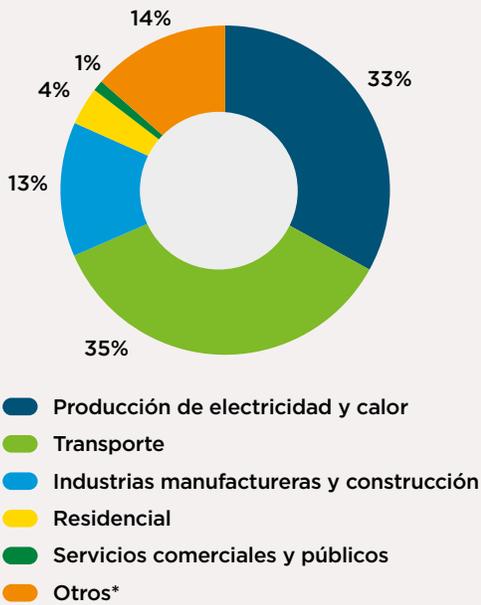
# México



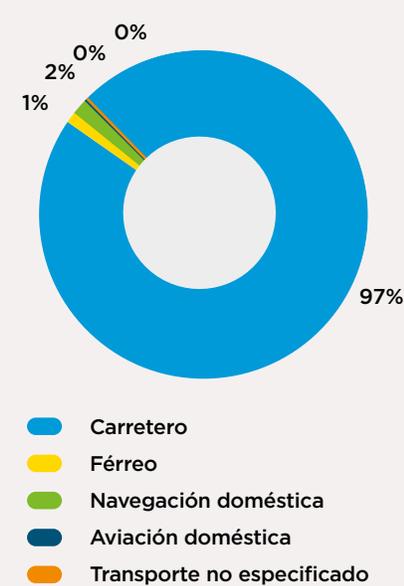
## 1.

### Emisiones de CO2 derivadas de la quema de combustible (2019)

#### A. Emisiones por sector



#### B. Emisiones por modo de transporte



Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>

Fuente: IEA (2023), "Detailed CO2 estimates", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/data-00429-en>

## 2.

### Sector transporte priorizado en la NDC

SÍ  NO

#### • Medidas de mitigación propuestas en la NDC

EVITAR

Medidas orientadas a reducir la demanda de viaje

1. Fomento del trabajo remoto.

CAMBIAR

Medidas orientadas a cambiar el modo de viaje

1. Expansión y rehabilitación de la red ferroviaria.

MEJORAR

Medidas orientadas a mejorar la eficiencia de los sistemas de transporte

1. Vehículos más eficientes.
2. Programas de transporte limpio.



# México



## 3.

### Coherencia entre medidas de la NDC con planes y políticas

#### Políticas/Medidas Nacionales

- Alianza por la Electromovilidad en México: 2019-2022.
- Sistema de Información Climática para el Diseño de Carreteras (SICliC).
- Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica.
- Nueva Estrategia Nacional de Movilidad y Seguridad Vial (en elaboración y se publica en mayo).
- Política Nacional para el Transporte Público (en elaboración).
- Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica (próximamente).
- Estrategia Nacional de Movilidad y Seguridad Vial (próximamente).
- Política Nacional de Transporte Público Colectivo (próximamente).

#### Políticas/Medidas Sub-Nacionales

- Programa de Acción Climática Ciudad de México: 2014 - 2022.
- Corredores Cero Emisiones CDMX.
- Sistema de Transporte Individual ECOBICI.
- La rehabilitación de la línea 1 del metro de la CDMX.
- La construcción de dos líneas de teleférico (cablebus).
- La sustitución de toda la flota de trolebuses.

## 4.

### Adopción de mecanismos de CMNUCC

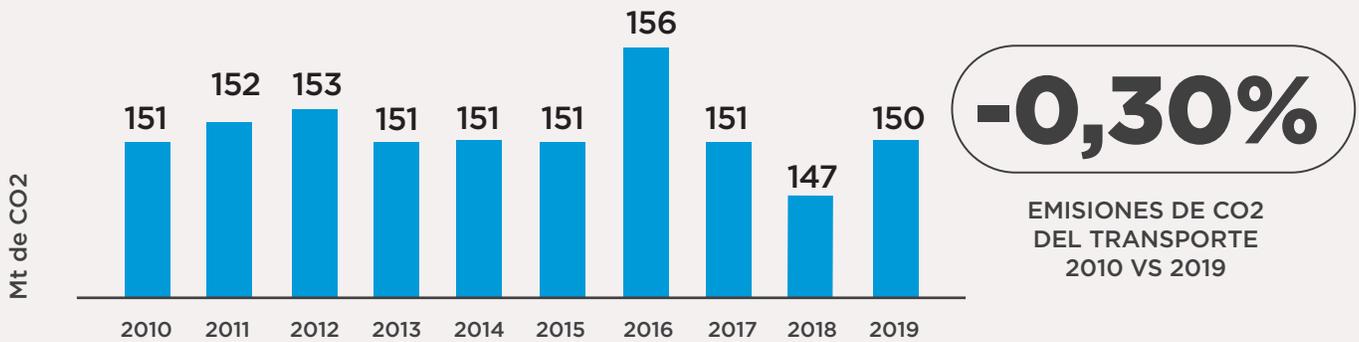
Plan nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAP)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación presentadas a la CMNUCC (NAMA)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Estrategia a largo plazo presentada a la CMNUCC (LT-LEDS)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Programa de acción nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAPA)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Contribución Determinada a Nivel Nacional presentada a la CMNUCC (NDC)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Transporte priorizado en la NDC	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Objetivos de mitigación del transporte en la NDC	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO



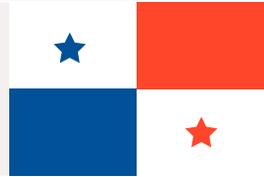
# México



- Evolución de las emisiones de CO2 del sector transporte (2010-2019)



Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>

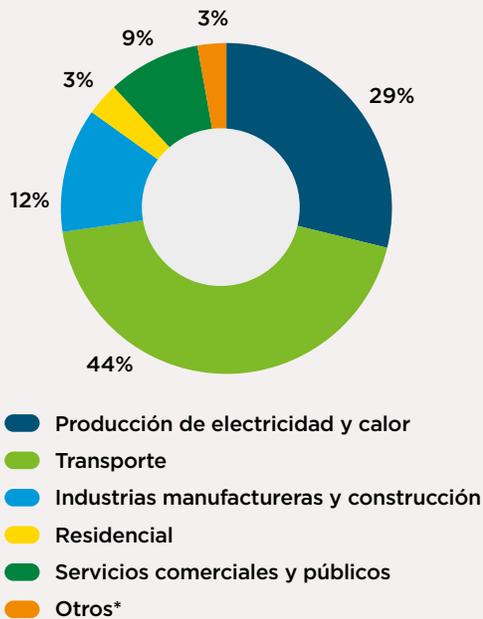


# Nicaragua

## 1.

### Emisiones de CO2 derivadas de la quema de combustible (2019)

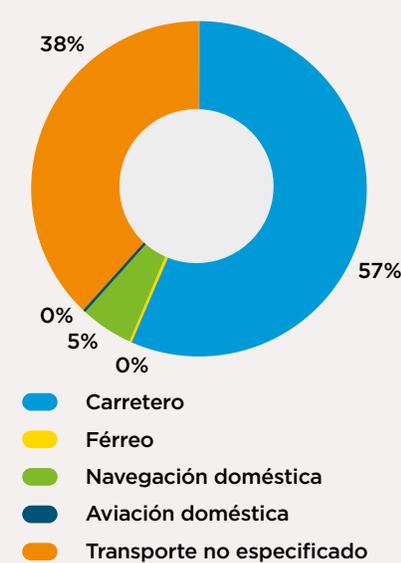
#### A. Emisiones por sector



Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>

\*Nota: Según INGEI (2015) el sector energía emitió un total de 2.973,89 Gg Toneladas de CO2, que corresponde al 6%.

#### B. Emisiones por modo de transporte



Fuente: IEA (2023), "Detailed CO2 estimates", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/data-00429-en>

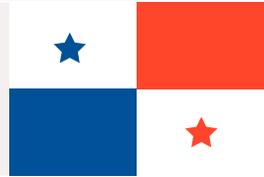
## 2.

### Sector transporte priorizado en la NDC

SÍ  NO

#### • Medidas de mitigación propuestas en la NDC

<b>CAMBIAR</b>	Medidas orientadas a cambiar el modo de viaje	1. Mejorar el sistema de transporte publico de La Managua.
<b>MEJORAR</b>	Medidas orientadas a mejorar la eficiencia de los sistemas de transporte	N/D



# Nicaragua

## 3.

### Coherencia entre medidas de la NDC con planes y políticas

#### Políticas/Medidas Nacionales

- Política Nacional de Cambio Climático.
- Ley de Estabilidad Eléctrica.

#### Políticas/Medidas Sub-Nacionales

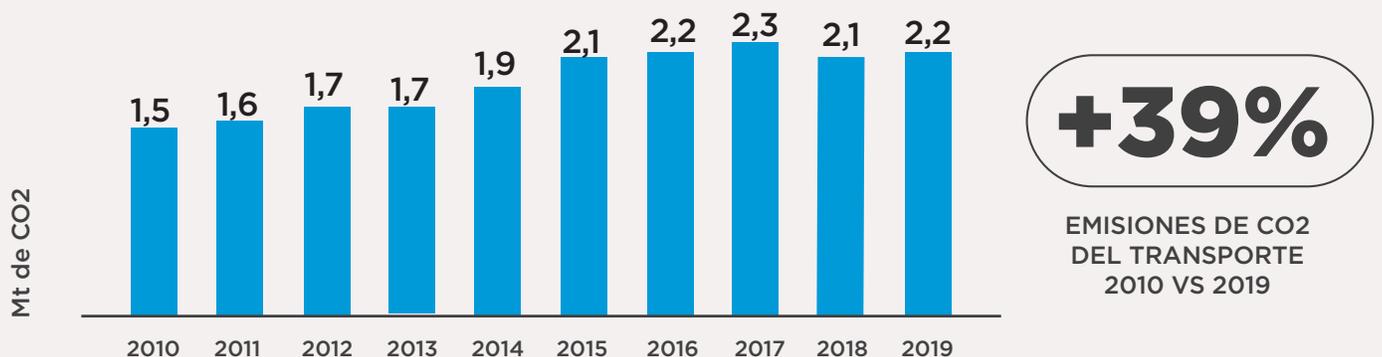
- Promoción de Transporte Ambientalmente Sostenible en la Managua Metropolitana (en el Plan Integral de Transporte).

## 4.

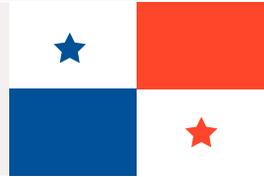
### Adopción de mecanismos de CMNUCC

Plan nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAP)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación presentadas a la CMNUCC (NAMA)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Estrategia a largo plazo presentada a la CMNUCC (LT-LEDS)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Programa de acción nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAPA)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Contribución Determinada a Nivel Nacional presentada a la CMNUCC (NDC)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Transporte priorizado en la NDC	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Objetivos de mitigación del transporte en la NDC	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO

#### • Evolución de las emisiones de CO2 del sector transporte (2010-2019)



Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>

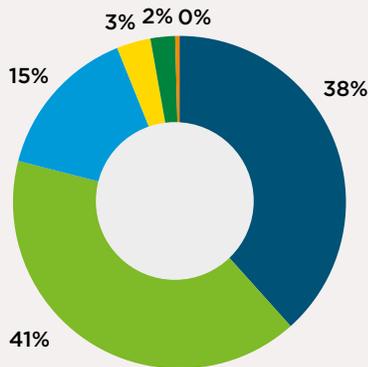


# Panamá

## 1.

### Emisiones de CO2 derivadas de la quema de combustible (2019)

#### A. Emisiones por sector

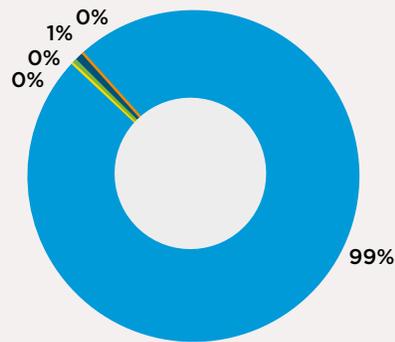


- Producción de electricidad y calor
- Transporte
- Industrias manufactureras y construcción
- Residencial
- Servicios comerciales y públicos
- Otros\*

Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>

\*Nota: Según CDN1 (2017) el sector transporte emitió un total de 6,36 M Toneladas de CO2, que corresponde al 56,8%.

#### B. Emisiones por modo de transporte



- Carretero
- Férreo
- Navegación doméstica
- Aviación doméstica
- Transporte no especificado

Fuente: IEA (2023), "Detailed CO2 estimates", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/data-00429-en>

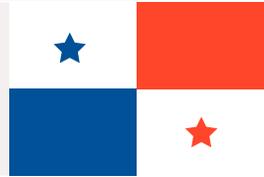
## 2.

### Sector transporte priorizado en la NDC

SÍ  NO

#### • Medidas de mitigación propuestas en la NDC

<b>CAMBIAR</b>	Medidas orientadas a cambiar el modo de viaje	N/D
<b>MEJORAR</b>	Medidas orientadas a mejorar la eficiencia de los sistemas de transporte	N/D



# Panamá

## 3.

### Coherencia entre medidas de la NDC con planes y políticas

#### Políticas/Medidas Nacionales

- Agenda de transición del sector eléctrico.
- Estrategia de Movilidad Eléctrica.

#### Políticas/Medidas Sub-Nacionales

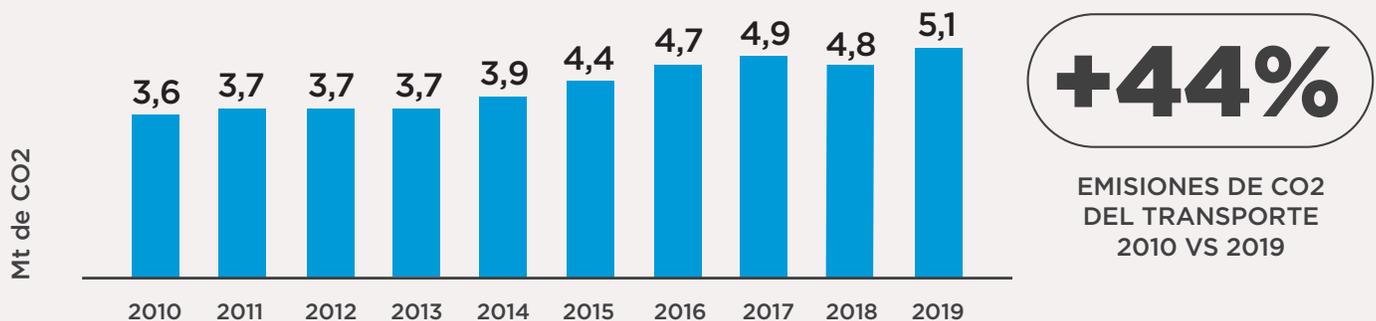
N/D

## 4.

### Adopción de mecanismos de CMNUCC

Plan nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAP)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación presentadas a la CMNUCC (NAMA)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Estrategia a largo plazo presentada a la CMNUCC (LT-LEDS)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Programa de acción nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAPA)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Contribución Determinada a Nivel Nacional presentada a la CMNUCC (NDC)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Transporte priorizado en la NDC	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Objetivos de mitigación del transporte en la NDC	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO

#### • Evolución de las emisiones de CO2 del sector transporte (2010-2019)



Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>



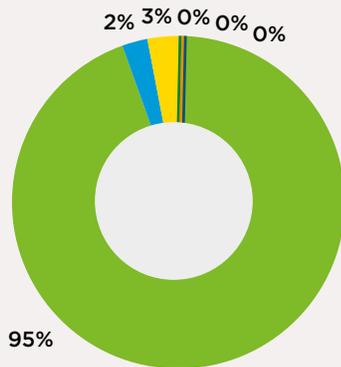
# Paraguay



## 1.

### Emisiones de CO2 derivadas de la quema de combustible (2019)

#### A. Emisiones por sector

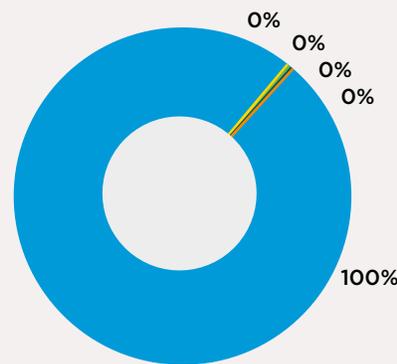


- Producción de electricidad y calor
- Transporte
- Industrias manufactureras y construcción
- Residencial
- Servicios comerciales y públicos
- Otros\*

Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>

\*Nota: Según (MADES/PNUD/FMAM, 2019), el sector transporte emitió un total de 5.450,53 K Toneladas de CO2, que corresponde al 10,62%.

#### B. Emisiones por modo de transporte



- Carretero
- Férreo
- Navegación doméstica
- Aviación doméstica
- Transporte no especificado

Fuente: IEA (2023), "Detailed CO2 estimates", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/data-00429-en>

## 2.

### Sector transporte priorizado en la NDC

SÍ  NO

#### Medidas de mitigación propuestas en la NDC

Medida	Descripción	Estado
<b>CAMBIAR</b>	Medidas orientadas a cambiar el modo de viaje	N/D
<b>MEJORAR</b>	Medidas orientadas a mejorar la eficiencia de los sistemas de transporte	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La sustitución creciente de los combustibles fósiles por los biocombustibles (según tipo de motores, hasta un 7,5% de adición al diésel y 27,5% de adición a gasolina).</li> <li>2. La conducción eficiente para el transporte público y de cargas.</li> <li>3. La sustitución creciente de los vehículos convencionales por los vehículos eléctricos e híbridos.</li> <li>4. La aplicación del H-verde.</li> </ol>



# Paraguay

## 3.

### Coherencia entre medidas de la NDC con planes y políticas

#### Políticas/Medidas Nacionales

- Planes Sectoriales de Mitigación al Cambio Climático (PMCC).
- Política Energética de la República del Paraguay.
- Plan Maestro de Movilidad Eléctrica para el Transporte Público y Logístico.
- Hacia la ruta del HIDROGENO VERDE en Paraguay.
- Marco legal para la importación de vehículos eléctricos.
- Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica : 10%-20% de la flota de transporte público eléctrico, 300 puntos de carga públicos.

#### Políticas/Medidas Sub-Nacionales

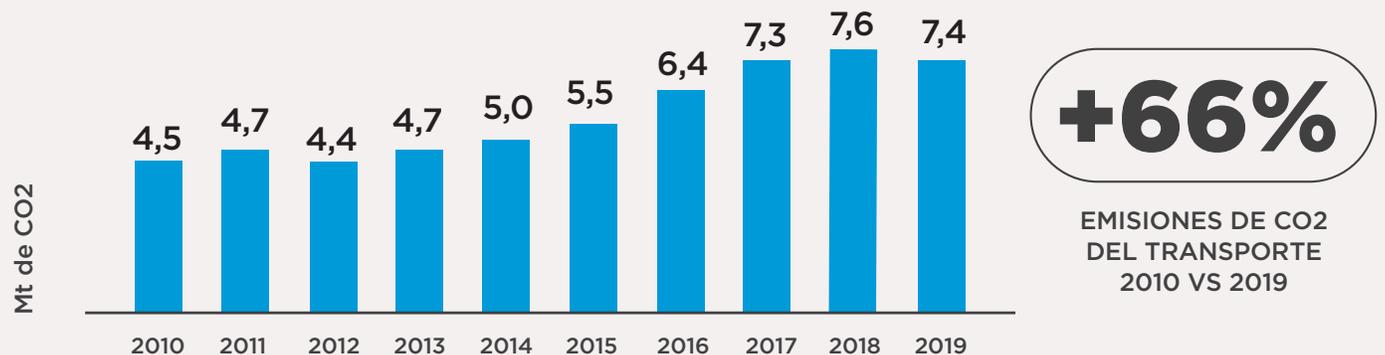
- Asunción, Ciudad Verde de las Américas - Vías a la sustentabilidad.
- Construcción y puesta en marcha de la ruta verde para conectar Asunción y Ciudad del Este.
- Programa de renovación de flotas del transporte público en el Área Metropolitana de Asunción.

## 4.

### Adopción de mecanismos de CMNUCC

Plan nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAP)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación presentadas a la CMNUCC (NAMA)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Estrategia a largo plazo presentada a la CMNUCC (LT-LEDS)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Programa de acción nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAPA)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Contribución Determinada a Nivel Nacional presentada a la CMNUCC (NDC)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Transporte priorizado en la NDC	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Objetivos de mitigación del transporte en la NDC	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO

#### • Evolución de las emisiones de CO2 del sector transporte (2010-2019)



Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>

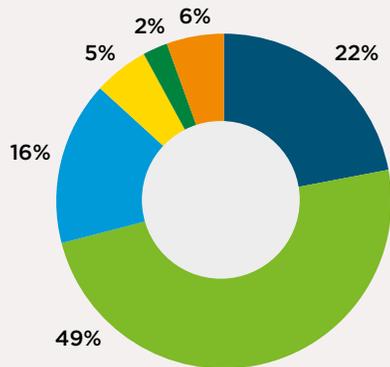


# Perú

## 1.

### Emisiones de CO2 derivadas de la quema de combustible (2019)

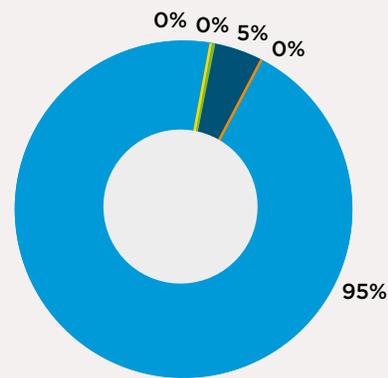
#### A. Emisiones por sector



- Producción de electricidad y calor
- Transporte
- Industrias manufactureras y construcción
- Residencial
- Servicios comerciales y públicos
- Otros\*

Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>

#### B. Emisiones por modo de transporte



- Carretero
- Férreo
- Navegación doméstica
- Aviación doméstica
- Transporte no especificado

Fuente: IEA (2023), "Detailed CO2 estimates", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/data-00429-en>

## 2.

### Sector transporte priorizado en la NDC

SÍ  NO

#### • Medidas de mitigación propuestas en la NDC

CAMBIAR	Medidas orientadas a cambiar el modo de viaje	N/D
MEJORAR	Medidas orientadas a mejorar la eficiencia de los sistemas de transporte	N/D



# Perú

## 3.

### Coherencia entre medidas de la NDC con planes y políticas

#### Políticas/Medidas Nacionales

- Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2050.
- Ley Marco Sobre el Cambio Climático.
- Estrategia Nacional ante el Cambio Climático.
- Hoja de Ruta de Transición Energética hacia un Perú sin emisiones 2030-2050.

#### Políticas/Medidas Sub-Nacionales

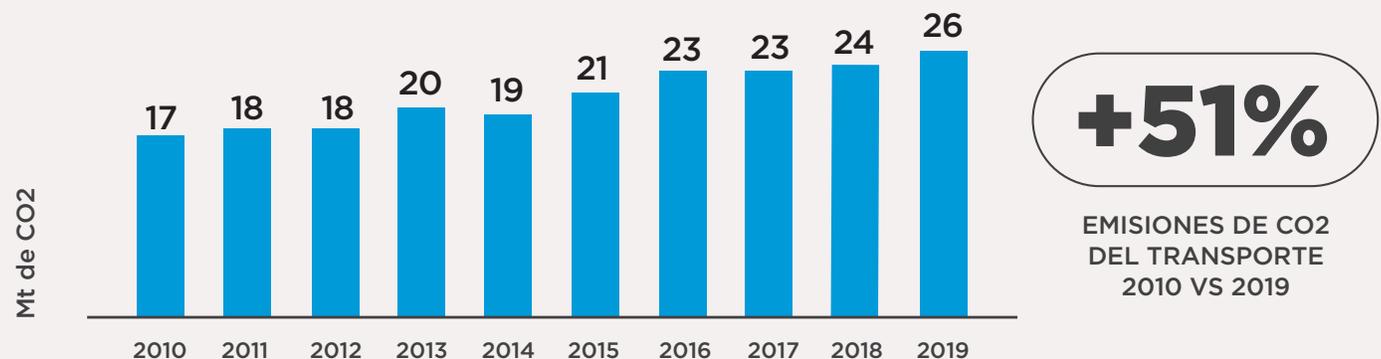
N/D

## 4.

### Adopción de mecanismos de CMNUCC

Plan nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAP)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación presentadas a la CMNUCC (NAMA)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Estrategia a largo plazo presentada a la CMNUCC (LT-LEDS)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Programa de acción nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAPA)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Contribución Determinada a Nivel Nacional presentada a la CMNUCC (NDC)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Transporte priorizado en la NDC	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Objetivos de mitigación del transporte en la NDC	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO

#### • Evolución de las emisiones de CO2 del sector transporte (2010-2019)



Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>

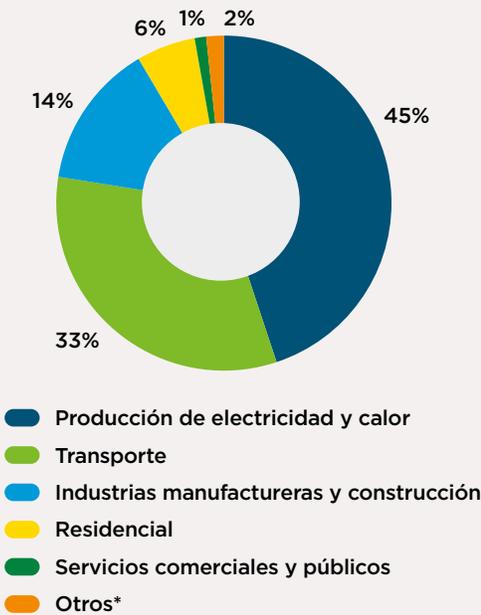


# República Dominicana

## 1.

### Emisiones de CO2 derivadas de la quema de combustible (2019)

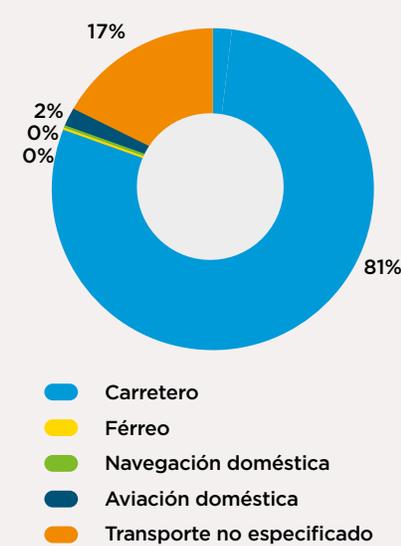
#### A. Emisiones por sector



Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>

\*Nota: Según INGEI (2015) el sector transporte emitió un total de 7,635.83 Gg de CO2, que corresponde al 21,5%.

#### B. Emisiones por modo de transporte



Fuente: IEA (2023), "Detailed CO2 estimates", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/data-00429-en>

## 2.

### Sector transporte priorizado en la NDC

SÍ  NO

#### Medidas de mitigación propuestas en la NDC

**CAMBIAR** Medidas orientadas a cambiar el modo de viaje

1. Ampliación y nuevos recorridos para 42 kilómetros de líneas del metro de Santo Domingo.
2. 11 kilómetros para nuevas líneas de sistema de teleférico en Santo Domingo alimentados con energía eléctrica.
3. Adecuación de red para ciclovías menor al 8 kilómetro de cada trayecto.

**MEJORAR** Medidas orientadas a mejorar la eficiencia de los sistemas de transporte

1. Sustitución de buses con tecnologías más eficientes.
2. Sustitución de taxis y conchos por tecnologías más eficientes.
3. Sustitución de vehículos privados por tecnologías más eficientes.



# República Dominicana

## 3.

### Coherencia entre medidas de la NDC con planes y políticas

#### Políticas/Medidas Nacionales

- Ley de Movilidad Eléctrica.
- Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica.
- Implementación del “Programa Nacional de Inspección Técnica Vehicular”.

#### Políticas/Medidas Sub-Nacionales

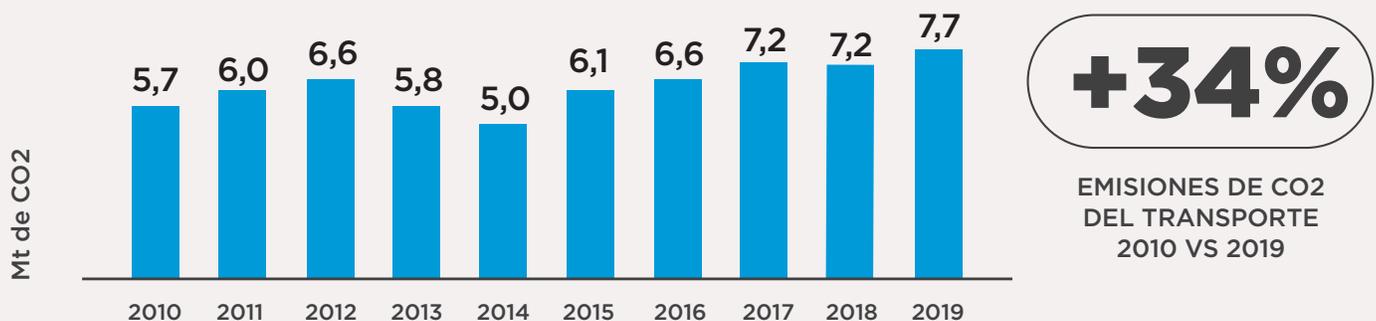
- Ampliación de capacidad de transporte de la línea I y línea II del metro de Santo Domingo.
- Construcción Monorriel, Santiago de los Caballeros.
- Construcción línea II del teleférico y primera Ciclovía en el Gran Santo Domingo.
- Renovación de Flota y Ascenso Tecnológico, OMSA.
- Autobuses eléctricos y sustitución de carros público (conchos).

## 4.

### Adopción de mecanismos de CMNUCC

Plan nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAP)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación presentadas a la CMNUCC (NAMA)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Estrategia a largo plazo presentada a la CMNUCC (LT-LEDS)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Programa de acción nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAPA)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Contribución Determinada a Nivel Nacional presentada a la CMNUCC (NDC)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Transporte priorizado en la NDC	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Objetivos de mitigación del transporte en la NDC	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO

#### • Evolución de las emisiones de CO2 del sector transporte (2010-2019)



Fuente: IEA (2023), “GHG Emissions from fuel combustion (summary)”, IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>



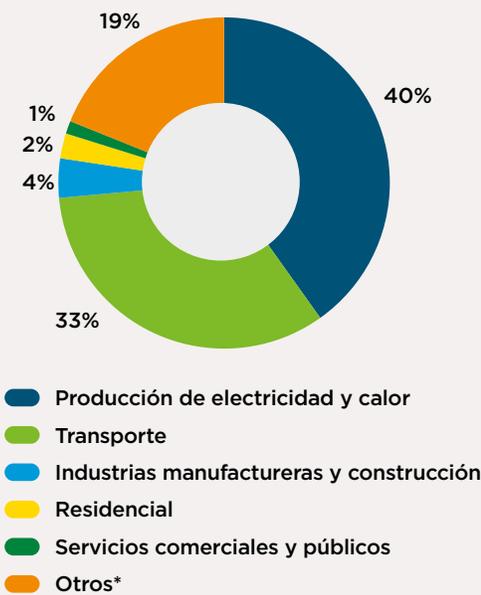
# Surinam



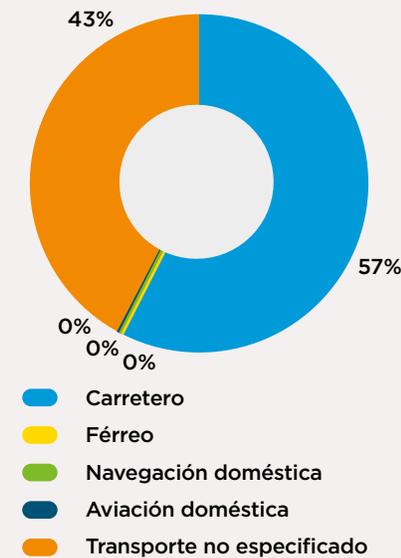
## 1.

### Emisiones de CO2 derivadas de la quema de combustible (2019)

#### A. Emisiones por sector



#### B. Emisiones por modo de transporte



Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>

Fuente: IEA (2023), "Detailed CO2 estimates", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/data-00429-en>

## 2.

### Sector transporte priorizado en la NDC

SÍ  NO

#### • Medidas de mitigación propuestas en la NDC

**CAMBIAR** Medidas orientadas a cambiar el modo de viaje

**MEJORAR** Medidas orientadas a mejorar la eficiencia de los sistemas de transporte

1. Rediseñar calles de manera que sean amigables para los peatones.

1. Introducir controles de emisiones de vehículos al 2027 (vehículos públicos y privados).
2. Limitar la importación de vehículos de más de 5 años (vehículos públicos y privados).
3. Mejorar el sistema de transporte público (añadir vías separadas de autobús, estaciones de autobuses públicos fuera del centro de la ciudad y autobuses lanzadera dentro del centro de la ciudad).



# Surinam



## 3.

### Coherencia entre medidas de la NDC con planes y políticas

#### Políticas/Medidas Nacionales

N/D

#### Políticas/Medidas Sub-Nacionales

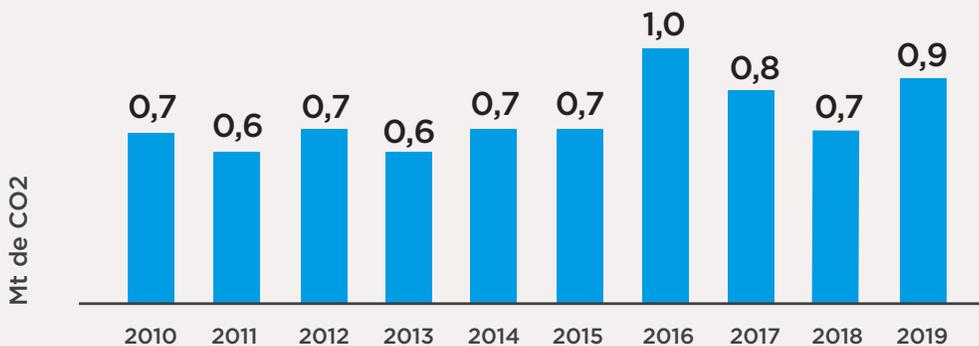
N/D

## 4.

### Adopción de mecanismos de CMNUCC

Plan nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAP)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación presentadas a la CMNUCC (NAMA)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Estrategia a largo plazo presentada a la CMNUCC (LT-LEDS)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Programa de acción nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAPA)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Contribución Determinada a Nivel Nacional presentada a la CMNUCC (NDC)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Transporte priorizado en la NDC	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Objetivos de mitigación del transporte en la NDC	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO

#### • Evolución de las emisiones de CO2 del sector transporte (2010-2019)



**+31%**

EMISIONES DE CO2 DEL TRANSPORTE 2010 VS 2019

Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>

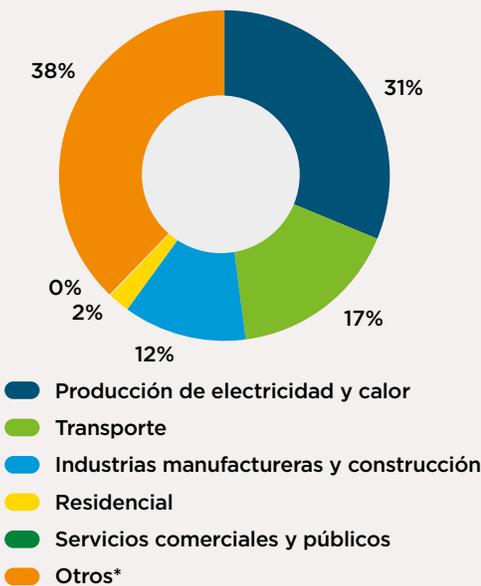


# Trinidad y Tobago

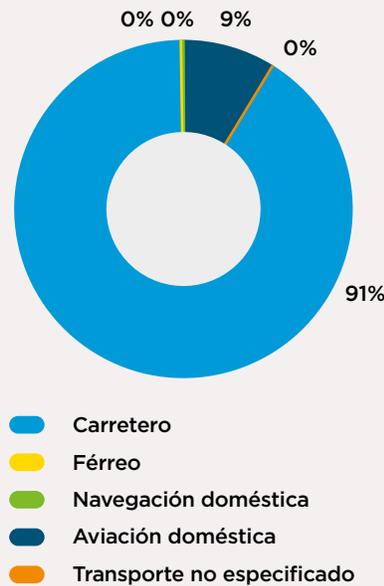
## 1.

### Emisiones de CO2 derivadas de la quema de combustible (2019)

#### A. Emisiones por sector



#### B. Emisiones por modo de transporte



Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>

Fuente: IEA (2023), "Detailed CO2 estimates", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/data-00429-en>

\*Nota: Según *Trinidad and Tobago's First Biennial Update* (2018) el sector transporte emitió un total de 2,688 Gg Toneladas de CO2, que corresponde al 6,4%.

## 2.

### Sector transporte priorizado en la NDC

SÍ  NO Hasta el año 2030, 1,7 MtCO2eq de reducciones específicamente en el sector de transporte público

#### • Medidas de mitigación propuestas en la NDC

<b>CAMBIAR</b>	Medidas orientadas a cambiar el modo de viaje	N/D
<b>MEJORAR</b>	Medidas orientadas a mejorar la eficiencia de los sistemas de transporte	N/D



# Trinidad y Tobago

## 3.

### Coherencia entre medidas de la NDC con planes y políticas

#### Políticas/Medidas Nacionales

- National Climate Change Policy (NCCP)
- Fuel Switching a state-funded program
- Solar Park at Piarco International Airport (PIA)

#### Políticas/Medidas Sub-Nacionales

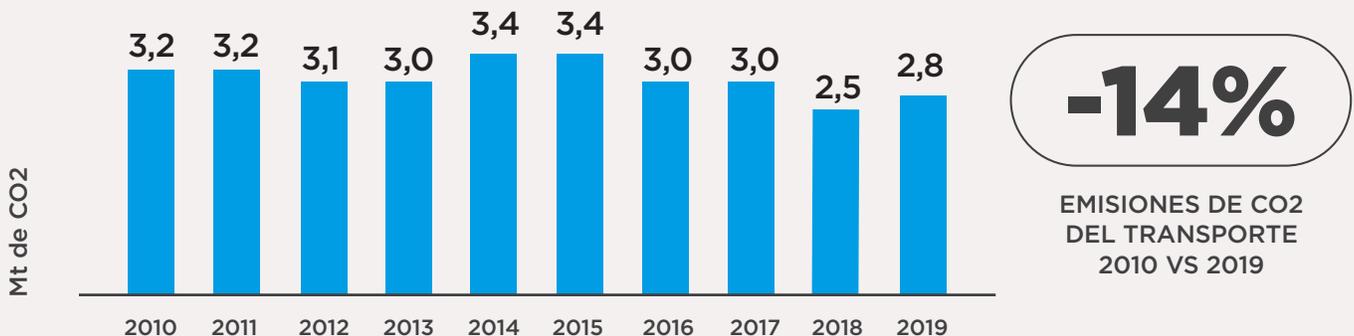
N/D

## 4.

### Adopción de mecanismos de CMNUCC

Plan nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAP)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Acciones Nacionales Apropiadas de Mitigación presentadas a la CMNUCC (NAMA)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Estrategia a largo plazo presentada a la CMNUCC (LT-LEDS)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Programa de acción nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAPA)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Contribución Determinada a Nivel Nacional presentada a la CMNUCC (NDC)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Transporte priorizado en la NDC	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Objetivos de mitigación del transporte en la NDC	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO

#### • Evolución de las emisiones de CO2 del sector transporte (2010-2019)



Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>

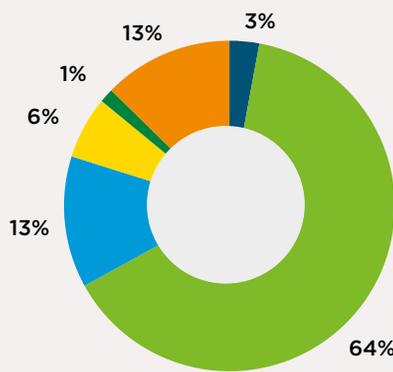


# Uruguay

## 1.

### Emisiones de CO2 derivadas de la quema de combustible (2019)

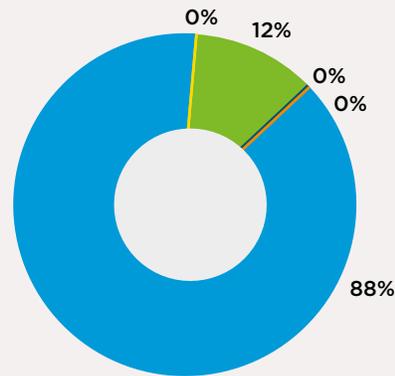
#### A. Emisiones por sector



- Producción de electricidad y calor
- Transporte
- Industrias manufactureras y construcción
- Residencial
- Servicios comerciales y públicos
- Otros\*

Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>

#### B. Emisiones por modo de transporte



- Carretero
- Férreo
- Navegación doméstica
- Aviación doméstica
- Transporte no especificado

Fuente: IEA (2023), "Detailed CO2 estimates", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/data-00429-en>

## 2.

### Sector transporte priorizado en la NDC

SÍ  NO

#### • Medidas de mitigación propuestas en la NDC

<b>CAMBIAR</b>	Medidas orientadas a cambiar el modo de viaje	N/D
<b>MEJORAR</b>	Medidas orientadas a mejorar la eficiencia de los sistemas de transporte	1. Incrementar a 2030 la incorporación de vehículos eléctricos y uso de cargadores rápidos y ultrarrápidos.



# Uruguay

## 3.

### Coherencia entre medidas de la NDC con planes y políticas

#### Políticas/Medidas Nacionales

- Proyecto de Movilidad Urbana Sostenible en Uruguay NUMP.
- Guía de Movilidad Urbana Eléctrica.
- Plan Nacional de Eficiencia Energética.

#### Políticas/Medidas Sub-Nacionales

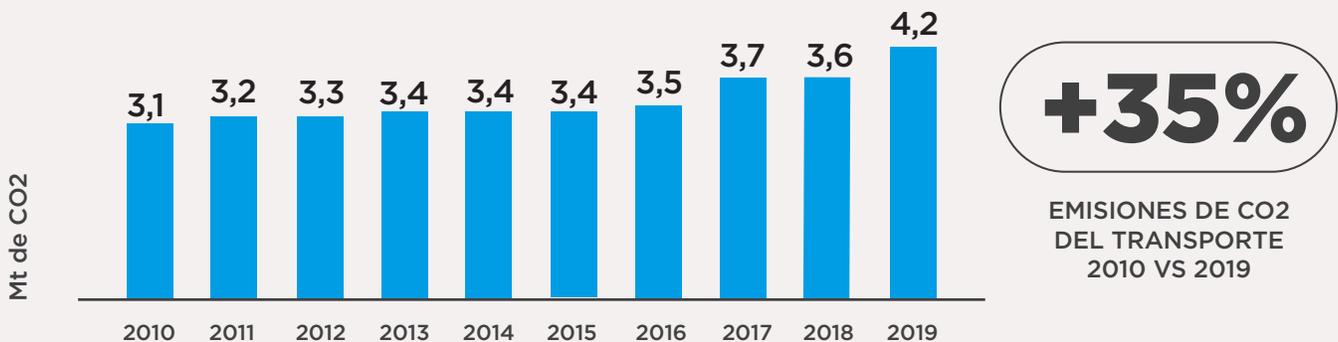
- Montevideo en bici.
- Sistema de bicicletas públicas inteligentes.

## 4.

### Adopción de mecanismos de CMNUCC

Plan nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAP)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación presentadas a la CMNUCC (NAMA)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Estrategia a largo plazo presentada a la CMNUCC (LT-LEDS)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Programa de acción nacional de adaptación presentado a la CMNUCC (NAPA)	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO
Contribución Determinada a Nivel Nacional presentada a la CMNUCC (NDC)	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Transporte priorizado en la NDC	<input checked="" type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO
Objetivos de mitigación del transporte en la NDC	<input type="radio"/> SÍ	<input checked="" type="radio"/> NO

#### • Evolución de las emisiones de CO2 del sector transporte (2010-2019)



Fuente: IEA (2023), "GHG Emissions from fuel combustion (summary)", IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy (database), <https://doi.org/10.1787/445ec5dd-en>

