

Hacia una transición energética justa



Hacia una transición energética justa

ImpactoCAF es una iniciativa creada por la Dirección de Aportes al Desarrollo y Medición de Impacto adscrita a la Gerencia de Planeación e Impacto al Desarrollo de CAF. La elaboración de este documento estuvo a cargo de Lesbia Maris.

Sandra Conde, Edgar Salinas, Juan Ríos, Lian Allub, Cecilia Paniagua, Matías Italia y Adriana Camacho hicieron valiosos comentarios y sugerencias al documento.

Además, este documento se benefició de los aportes de Daniel Ortega, Emmanuel Goncalves, Julia Hernández, Jennifer Simoes, Alejandro Peña, Ramiro Pascual, Norka Ayala, Sandra Srulevich, Luis Reingruber y Walter Cont.

Diseño gráfico: Humaga / La Plata, Buenos Aires, Argentina
www.humaga.com.ar

Revisión editorial: Daniela Staniscia

© 2025 Corporación Andina de Fomento

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



Hacia una transición energética justa

El Acuerdo de París, adoptado en 2015 y firmado desde entonces por 194 países (de 197 posibles), representa un hito en los esfuerzos de la comunidad internacional por dar una respuesta coordinada ante el cambio climático. El objetivo principal del acuerdo es mantener el aumento de la temperatura terrestre muy por debajo de 2 grados centígrados (°C) respecto a niveles preindustriales; y propone realizar esfuerzos para evitar que el aumento supere 1,5°C respecto a niveles preindustriales¹.

La motivación de fijar este objetivo está relacionada, por un lado, con la creciente evidencia sobre los impactos negativos que el cambio climático ya está teniendo, por ejemplo, en la frecuencia y severidad de los eventos climáticos extremos². Por otro lado, está atada a la preocupación de que superar el umbral del 1,5°C supondrá impactos climáticos cada vez más adversos, incluyendo inundaciones y sequías con mayor frecuencia y severidad.

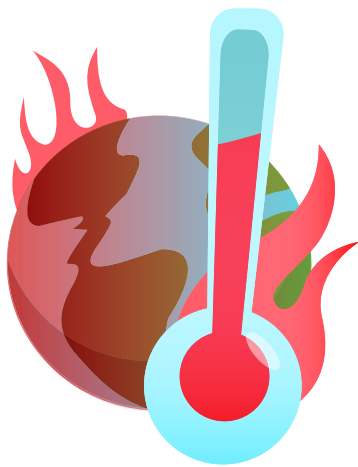
En América Latina y el Caribe el sector energético genera anualmente casi la mitad de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), consideradas como la causa principal del calentamiento terrestre.

Entre las acciones que los países deben llevar adelante para cumplir con los objetivos del Acuerdo de París, la transición energética es una de las más importantes. En América Latina y el Caribe (ALC), el sector energético genera anualmente casi la mitad de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), consideradas como la causa principal del calentamiento terrestre.

Esta transición energética implica modificar los patrones de transformación, transporte y consumo de energía para reducir progresivamente su aporte a las emisiones globales de GEI, sin debilitar la capacidad de los países para continuar impulsando un crecimiento sostenible y la erradicación de la pobreza. En el marco del Acuerdo de París, lo anterior implica que la transición hacia un sector energético sustentable debe ser justa: su duración y las acciones específicas que cada país implemente dependerá de sus posibilidades, recursos disponibles y su necesidad de impulsar un mayor bienestar³.

El aumento de la temperatura terrestre y la actividad humana

Se estima que desde 1850, el aumento promedio de la temperatura del planeta ha sido de al menos 1,1°C.



La temperatura del planeta ha aumentado de manera sostenida por décadas. Se estima que desde 1850, el aumento promedio ha sido de al menos 1,1°C⁴. Existe amplia evidencia sobre el impacto negativo de este aumento de temperatura en el ambiente y bienestar de los seres humanos, así como también de que sus efectos serán irreversibles si el aumento sobrepasa 1,5°C respecto de la era preindustrial⁵.

Por ejemplo, casi la mitad de las especies del mundo se han desplazado hacia los polos o hacia zonas de mayor elevación buscando temperaturas más frías, y esto ha generado transformaciones importantes en los ecosistemas. El calentamiento también ha generado un deterioro del agua, del suelo y de las condiciones climáticas, lo cual ha afectado negativamente la producción de alimentos en algunas partes del mundo⁴.

La vida de las personas también se ha modificado por el cambio climático. Por una parte, el aumento de la temperatura ha afectado la salud generando, por ejemplo, una mayor incidencia de enfermedades infecciosas y un aumento en los problemas de nutrición y de salud mental, derivados estos últimos de la vulnerabilidad asociada a los eventos climáticos. Por otra parte, ha incrementado la frecuencia e intensidad de los eventos climáticos extremos y, en consecuencia, el riesgo de desplazamientos de la población, así como daños a la infraestructura e importantes pérdidas económicas^a. Los datos disponibles indican que es posible que estos efectos negativos sean mayores en zonas tropicales, como Mesoamérica, el Caribe y las regiones del norte de Sudamérica^b.



La evidencia sugiere que el calentamiento sin precedentes de la superficie terrestre desde mediados del siglo XIX podría estar vinculado a las emisiones de gases de efecto invernadero⁴. La acumulación de dióxido de carbono (CO₂)^b en la tierra ha pasado de 4,77 gigatoneladas de dióxido de carbono (GtCO₂)^c a 1.800 GtCO₂, donde el 90% de ese aumento se ubica en los últimos 75 años y, a la vez, el 40% en los últimos 25 años⁷. Los GEI —genera-

^a En el período de 2010 a 2021, los desastres naturales en ALC casi se triplicaron y los costos materiales casi de cuadruplicaron. Se estima que estos costos equivalen al 0,32% del PIB de la región ([Cont et al., 2022](#)).

^b El CO₂ (dióxido de carbono) es uno de los principales gases de efecto invernadero.

^c Una Gt (gigatonelada) equivale a 1.000 millones de toneladas.

La falta de acciones que permitan reducir las emisiones de GEI de manera significativa provocará que la temperatura terrestre continúe aumentando y esto tendrá efectos potencialmente irreversibles para el planeta.

dos por distintas actividades humanas como la transformación de energía o las actividades agrícolas y ganaderas—, se acumulan en la atmósfera, generando una capa que evita que el calor contenido en la tierra salga hacia el espacio, lo cual provoca un aumento de la temperatura en la superficie terrestre⁸.

La falta de acciones que permitan reducir las emisiones de GEI de manera significativa provocará que la temperatura terrestre continúe aumentando y esto tendrá efectos potencialmente irreversibles para el planeta⁵. Tal como se mencionó en el inicio, el Acuerdo de París contempla esta necesidad y establece como objetivo limitar a 1,5°C la emisión de GEI. Algunas estimaciones apuntan que, para cumplir con este objetivo, es necesario reducir las emisiones en 43% para el año 2030 y alcanzar el escenario de cero emisiones netas (CEN)^d como máximo en 2050⁵.



En este sentido, como se verá en el apartado siguiente, la transformación del sector energético es un área de acción clave para alcanzar las metas establecidas en el Acuerdo de París.

Fuentes de emisiones de GEI en ALC



La energía es un insumo necesario para realizar cualquier actividad, sea a nivel de los hogares o a nivel industrial, como iluminación, servicios de telecomunicaciones, transporte de personas y mercancías; o para la operación de un sinnúmero de dispositivos electrónicos de uso cotidiano como celulares, computadoras, aires acondicionados o equipos de refrigeración. Por este motivo, históricamente, la energía ha tenido un rol fundamental en la generación de riqueza y bienestar, y es un recurso central en los esfuerzos por combatir la pobreza⁹. Sin embargo, su transformación y consumo ha provocado efectos perniciosos para el medio ambiente y para la vida humana.

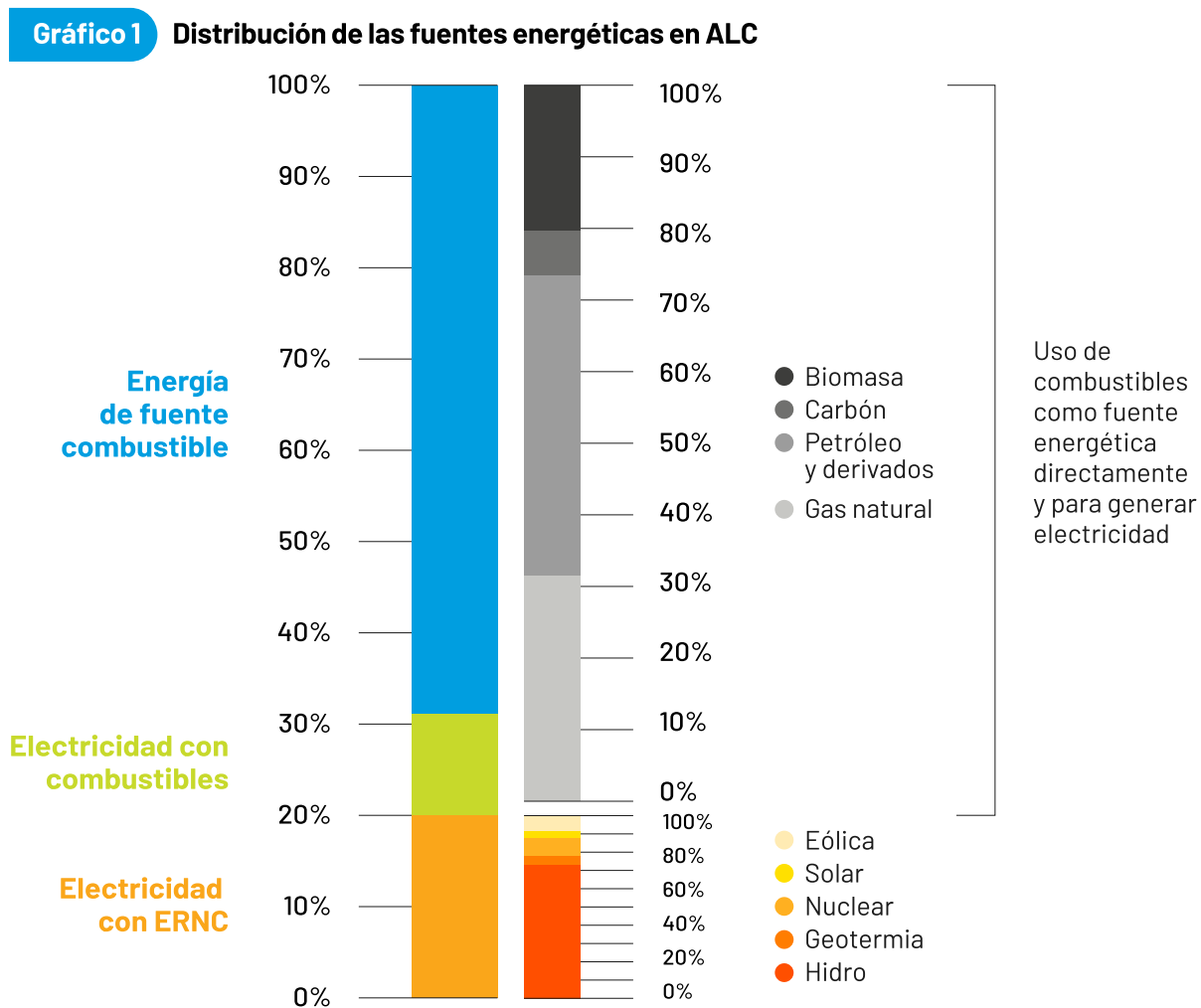
A nivel mundial, el sector de energía^e contribuye con alrededor del 80% de las emisiones GEI, mientras que la agricultura, silvicultura y otros usos del suelo representan el 15%. Aunque en ALC el peso del sector energético es menor respecto al conjun-

^d CEN implica reducir las emisiones de GEI a una cantidad que pueda ser absorbida y almacenada por mucho tiempo de forma natural o usando tecnologías de captura de carbono (UN, 2025).

^e El sector de energía incluye actividades relacionadas a la combustión (industria energética, industria de manufactura, transporte y sector comercial y residencial), emisiones fugitivas y transporte y almacenamiento de CO₂ (IPCC, 2024).

to del mundo, la contribución de este sigue siendo importante en la emisión anual de GEI regional con un 46%¹⁰.

En el **Gráfico 1** observamos la distribución de las fuentes energéticas en ALC. El 70% del requerimiento energético de la región se atiende directamente con combustibles fósiles (barra celeste) que emiten GEI tanto durante la extracción y transformación, como durante su transporte y uso —por ejemplo, con el uso de vehículos con motores de combustión—. El 30% restante (unión de barras verde y naranja) se atiende con electricidad, siendo un tercio (34% representado por la barra verde) el porcentaje que se genera con fuentes que emiten GEI —gas, petróleo y sus derivados; así como la biomasa y el carbón—. El resto de la electricidad (barra naranja) se produce con fuentes de energía más limpias que generan pocas o nulas emisiones, como la energía hidroeléctrica (25% de la generación eléctrica total), la nuclear (4%), la eólica (3%), la geotérmica (2%) y la solar (1%)^{9,f}.



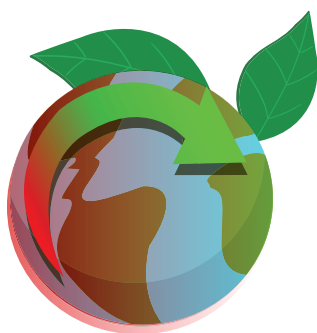
Fuente: elaboración propia con datos de OLADE (procesados para el RED 2024).

^f Para profundizar en la evolución de la matriz energética de ALC, consultar el capítulo 1 del RED2024 (Allub et al., 2024).

Los esfuerzos por reducir las emisiones de GEI y, por tanto, frenar el cambio climático requieren de una transformación en todo el sector energético, desde la extracción y transformación hasta el consumo final de energía.

De lo anterior se desprende entonces que los esfuerzos por reducir las emisiones de GEI y, por tanto, frenar el cambio climático requieren de una transformación en todo el sector energético, desde la extracción y transformación hasta el consumo final de energía. Adicionalmente, esta transformación contribuirá a aprovechar la mayor disponibilidad de fuentes de generación de energía disponibles hoy en día, algunas de las cuales son ya más baratas que las fuentes convencionales⁹. Por otra parte, los requerimientos de cada país respecto a su crecimiento económico y logro de mayores niveles de bienestar, imponen la condición de que la velocidad de transición y su naturaleza deben adaptarse a las características y necesidades de cada país. A lo largo del documento, se hace referencia a este cambio como **transición energética justa**.

La transición energética justa



En línea con las consideraciones del Acuerdo de París, *la transición energética justa* busca detener el aumento de la temperatura de la superficie terrestre a través de acciones que, por un lado, reduzcan gradualmente las emisiones de GEI asociadas al sector energético; y por otro, se ajusten a las características de cada país. Es decir, una particularidad de esta transición energética es que la trayectoria de sustitución de las fuentes fósiles debe ser diferente en cada país para garantizar que todos pueden acceder a la energía necesaria para lograr mayores niveles de desarrollo y bienestar³.

En el caso de ALC, la transición energética justa debe responder a ciertas particularidades como las perspectivas de crecimiento de la demanda energética para los próximos 25 años; la oferta de energía primaria con una alta participación de energías renovables; las reservas de recursos tanto renovables como fósiles; y un nivel de emisión que, en términos per cápita, es menor respecto al resto del mundo y que, en términos de PIB, es mayor que el de los países desarrollados. En este contexto, se destaca la creciente penetración del gas natural en ALC y el importante papel que pudiera tener en los esfuerzos de los países por alcanzar seguridad energética³.

En la última década, el desempeño de la región en materia de transición energética justa ha sido mixto. Según el Índice de

⁹“En 2009, el costo nivelado de la generación de electricidad a partir de paneles solares era de 359 dólares (USD) por megavatio por hora (MWh); en contraste, el de una planta eléctrica basada en el carbón era de USD 111 por MWh. Diez años más tarde, los números son de USD 40 y USD 109 respectivamente” (Allub et al., 2024, p.32).

La región ha de fortalecer su desempeño hacia una transición energética justa mediante una mayor incorporación de medidas relativas al cambio climático en la normativa nacional y mediante la promoción de mecanismos para aumentar la capacidad de planificación y gestión, entre otros temas.

Transición Energética del Foro Económico Mundial (WEF)^h, la evolución en los últimos 10 años de ALC se ha rezagado en materia de inversión e innovación energética y en cuanto a la calidad y/o existencia de un marco regulatorio adecuado —dos tercios del valor promedio de los países desarrollados del mundo— en la preparación para una transición. No obstante, ha logrado avances importantes en términos de sostenibilidad, seguridad y equidad en el acceso a la energía^l.

En efecto, un análisis más detallado para cinco países de ALC realizado por CAF³ permite identificar que la región ha de fortalecer su desempeño hacia una transición energética justa mediante una mayor incorporación de medidas relativas al cambio climático en la normativa nacional y mediante la promoción de mecanismos para aumentar la capacidad de planificación y gestión, entre otros temas.

Todos los aspectos señalados —que no solo comprenden la naturaleza técnica, sino consideraciones económicas, políticas e institucionales— son esenciales en este proceso de transición energética justa que debe impulsar ALC para cumplir con el objetivo de reducir las emisiones de GEI del sector de energía.

La sostenibilidad de esta transición dependerá también de que los países de la región puedan utilizar los recursos naturales e infraestructura disponibles, al tiempo que garanticen el cumplimiento de los compromisos ambientales.



Pilares tecnológicos

Desde el punto de vista tecnológico, la transición energética justa implica principalmente aumentar la generación de energía con fuentes renovables convencionales y no convencionales (ERNCⁱ), así como la electrificación del consumo energético, la eficiencia eléctrica y energética e impulsar el uso del gas como energía de transición⁹.

Reducir la dependencia de fuentes energéticas con alto contenido de carbono requiere, por un lado, aumentar la participación de energías renovables tanto convencionales



^h World Economic Forum, por sus siglas en inglés.

ⁱ Las energías renovables no convencionales (ERNC) son las energías solar, eólica, geotérmica, minihidráulica, oceánica y la bioenergía.

Desde el punto de vista tecnológico, la transición energética justa implica aumentar la generación de energía con fuentes renovables convencionales y no convencionales, así como la electrificación del consumo energético, la eficiencia eléctrica y energética e impulsar el uso del gas como energía de transición.



—por ejemplo, biomasa— como no convencionales —solar, eólica o minihidráulica—. Se estima que para alcanzar el escenario de cero emisiones netas (CEN), la participación conjunta de las energías solar, eólica e hidráulica debe pasar del 26% al 43% en la oferta total de los países de ALC al año 2050. De igual forma, se requiere un aumento en la capacidad de almacenamiento dada la intermitencia de las ERNC.

En segundo lugar, otra parte de la disminución de las emisiones debe producirse en torno a una mayor electrificación de la actividad económica. Para alcanzar el escenario CEN en 2050, se estima que es necesario un aumento de 30% a 53% de la participación de la electricidad en la matriz energética.

En tercer lugar, es necesario aumentar la eficiencia con la que se utiliza la energía (eficiencia energética) —especialmente la del sector eléctrico— a través de una reducción de los requerimientos energéticos por unidad de producto (intensidad energética) en todos los sectores. Esto se puede lograr, entre otras cosas, a través de la reducción de pérdidas en los procesos de transformación y transporte de electricidad; el uso de maquinaria y vehículos de motor más eficientes en el consumo de energía; o mejoras en el diseño y construcción de edificaciones para disminuir su consumo energético. Como consecuencia, el menor consumo permitiría reducir las necesidades de generación de energía o utilizarla de una forma más eficiente.

En todo este proceso de transformación tecnológica será importante el rol del gas como combustible de transición. Considerando las emisiones generadas en la combustión, las pérdidas de eficiencia y las emisiones fugitivas de metano^j en ALC, el gas natural se destaca como la fuente menos contaminante entre las alternativas fósiles^k. Por tanto, al ser menos contaminante y más accesible en la región en relación con otras fuentes energéticas, el gas es una opción válida para descarbonizar la matriz energética a un ritmo ajustado, de acuerdo a las circunstancias de cada país. Es importante tener en cuenta, sin embargo, que el peso en la matriz energética de ALC de fuentes fósiles como el gas, debe responder a dos objetivos de po-



^j Las emisiones fugitivas son aquellas emisiones intencionales o no intencionales que ocurren durante la extracción, procesamiento y entrega hasta el punto de uso final de combustibles fósiles (IPCC, 2006)

^k En el capítulo 3 del RED 2024 (Allub et al., 2024) se detalla la intensidad de las emisiones de GEI en ALC para distintas fuentes de energía (ver cuadro 3.2).

lítica en la materia. Por un lado, acceder a una fuente energética relativamente abundante para atender las necesidades de crecimiento económico y bienestar; y por otro, reducir progresivamente las emisiones de GEI asociadas al sector energético para alcanzar eventualmente el escenario CEN. Esto implica evitar que la mayor participación del gas natural retrase la incorporación de opciones de generación más limpias.

Aspectos sociales y económicos

La transición debe garantizar que todos los países puedan acceder a la energía necesaria para apuntalar su aspiración a un mayor bienestar y un crecimiento económico estable y sostenible.

Desde el punto de vista social y de crecimiento económico, esta transición debe garantizar que todos los países puedan acceder a la energía necesaria para apuntalar su aspiración a un mayor bienestar y un crecimiento económico estable y sostenible. Esto implica, por una parte, que los esfuerzos de transición energética deben incorporar acciones para aumentar la accesibilidad, asequibilidad y calidad del servicio eléctrico para la población y promover fuentes de energía limpia.

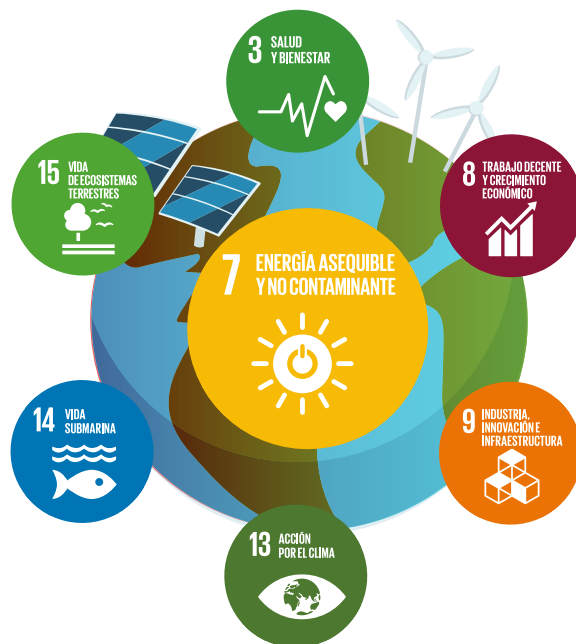
Por otra parte, desde el punto de vista económico es importante que se minimicen los costos de la transición asociados a la reducción de actividades en el sector de explotación de hidrocarburos. Esto incluye tanto las pérdidas de capital derivadas de la reducción en el uso de activos que aún tienen vida útil, como la consiguiente pérdida de empleos. De igual forma, la velocidad de la transición en cada país deberá ajustarse al nivel de dependencia fiscal que poseen respecto a las cadenas productivas asociadas a los hidrocarburos y de la capacidad que tengan los gobiernos para sustituir estas fuentes de ingresos.

La conjunción de los aspectos tecnológicos, sociales, económicos e incluso institucionales, configuran, por lo tanto, un proceso de transición energética complejo y heterogéneo que debe implementarse de forma inminente a fin de cumplir con las metas esta-

blecidas en el Acuerdo de París. En este sentido, es importante resaltar el rol de la cooperación internacional y de los flujos de inversión como un pilar fundamental para planificar y ejecutar políticas de transición energética en la región.



En la próxima sección del documento se presentará la contribución que CAF ha realizado desde el año 2014 para lograr en ALC una transición energética justa. En el marco de los ODS, esta contribución se alinea directamente con el logro de los objetivos:



La acción de CAF para impulsar una transición energética justa

En el marco del Acuerdo de París para impulsar la transición energética justa, CAF busca apoyar a los países de ALC para reducir gradualmente las emisiones de GEI al mismo tiempo que promueve el uso de tecnologías basadas en los recursos disponibles de la región, con especial énfasis en aquellos que generen un mayor aporte al crecimiento económico. Esto tiene como objetivo tanto alcanzar el escenario CEN, como también mejorar los niveles de vida de la población³.



Desde 2014 hasta julio de 2025, CAF aprobó 63 operaciones de crédito en 20 países por un total de USD 8.218 millones con el objetivo de impulsar acciones y proyectos de transición energética para la generación baja en carbono a partir de ERNC, energía hidráulica y gas natural; electrificación de áreas rurales; y mejora en la infraestructura de transmisión y distribución de energía eléctrica (**ver Tabla 1**). Los países que han sido beneficiados por las operaciones de transición energética son: Argentina, Bahamas, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela.

ACCIÓN DE CAF EN LOS ÚLTIMOS 11 AÑOS (2014-2025)

63 operaciones de crédito

para impulsar acciones y proyectos de transición energética

\$8.218 millones de dólares

20 países beneficiados

Argentina, Bahamas, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela

Adicionalmente, desde 2018, 49 operaciones de crédito aprobadas por CAF que apoyaron acciones para mejorar la movilidad urbana también han contribuido con la reducción de las emisiones de GEI asociadas al transporte de pasajeros en 9 países de la región: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, El Salvador, Paraguay y Uruguay.



En cuanto a las cooperaciones técnicas, desde 2018, se han aprobado un total de 32 por USD 38 millones que han apoyado, principalmente, la elaboración de insumos para el diseño e implementación de proyectos energéticos en hidrógeno verde, generación distribuida, movilidad eléctrica, transporte y consumo de gas natural, entre otros. En este sentido, es importante destacar el **Programa de Preinversión de Infraestructura Regional (PPI)** creado en diciembre de 2017 para fortalecer la fase de preinversión de proyectos de energía —entre otras áreas— a través del financiamiento de estudios de prediseño, prefactibilidad, factibilidad o diseño final.

Además, desde 2014, CAF ha administrado USD 181 millones del Fondo Verde para el Clima (GCF)¹ en la región, destinado a implementar proyectos que impulsen la transición energética en las áreas de generación de electricidad con fuentes renovables y movilidad eléctrica.

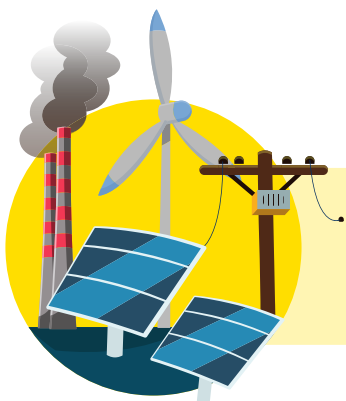
¹ Green Climate Fund, por sus siglas en inglés.

TABLA 1 Impactos potenciales de los tipos de intervenciones financiadas por CAF

Intervención		Impactos en			
		Reducción de emisiones de GEI	Mejora en la calidad del aire	Acceso al servicio	Confiabilidad y estabilidad del servicio eléctrico
	Generación de electricidad*	 Vía reducción de generación de energía con fuentes fósiles		 Aumento en la oferta energética	 Aumento en la capacidad de generación
	Energías renovables no convencionales 22 operaciones				
	Energía hidráulica 5 operaciones				
	Centrales termoeléctricas con gas natural 2 operaciones				
	Generación de energía a partir de hidrógeno verde 1 operación				
	Infraestructura de transporte y almacenamiento de gas natural 10 operaciones				-
	Electrificación de la demanda eléctrica 5 operaciones			 Disponibilidad del servicio eléctrico en zonas rurales	-
	Infraestructura de transmisión y distribución de energía eléctrica 28 operaciones	 Aumento de eficiencia que podría reducir necesidades de generación con fuentes fósiles		-	 Vía mejoras en la calidad del transporte de electricidad
	Impulso al uso de vehículos eléctricos 1 operación	 Disminución de uso de vehículos de combustión interna		-	-
	Infraestructura de movilidad pública 49 operaciones				

* En 8 operaciones no fue posible identificar el tipo de ERNC de acuerdo con la información del negocio. Además, existen operaciones con las que se financia más de un tipo de ERNC.

Nota: una misma operación de crédito puede financiar más de un tipo de intervención.



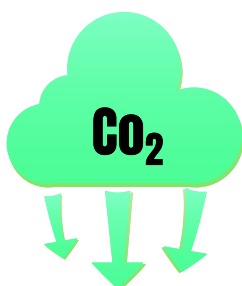
Impacto de la acción de CAF

A continuación, se muestra el impacto potencial de las operaciones apoyadas por CAF de acuerdo al tipo de intervención.

Generación de electricidad y electrificación

Desde 2014, para aumentar la capacidad de generación eléctrica, CAF ha aprobado un total de 27 operaciones: 22 operaciones de crédito para financiar proyectos de generación basados en ERNC, 5 para financiar proyectos de generación con energía hidráulica y 2 de generación eléctrica con gas natural.

Estos proyectos han aumentado la capacidad de generación en al menos 1.663 megavatios/hora (MV), lo que permitiría cubrir las necesidades energéticas de aproximadamente 2 millones de hogares de la región, de acuerdo con estimaciones propias y el consumo promedio de los hogares en los países beneficiados con estos proyectos.



La sustitución de las fuentes contaminantes de generación eléctrica se podría traducir en una disminución anual de GEI de al menos 1,2 millones de toneladas equivalentes de dióxido de carbono (tCO₂eq) —usando la producción teórica de 2024—, lo que corresponde a aproximadamente un 1,5% del total de emisiones de CO₂ equivalentes atribuibles a la generación de energía eléctrica conectada a la red para los 5 países con proyectos operativos. A su vez, desde la entrada en operación de cada proyecto, aquellos de generación eléctrica con ERNC e hidráulica contribuyeron a reducir la emisión de GEI por 5,9 millones de tCO₂eq^m.

En cuanto a proyectos de electrificación, CAF ha financiado 5 operaciones para aumentar la provisión de energía eléctrica en Ecuador y Colombia, especialmente en zonas rurales y desfavorecidas.

De igual forma, CAF ha rindado apoyo a través de 12 cooperaciones técnicas para el desarrollo de proyectos de energía y la elaboración de insumos para el diseño e implementación de políticas y programas energéticos.

^m Con base en cálculos propios realizados a partir de la información de una muestra de 13 operaciones con información específica de la fuente y capacidad de generación.



Impactos del acceso a la energía eléctrica

La evidencia presentada en [ImpactoCAF – Electrificación sostenible](#) muestra que la generación adicional y la nueva infraestructura de electrificación que CAF ha financiado desde 2014 ha contribuido a aumentar el acceso a la energía eléctrica por parte de los hogares. De ser así, podrían experimentar una mejoría en variables como ingresos, empleo, calidad de vida, nivel educativo y salud. Las magnitudes de estos impactos dependen del contexto y de las características de los beneficiarios finales (**ver Tabla 2**).

De acuerdo con la evidencia disponible, la posibilidad de lograr estos impactos depende de varios factores¹²:

» **La conexión efectiva:** una fracción importante de los hogares suele no conectarse a la red eléctrica disponible si para hacerlo tiene que incurrir en algún gasto. En estos casos, los hogares no podrán disfrutar de los beneficios que ofrece el acceso al servicio eléctrico¹³.

» **La calidad del servicio eléctrico:** si el servicio eléctrico ofrecido no es continuo y estable, los hogares no podrán hacer un uso pleno y confiable; lo que puede implicar que decidan no conectarse a la red¹⁴ o no invertir en equipamientos electrónicos¹⁵.



» **El gasto complementario de los hogares en equipamiento electrónico:** algunos hogares, especialmente los más vulnerables, no cuentan con los recursos económicos para invertir en equipamiento electrónico —refrigeradores, lavadoras, televisores y computadoras— que pudieran ayudar a reducir el tiempo dedicado a ciertas labores, mejorar su calidad de vida o aumentar su productividad¹⁶.

» **La posibilidad de iniciar emprendimientos o complementar las actividades económicas a las que ya se dedican los hogares:** la electrificación ayudará a los hogares a aumentar sus ingresos si, entre otras cosas, pueden complementar su actividad económica actual o iniciar una actividad nueva. Esta posibilidad depende de varios factores, como la disponibilidad de mano de obra o la accesibilidad a los mercados, entre otros¹⁷.

» **Intervenciones complementarias:** permiten potenciar el impacto de la electrificación como, por ejemplo, las inversiones en vialidad o en conectividad digital¹⁸.

TABLA 2 Impactos potenciales de la generación eléctrica y la electrificación

Inversiones apoyadas por CAF



Generación de energía eléctrica*

27 operaciones



Eólica

10 operaciones



Solar

7 operaciones



Hidroeléctricas

5 operaciones



Termoeléctricas con fuente de gas

2 operaciones



Electrificación rural

5 operaciones

Operaciones por país

ARGENTINA 1
BAHAMAS 1
BOLIVIA 2
BRASIL 2
CHILE 3
COLOMBIA 4*
COSTA RICA 1
ECUADOR 9*
GUATEMALA 1
MÉXICO 2
PANAMÁ 2
PERÚ 6
URUGUAY 2
MULTINACIONAL 3

* de las cuales 3 son de Electrificación

A nivel de los hogares, la electrificación genera:

→ Impactos positivos en variables de bienestar que dependen del contexto y características de los beneficiarios

Fuente

Moore et al., 2020 ★★★
Bayer et al., 2020 ★★
Zaman et al., 2021 ★★★
Meeks y Mahadevan, 2025 ★★
Lee et al., 2020 ★★
Chakravorty y Pelli, 2022 ★★
Jiménez, 2020 ★★

→ Algunos beneficios positivos:

Jiménez, 2020 ★

- ↑ 13% empleo
- ↑ 24% ingreso familiar
- ↑ 6% matriculación escolar
- ↑ 5% tiempo dedicado al estudio
- ↑ 13% años de escolaridad

→ Posibles impactos positivos en la disponibilidad y calidad de servicios de salud

Khogali et al., 2022 ★★★

A nivel agregado, mayor desarrollo energético está asociado con:

- Salud
- Educación
- Crecimiento económico

Banerjee et al., 2021 ★★★

Referencias

Revisión sistemática

Alta confiabilidad ★★★

Evaluación de impacto /
Otros estudios (modelos de equilibrio general, matrices insumo-producto, modelos ingenieriles, etc.)

Media confiabilidad ★★

Baja confiabilidad ★

* En 8 operaciones no fue posible identificar el tipo de ERNC de acuerdo con la información del negocio. Además, existen operaciones con las que se financia más de un tipo de ERNC.



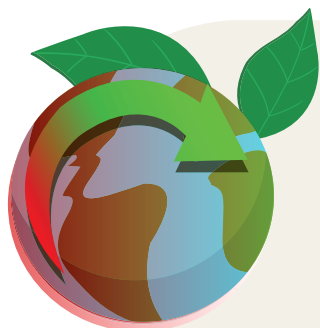
La mayor capacidad de generación eléctrica también podría aumentar la calidad del servicio para los usuarios ya conectados a la red, al disminuir la presión de la demanda sobre los sistemas eléctricos. En la siguiente sección (transmisión y distribución) se abordarán los impactos de una mejora en la suficiencia, continuidad y calidad del servicio eléctrico.

Para una discusión más detallada sobre la acción de CAF para impulsar la electrificación, así como sus impactos potenciales, con evidencia específica para ALC, ver [ImpactoCAF – Electrificación sostenible](#).

Impactos relacionados a la reducción de contaminantes

Adicional al impulso de la electrificación y la generación de energía limpia, CAF también ha apoyado proyectos para facilitar el acceso al gas natural como combustible de transición, financiando mejoras en el transporte, distribución y almacenamiento de gas en 10 operaciones por un total de USD 1.940 millones en Argentina, Bahamas, Brasil, Chile, Panamá y Perú. Este apoyo permite contribuir con la transición energética en la medida en que el uso de gas natural implica, en ciertas circunstancias, menos emisiones respecto a otros combustibles fósiles (**ver nota al pie k**). De igual forma, en Chile CAF está apoyando un programa para desarrollar la industria del hidrógeno verde.

En 5 cooperaciones técnicas, CAF ha apoyado la elaboración de insumos de política para impulsar el hidrógeno verde en la región, así como una industria gasífera más limpia.



El apoyo que CAF brinda a los países de la región para incrementar la electrificación y el acceso al gas natural como combustible de transición entre 2014 y 2024, contribuye a mejorar la calidad del aire dentro de los hogares electrificados y también en las localidades cercanas a las plantas de generación eléctrica a partir de fuentes fósiles, impactando esto positivamente en la salud, especialmente de los niños (**ver Tabla 3**).

La mejora en la calidad del aire se explica por la disminución en el uso de combustibles muy contaminantes, como la leña, que generan sustancias nocivas para la salud —material particulado

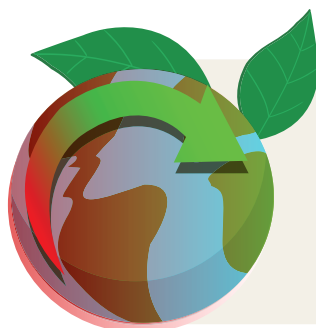


(PM) o dióxido de azufre (SO₂)—. De igual forma, el mayor acceso al servicio eléctrico o al servicio de gas natural por parte de los hogares puede traducirse en una disminución del uso de otras fuentes de energía más contaminantes como el carbón o el queroseno³. El apoyo de CAF para fortalecer los sistemas de transmisión y distribución de electricidad también contribuyen en este sentido, en la medida en que, como se verá más adelante, mejoren la disponibilidad y confiabilidad del servicio y, por tanto, incrementen el uso de electricidad por parte del hogar, reduciendo a la vez el uso de fuentes de energía más contaminantes.

Asimismo, la mayor capacidad de generación eléctrica con ERNC o con gas natural podría sustituir la capacidad de generación eléctrica con otras fuentes fósiles, como el carbón o los derivados del petróleo, que también liberan al ambiente sustancias contaminantes.

Impactos en empleo

Un aspecto recurrente en la discusión sobre la transición energética justa se refiere al hecho de que la sustitución del uso de energías fósiles con ERNC puede implicar cambios importantes en los mercados de trabajo, tanto en los niveles de empleo como en el tipo y calidad⁹. Si bien no existe abundante evidencia causal al respecto, según algunas estimaciones, en un escenario de alta penetración de tecnologías de generación limpias o menos contaminantes, el aumento en el nivel de empleo permitiría compensar los empleos perdidos en los sectores de explotación y uso de combustibles fósiles (aunque este resultado puede variar dependiendo del tipo de energía).



La inversión apoyada por CAF en energías renovables o bajas en carbono, de acuerdo con la evidencia (**ver Tabla 3**), puede aumentar el empleo en las fases de operación y mantenimiento de la nueva infraestructura¹⁹. El potencial de beneficio en términos de empleo es heterogéneo entre paísesⁿ y entre tipos de energía.

ⁿ Algunos factores que pueden condicionar el aumento en el empleo son la disponibilidad local de recursos naturales, insumos y mano de obra capacitada, los patrones de uso del suelo, la estructura industrial existente. El resultado final y la posibilidad de implementar políticas para facilitar la reubicación de trabajadores de las industrias fósiles debe contemplarse en el proceso ([Saget et al., 2020](#)).

TABLA 3 Impactos potenciales del aumento de la electrificación, y el uso del gas natural e hidrógeno verde

Inversiones apoyadas por CAF



Generación de energía eléctrica*

27 operaciones



Eólica

10 operaciones



Solar

7 operaciones



Hidroeléctricas

5 operaciones



Termoeléctricas con fuente de gas

2 operaciones



Electrificación rural

5 operaciones



Gas natural como combustible de transición

Redes de transporte y distribución de gas

7 operaciones

(14.581 km)



Hidrógeno verde

1 operación

Impactos en contaminación y salud de un menor uso combustibles fósiles en el hogar

↓ **Concentración de sustancias contaminantes en el hogar (1)**

↓ **66%** de PM_{2,5} gracias al uso de iluminación en el hogar con fuente eléctrica (2)

↓ **82g** de CN, **2.882g** de CO₂ y **85g** de PM_{2,5} con el uso de luces solares (3)

↑ **Salud (1,2):**

↓ Entre **16 y 18%** de episodios de infecciones respiratorias agudas en niños menores de 6 años (3)

↓ **Síntomas de enfermedades respiratorias y oculares (4)**

Fuente

- (1) [Moore et al., 2020](#) ★★
(2) [Barron y Torero, 2017](#) ★★
(3) [Rom et al., 2025](#) ★★

- (1) [Bonan et al., 2017](#) ★★
(2) [Accinelli et al., 2015](#) ★★
(3) [Barron y Torero, 2017](#) ★★
(4) [Rom et al., 2025](#) ★★

Impactos en contaminación y salud de la sustitución de la generación eléctrica con fuentes fósiles por ERNC

↓ **Concentración de sustancias contaminantes (1):**

+36% de PM_{2,5}, **+16%** de PM₁₀, **+25%** de SO₂ en áreas con mayor capacidad de generación con carbón (2)

↑ **Salud (1,2):**

↑ **9%** en incidencia de enfermedades respiratorias en áreas con mayor capacidad de generación con carbón (3)

↓ **10,8%** de admisiones hospitalarias por infecciones respiratorias gracias a sustitución de generación fósil por generación solar (4)

↓ **0,048%** en incidencia de tuberculosis por cada 1% de aumento en generación renovable (5)

↓ **muerres prematuras al año (6)**

- (1) [Silva et al., 2021](#) ★★
(2) [Adhvaryu et al., 2023](#) ★★

- (1) [Currie et al., 2014](#) ★★
(2) [Irwin et al., 2020](#) ★★
(3) [Adhvaryu et al., 2023](#) ★★
(4) [Rivera et al., 2021](#) ★★
(5) [Tariq et al., 2021](#) ★★
(6) [Silva et al., 2021](#) ★★

* En 8 operaciones no fue posible identificar el tipo de ERNC de acuerdo con la información del negocio. Además, existen operaciones con las que se financia más de un tipo de ERNC.

Continúa en la página siguiente >>>

TABLA 3 Impactos potenciales del aumento de la electrificación, y el uso del gas natural e hidrógeno verde

Operaciones por país



Impactos en empleo de la sustitución de fuentes de energía fósiles por FRNC y gas natural

↑ Nivel de empleo en energías más limpias (1,2,3)

El empleo adicional en términos de puestos de trabajo- año por cada GWh generado podría ser de (1):

↑ 0,87 con la generación fotovoltaica

↑ 0,17 con la generación eólica

↑ 0,11 con la generación a gas

Fuente

- (1) [Garrett-Peltier, 2017](#) ★★★
(2) [Hanna et al., 2022](#) ★★
(3) [Hernández-Cortés y Mathes, 2024](#) ★★★

En ALC se podrían crear aproximadamente 1 millón de trabajos netos hacia el 2030 gracias al incremento de la importancia de los sectores de energías renovables dentro de la matriz energética y simultáneamente al aumento su eficiencia y flexibilidad energética

[IRENA, 2016](#) ★★★

Referencias

Revisión sistemática

Evaluación de impacto /

Otros estudios (modelos de equilibrio general, matrices insumo-producto, modelos ingenieriles, etc.)

Alta confiabilidad ★★★

Media confiabilidad ★★

Baja confiabilidad ★

Nota: PM_{2,5} y PM₁₀ corresponde a material particulado de 2,5 y 10 micrómetros de diámetro o menos, respectivamente; CN corresponde a carbón negro y SO₂ corresponde a dióxido de azufre; mientras que GWh corresponde a gigavatios por hora. Aunque los estudios empíricos disponibles sobre el impacto en empleo se han centrado principalmente en países desarrollados, los hallazgos sirven de referencia para analizar el impacto potencial de la acción de CAF en ALC.

Desde el punto de vista técnico e industrial, el uso de gas natural podría tener otros beneficios particularmente importantes para ALC como su capacidad para brindar estabilidad y firmeza a los sistemas interconectados; y su utilidad en sectores difíciles de atender con fuentes bajas en carbono, como sustitución de otras fuentes más contaminantes y costosas —tal es el caso del carbón y el petróleo— en las industrias que necesitan como insumo altas temperaturas³.



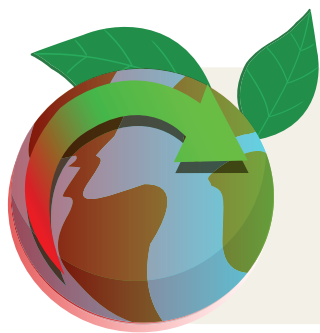
Infraestructura de transmisión y distribución de energía eléctrica



Desde 2014, CAF ha financiado 28 operaciones para fortalecer los sistemas de transmisión y/o distribución de energía eléctrica en 17 países de la región: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela. Estas operaciones incluyeron la construcción o mejoramiento de subestaciones eléctricas, transformadores, reactores de potencia, centros de transformación, equipos de seccionamiento, reactores de línea, dispositivos de compensación, ampliación y sustitución de conductores, cambio de postes, instalación y rehabilitación de circuitos y sistemas de protección; además de la instalación masiva de medidores y normalización de acometidas ilegales, entre otros componentes.

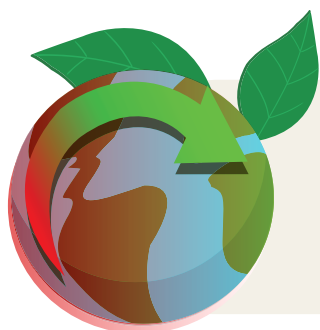
Los sistemas de transmisión y distribución (T&D) son fundamentales para transportar la electricidad desde los centros de producción a los centros de consumo, garantizar un servicio eléctrico continuo y confiable, y aumentar la accesibilidad y asequibilidad mediante una mayor integración energética o mayor capacidad de generación. Una mejor infraestructura de T&D puede ayudar a reducir las pérdidas técnicas y no técnicas^o, que es uno de los retos más importantes que enfrentan los sistemas eléctricos de ALC. Mientras que en los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) las pérdidas anuales en la producción eléctrica son del 6%, en ALC son del 17% y, de este total, más del 80% se pierde durante el proceso de T&D²⁰.

^o Las pérdidas se pueden definir como la diferencia entre la electricidad que se produce y está disponible para el consumo y la electricidad por la que pagan efectivamente los consumidores finales. En términos generales, las pérdidas técnicas se refieren a la eficiencia del sistema de generación y transporte de electricidad, y las no técnicas a factores relacionados a la comercialización de la electricidad (Yépez-García et al., 2024).



De acuerdo con la evidencia disponible, se puede esperar que las 28 operaciones de crédito aprobadas por CAF entre 2014 y 2024 para fortalecer los sistemas de T&D contribuyan a reducir las emisiones de GEI y lograr un suministro eléctrico suficiente, continuo y confiable (**ver Tabla 4**).

La infraestructura mejorada de T&D ayudaría a reducir las necesidades de generación y además permitiría la incorporación tanto de ERNC como de la producción eléctrica de otras regiones (integración energética). Por una parte, esto contribuye a reducir las emisiones de GEI; y, por otra parte, permite consolidar los sistemas eléctricos al incrementar la fortaleza ante cualquier perturbación, reducir los precios de acceso y aumentar la disponibilidad del servicio para los consumidores finales.



De igual manera, una mayor confiabilidad del servicio eléctrico puede aumentar el uso de la electricidad por parte de hogares y empresas, generando beneficios importantes que contribuyen con el bienestar y la productividad (**ver Tabla 5**).

En efecto, la evidencia permite anticipar que la mayor disponibilidad de energía, así como el aumento en la calidad, continuidad y confiabilidad de los sistemas eléctricos posibilitados por la acción de CAF —en 28 operaciones para mejorar los sistemas de T&D y 29 operaciones para aumentar la capacidad de generación eléctrica y electrificar la demanda—, pueden impulsar el consumo eléctrico en los hogares y las empresas.



Una primera implicación es que el mejor funcionamiento de los sistemas eléctricos contribuye a la reducción de la emisión de GEI como consecuencia de la disminución en el uso de fuentes contaminantes. La segunda es que el mayor consumo eléctrico del hogar puede traducirse en un aumento de ingresos y del gasto per cápita; además de una reducción de la pobreza y del número de muertes prematuras.

En el caso de las empresas hay evidencia, principalmente para países africanos, de que los costos de producción pueden disminuir generando aumentos en la producción total, la productividad, el empleo y las ventas (**ver Tabla 5**).

TABLA 4 Impactos esperados de las operaciones de transmisión y distribución eléctrica

Inversiones apoyadas por CAF



Transmisión y/o distribución
28 operaciones



Transmisión
22 operaciones



Distribución
19 operaciones



Líneas de transmisión y distribución nuevas o mejoradas
Al menos 28 mil km



Otra infraestructura de transmisión y distribución

Países beneficiados por CAF

ARGENTINA 2
BOLIVIA 1
BRASIL 2
CHILE 1
COLOMBIA 4
COSTA RICA 1
ECUADOR 5
EL SALVADOR 1
GUATEMALA 1
HONDURAS 1
NICARAGUA 1
PANAMÁ 2
PARAGUAY 5
PERÚ 3
REP. DOMINICANA 1
URUGUAY 1
VENEZUELA 3

Aumento en la integración de mercados energéticos

- **↑ +51%** Generación de electricidad (1)
- **↑** Convergencia de precios spot entre países (2)
- **↓** Precio de la electricidad:
 - ↓ 7%** en Chile (1)
 - ↓ 44%** en promedio en Centro América con el MER (2)
- **↑** Resiliencia del sistema eléctrico ante efectos climáticos adversos u otras alteraciones de la oferta eléctrica

Fuente

(1) [González et al., 2022](#) ★★★
(2) [Cont. et al., 2021](#) ★★★

[Wiser et al., 2024](#) ★★★

Calidad y confiabilidad de los sistemas eléctricos

- **↓** Cortes eléctricos no planificados
Reducir la saturación de los transformadores puede disminuir en **2,1** la cantidad de días con cortes eléctricos no planificados
- **↑** Probabilidad de recibir servicio eléctrico de forma continua
↑ 38% gracias a un aumento en la densidad de cables en las líneas de T&D

[Carranza y Meeks, 2021](#) ★★★

[Chakravorty et al., 2014](#) ★★★

Referencias

Revisión sistemática

Evaluación de impacto / Otros estudios (modelos de equilibrio general, matrices insumo-producto, modelos ingenieriles, etc.)

Alta confiabilidad ★★★
Media confiabilidad ★★
Baja confiabilidad ★

TABLA 5 Impactos esperados de las operaciones de generación eléctrica, electrificación rural y transmisión y distribución

Inversiones apoyadas por CAF



Transmisión
22 operaciones



Distribución
19 operaciones



Generación de energía eléctrica
27 operaciones



Electrificación rural
5 operaciones

Países beneficiados por CAF

ARGENTINA
BAHAMAS
BOLIVIA
BRASIL
CHILE
COLOMBIA
COSTA RICA
ECUADOR
EL SALVADOR
GUATEMALA
HONDURAS
NICARAGUA
PANAMÁ
PARAGUAY
PERÚ
REP. DOMINICANA
URUGUAY
VENEZUELA
MULTINACIONAL

A nivel del hogar, el aumento de la confiabilidad podría traducirse en:

Fuente

- ↑ **Consumo eléctrico:**
↑ 6% en los meses de invierno
Meeks et al., 2023 ★★★
- ↓ **Uso de combustibles fósiles en el hogar**
↓ 14% en uso de queroseno
↑ 3,5 horas en el tiempo dedicado al mes para recoger combustibles
Samad y Zhang, 2016 ★★★
- ↑ **Inversión del hogar en actividades agrícolas**
↑ 3,6% por cada punto porcentual en que se reduce número de días con cortes en el servicio eléctrico
Dang y La, 2019 ★★★
- ↑ **Ingresos del hogar:**
↑ 8-11% de actividades agropecuarias por cada punto porcentual en que se reduce número de días con cortes en el servicio eléctrico (1)
↑ 29% de actividades no agrícolas gracias a aumento en la calidad (2)
↑ 54% al pasar tener servicio eléctrico con interrupciones a tenerlo 24 horas al día (3)
*(1) Dang y La, 2019 ★★★
(2) Chakravorty et al., 2014 ★★★
(3) Samad y Zhang, 2016 ★★★*
- ↑ **Gastos totales del hogar**
↑ 12% en gastos per cápita del hogar
Samad y Zhang, 2016 ★★★
- ↓ **Nivel de pobreza del hogar**
↓ 9,5 puntos porcentuales
Samad y Zhang, 2016 ★★★
- ↑ **Salud:**
↓ 16 muertes prematuras diarias en personas mayores de 65 años
Gracias, entre otros factores, a la posibilidad de usar electrodomésticos para controlar la temperatura de las habitaciones
Budlender, 2024 ★★★

Continúa en la página siguiente >>>

TABLA 5 Impactos esperados de las operaciones de generación eléctrica, electrificación rural y transmisión y distribución

A nivel de las empresas, el aumento en la confiabilidad podría traducirse en:

Fuente	
↓ Costos de producción	limi, 2011 ★★★
↓ 1,4% en promedio	
↑ Desempeño de la empresa:	(1) Tei Mensah, 2016 ★★★
↑ Producción total (1)	(2) Fried y Lagakos, 2021 ★★★
↑ Producto medio por trabajador (2):	(3) Tei Mensah, 2018 ★★★
↑ 5% en el corto plazo	(4) Aterido y Hallward-Driemeier, 2010
↑ 15% en el largo plazo	
↑ Productividad (3)	
↑ Empleo (4,5)	
↑ Ventas (4)	

Referencias

Revisión sistemática

Evaluación de impacto /

Otros estudios (modelos de equilibrio general, matrices insumo-producto, modelos ingenieriles, etc.)

Alta confiabilidad ★★★
Media confiabilidad ★★
Baja confiabilidad ★



Impulso al uso de vehículos eléctricos y mejora de infraestructura pública de movilidad

Entre 2018 y 2024, CAF financió 49 operaciones de movilidad urbana en 9 países de la región: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, El Salvador, Perú y Uruguay. Además, asumió la administración de recursos del Fondo Verde para el Clima (GCF)^p con el objetivo de implementar proyectos de movilidad eléctrica en 3 países.

Los proyectos de movilidad urbana financiados incluyen ace-
ras, cicloinfraestructura y varios sistemas de transporte de

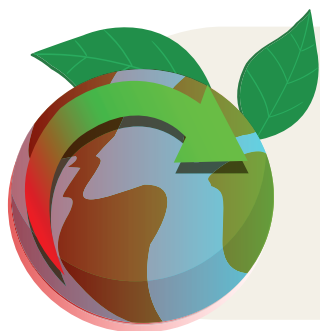
^p Green Climate Fund, por sus siglas en inglés.

pasajeros, entre otros. El proyecto de movilidad eléctrica del GCF consiste en la adquisición, operación y mantenimiento de buses eléctricos para las ciudades de La Asunción, Panamá y Montevideo; así como el impulso al uso de vehículos eléctricos ligeros para el transporte comercial. De igual forma, CAF publicó en 2019 un estudio para analizar alternativas de financiamiento y normativas para sustituir progresivamente la flota de transporte público con base en combustible por vehículos eléctricos e híbridos²¹.

El transporte terrestre es el principal generador de las emisiones de GEI en el mundo²², por lo que las mejoras en la movilidad urbana pueden contribuir con la transición energética reduciendo las emisiones, si esta infraestructura desalienta el uso privado de vehículos



de combustión interna. Al respecto, la evidencia existente sobre el posible cambio modal es mixta²³. Por otra parte, si existe efectivamente el cambio modal, pueden percibirse mejoras en ciertos indicadores de salud al reducir la presencia de sustancias contaminantes en el aire, como el material particulado^q y los óxidos de nitrógeno (NOx)^r de las que, globalmente, el tráfico es uno de los principales responsables²⁴.



El impulso de CAF al transporte público eléctrico promueve una reducción de emisiones de GEI en la medida en que la fuente de generación usada para recargar las flotas eléctricas genere menos emisiones en la extracción, transformación, transporte y uso de combustibles fósiles (**ver Tabla 6**). La evidencia disponible corresponde principalmente a países desarrollados.

^q Se miden comúnmente como material particulado de un diámetro máximo de 2,5 o 10 micrómetros (PM_{2.5} y PM₁₀ respectivamente).

^r La exposición a material particulado y óxidos de nitrógeno puede generar problemas respiratorios, cardiovasculares y en la vista ([ATSDR, 2025](#); [EPA, 2025](#)).

TABLA 6 Impactos esperados en la contaminación de la operación de movilidad eléctrica

Inversiones apoyadas por CAF



Administrando recursos del GCF
1 operación



Buses eléctricos
650 unidades



Vehículos ligeros comerciales
1.150 unidades



Estaciones de carga rápida
con capacidad por estación de 150 kW
60 unidades

Países beneficiados por CAF

Ciudades de:
Panamá y Santiago (PANAMÁ)
Asunción (PARAGUAY)
Montevideo (URUGUAY)

Disminución de emisiones por movilidad eléctrica



Emisiones de GEI (1,2,3,4)

51 de 65 estudios analizados encuentra reducciones de GEI gracias a introducción de electromovilidad

La reducción total dependerá de cuán limpia sea la fuente de generación eléctrica que se use para cargar los vehículos eléctricos

Fuente

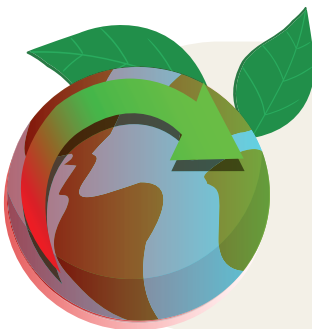
- (1) [Requia et al., 2018](#) ★★
- (2) [Holland et al., 2021](#) ★★★
- (3) [Grazieschi et al., 2023](#) ★★★
- (4) [Martini et al., 2024](#) ★★★

Referencias

Revisión sistemática

Evaluación de impacto / Otros estudios (modelos de equilibrio general, matrices insumo-producto, modelos ingenieriles, etc.)

Alta confiabilidad ★★★
Media confiabilidad ★★
Baja confiabilidad ★



De igual forma, la reducción en el uso de vehículos de combustión que posibilita el apoyo de CAF puede contribuir con la reducción de GEI, así como también con la disminución de la incidencia de enfermedades respiratorias y otras afecciones de salud en las ciudades beneficiadas, debido a la menor presencia de sustancias contaminantes en el aire (**ver Tabla 7**).

TABLA 7 Impactos esperados de las operaciones de movilidad urbana sostenible

Inversiones apoyadas por CAF



Ciclovías
26 operaciones (484 km)



Aceras
26 operaciones



Sistemas de transporte de pasajeros
22 operaciones



Metro
1 unidad



BRT
1 unidad



Sistemas de buses
9 unidades



Metros o teleféricos
9 unidades



Ferrocarriles
4 unidades

Países beneficiados por CAF

ARGENTINA
BOLIVIA
BRASIL
CHILE
COLOMBIA
ECUADOR
EL SALVADOR
PERÚ
URUGUAY

Disminución de emisiones por movilidad urbana



↓ **Emisiones de GEI**
Gracias al menor uso de vehículos de combustión privados

Fuente

(1) Gendron-Carrier et al., 2022 ★★★
(2) Li et al., 2020 ★

Menor contaminación ambiental



↓ **Menos contaminación del aire gracias a electromovilidad** GCF, 2022 ★★★

↓ **80** toneladas de PM_{2.5}
↓ **4.080** toneladas de NO_x en las ciudades beneficiadas por el programa E-Motion de CAF



↓ **Menos contaminación del aire gracias al uso de transporte subterráneo** Gendron-Carrier et al., 2022 ★★★

↓ **4%** de presencia de partículas contaminantes



↓ **Menos contaminación del aire gracias a sistemas mejorados de buses (1,2)** (1) Anas y Timilsina, 2015 ★★★
(2) Lalive et al., 2018 ★★★
(3) Bel y Holst, 2015 ★★★

En México, la introducción de un BRT implicó (3):

↓ Entre **17%** y **19%** de monóxido de carbono

↓ Entre **12%** y **18%** de óxido de nitrógeno

↓ Entre **12%** y **40%** de material particulado (PM_{2.5} y PM₁₀)

Continúa en la página siguiente >>>

TABLA 7 Impactos esperados de las operaciones de movilidad urbana sostenible

Mejor salud

- ➔ **↑ Salud**
Menor incidencia de: hipertensión, diabetes, demencia, varios tipos de cáncer, enfermedades alérgicas en los niños, muertes prematuras
- ➔ **↑ Salud, especialmente en niños (1,2)**
La prevalencia de asma en niños disminuyó (3):
 - ↓ **5%** por disminución en dióxido de nitrógeno
 - ↓ **2%** por disminución en óxido nitroso
 - ↓ **6%** por disminución en monóxido de carbono

Fuente

- Debelu et al., 2024 ★★★
- (1) Requia et al., 2018 ★★★
(2) Debelu et al., 2024 ★★★
(3) Gasana et al., 2012 ★★★

Referencias

- Revisión sistemática** Alta confiabilidad ★★★
- Evaluación de impacto /** Media confiabilidad ★★
- Otros estudios** (modelos de equilibrio general, matrices insumo-producto, modelos ingenieriles, etc.) Baja confiabilidad ★



En [ImpactoCAF – Movilidad urbana](#) se discuten otros beneficios potenciales que la movilidad urbana impulsada por CAF podría generar en salud, empleo, bienestar y actividad económica, los cuales no son incluidos en este desarrollo ya que escapan al alcance del presente documento.

Apoyo a la extensión de la vida útil de la Central Nuclear Embalse



En 2010, CAF otorgó un préstamo de USD 240 millones para financiar una parte de la extensión de la vida útil de la Central Nuclear Embalse (CNE) por 25 años, ubicada en la provincia de Córdoba, Argentina. La CNE cuenta con una potencia instalada de 648 MW, lo que representó el 1,6% de la capacidad total del país en 2019 —año en que la central recibió la licencia de operación tras las obras de rehabilitación apoyadas por CAF—.

En ALC, solo Argentina, Brasil y México cuentan con centrales nucleares que suman una capacidad total de 5,3 GW aproximadamente. A pesar de los costos asociados a la extracción, enriquecimiento y disposición del uranio, la energía nuclear se distingue por ofrecer electricidad con bajas emisiones de GEI, sin depender de condiciones naturales como el sol o el viento. Más del 80% de los escenarios que proyectan emisiones de GEI por debajo de 20 gigatoneladas^s de CO₂ en 2050 prevén una expansión significativa de la generación nuclear, en línea con los objetivos del Acuerdo de París²⁵.

Además de su bajo impacto climático, la operación de la generación con energía nuclear es menos vulnerable a la volatilidad de precios de los insumos: ofrece un suministro firme y también puede brindar servicios auxiliares como la regulación de la frecuencia. Esto convierte a la energía nuclear en un complemento ideal para la introducción en las matrices de generación eléctrica de fuentes renovables no convencionales, como la energía solar y eólica que son intermitentes⁹.

Nota: Las referencias a los estudios utilizados para informar sobre el impacto de la acción de CAF se encuentran detalladas en las tablas 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 del presente informe.

^s Una gigatonelada es equivalente a mil millones de toneladas métricas

En síntesis

El aumento progresivo de la temperatura terrestre y sus efectos negativos sobre el medio ambiente y la salud humana hacen que sea necesario transformar el sector energético, que es una de las principales fuentes de GEI tanto en ALC como en el mundo.

Esta transformación, denominada transición energética, implica disminuir las emisiones de GEI asociadas tanto a la producción como al consumo de energía, garantizando al mismo tiempo que todos los países puedan generar riqueza y bienestar, a la vez que los costos y los beneficios de la transición sean repartidos equitativamente.

Entre 2014 y julio de 2025, CAF aprobó 63 operaciones de crédito en al menos 20 países, por un total de USD 8.218 millones para impulsar acciones y proyectos de transición energética que implican mayor generación de electricidad con tecnologías limpias y económicamente competitivas; electrificación de la demanda de energía y mejoras en la infraestructura de transmisión y distribución de electricidad. Asimismo, entre 2018 y 2024, CAF aprobó 49 operaciones de crédito dirigidas a mejorar la movilidad urbana y reducir las emisiones de GEI asociadas al transporte de pasajeros en 9 países de la región.

Este impulso dado por CAF para aumentar la electrificación, la calidad del servicio eléctrico y descarbonizar el consumo energético y la movilidad, puede generar beneficios a nivel agregado en el crecimiento económico y la preservación ambiental, así como en las condiciones socioeconómicas de los hogares de la región debido a su incidencia potencialmente positiva en empleo, ingresos, salud, educación y calidad de vida en general.

Muy especialmente, esta acción de CAF es un aporte hacia la transición energética en ALC, al contribuir con una reducción esperada anual en las emisiones de GEI de 1,2 millones de toneladas de CO₂ equivalente (tCO₂eq). Este aporte corresponde al 1,5% del total de emisiones anuales por generación de electricidad de los países beneficiados con estos proyectos. De igual forma, el aporte de CAF ha sido clave para garantizar que la transición energética sea justa y adecuada a las necesidades y disponibilidad de recursos de cada país.



Notas de referencias

- 1 [Artículo 2 del Acuerdo de París](#)
- 2 [EPA \(2025\)](#)
- 3 [Ghazarian et al. \(2024\)](#)
- 4 [IPCC \(2023\)](#)
- 5 [Brassiolo et al. \(2023\)](#)
- 6 [IPCC \(2023\)](#) y [Brassiolo et al. \(2023\)](#)
- 7 [Our World in Data \(2024\)](#)
- 8 [Comisión Europea, 2025](#)
- 9 [Allub et al. \(2024\)](#)
- 10 [Climate Watch Historical GHG Emissions \(2025\)](#)
- 11 [WEF \(2024\)](#)
- 12 [Meeks y Mahadevan \(2025\)](#) y [Chakravorty et al. \(2014\)](#)
- 13 [Lee et al. \(2020\)](#) y [Pueyo et al. \(2013\)](#)
- 14 [Bajo-Buenestado \(2020\)](#)
- 15 [Meeks et al. \(2023\)](#)
- 16 [Lee et al. \(2020\)](#)
- 17 [Zaman et al. \(2021\)](#)
- 18 [Meeks y Mahadevan \(2025\)](#) y [Lee et al. \(2020\)](#)
- 19 [Hanna et al. \(2022\)](#); [Fragkos and Paroussos \(2018\)](#); [Saget et al. \(2020\)](#); [Markandya et al. \(2016\)](#) e [IRENA \(2016\)](#)
- 20 [Yépez-García et al. \(2024\)](#)
- 21 [ARDANUY INGENIERÍA S.A \(2019\)](#)
- 22 [Matura et al. \(2025\)](#)
- 23 [González-Navarro y Zárate \(2023\)](#)
- 24 [Requia et al. \(2018\)](#)
- 25 [IAEA \(2024\)](#)