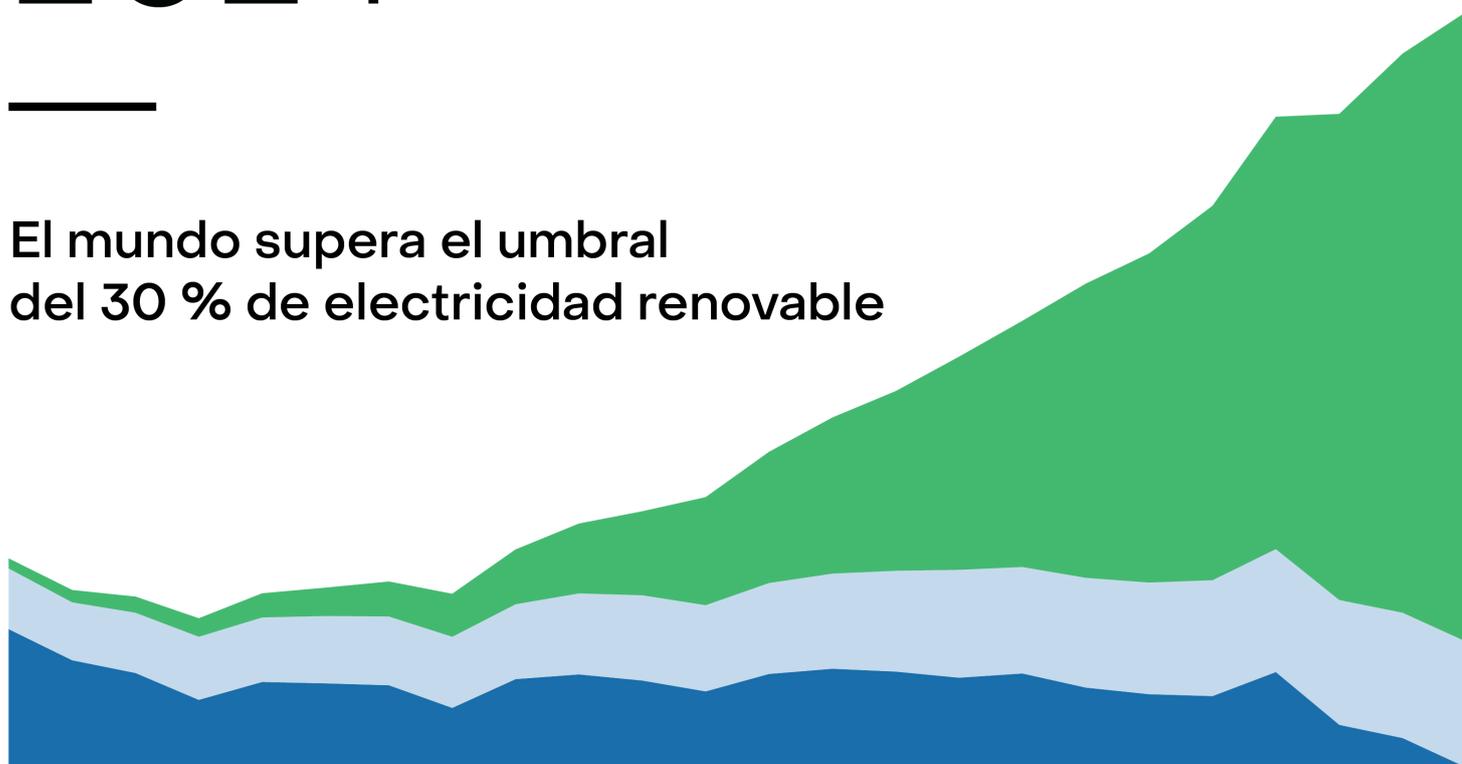


# Global Electricity Review 2024

---

El mundo supera el umbral  
del 30 % de electricidad renovable



Mayo de 2024

**EMBE**R



## Acerca de

La quinta edición anual de Global Electricity Review de Ember brinda el primer resumen completo de los cambios en la generación de electricidad a nivel mundial en 2023, según los datos que se informaron. Presenta las tendencias que los sustentan y las posibles implicancias para las fuentes de electricidad y las emisiones del sector eléctrico en el futuro cercano. Con el informe, Ember también está publicando el primer conjunto completo y gratuito de datos de generación de electricidad a nivel mundial en 2023.

En el informe se analizan los datos sobre la electricidad de 215 países, incluidos los datos más recientes de 2023 para 80 países que representan el 92 % de la demanda de electricidad en el mundo. En este análisis también se incluyen datos para 13 categorías económicas y geográficas, como África, Asia, la UE y el G7. Además, se realiza un análisis profundo de los seis principales países y regiones emisores de CO<sub>2</sub>, que representan más del 72 % de las emisiones del sector eléctrico a nivel mundial y en el anexo se ofrece un resumen de 25 otros países que son contaminantes significativos.

Todos los datos son de libre acceso para que otros puedan hacer sus propios análisis y acelerar el cambio a la electricidad limpia.

## Autores principales

Małgorzata Wiatros-Motyka, Nicolas Fulghum, Dave Jones.

## Otros autores

Katye Altieri, Richard Black, Hannah Broadbent, Chelsea Bruce-Lockhart, Matt Ewen, Phil MacDonald, Kostantsa Rangelova.

## Otros colaboradores

Sarah Brown, Libby Copsey, Reynaldo Dizon, Sam Hawkins, Leo Heberer, Sanghyun Hong, Rosamond Hutt, Uni Lee, Aditya Lolla, Josie Murdoch, James Robinson, Neshwin Rodrigues, Chris Rosslowe, Oya Zaimoglu.

## Descargo de responsabilidad

La información que contiene el presente informe está completa y es correcta según nuestro leal saber y entender, pero si usted detectara algún error, envíenos un correo electrónico a [info@ember-climate.org](mailto:info@ember-climate.org).

## Creative Commons

Este informe se publica bajo licencia Creative Commons ShareAlike Attribution Licence (CC BY-SA 4.0). Fomentamos activamente que usted comparta y adapte el informe, pero deberá indicar el nombre de los autores y el título, así como también al compartir todo el material que cree bajo la misma licencia.

Copyright © Ember, 2024

---

# Contenido

---

<b>6</b>		<b>Resumen ejecutivo</b>
<b>10</b>		<b>Capítulo 1 · Transición eléctrica en 2023</b>
11	1.1	Las energías renovables alcanzaron el 30 % de la electricidad a nivel mundial
15	1.2	El crecimiento de la demanda estuvo por debajo de la tendencia, pero el crecimiento de la electricidad limpia aún sigue siendo inferior
18	1.3	La intensidad del carbono disminuyó, pero las emisiones alcanzaron otro récord máximo
<b>21</b>		<b>Capítulo 2 · Panorama general</b>
23	2.1	Más allá del pico: una nueva era de caídas en las emisiones por la generación de electricidad
32	2.2	La electricidad solar está liderando la revolución de la electricidad y aún hay más por venir
39	2.3	El crecimiento de la demanda en 2023 estuvo por debajo de la tendencia, pero en el futuro solo aumentará
47	2.4	Los países que muestran cómo hacer la transición rápidamente hacia la electricidad limpia
<b>55</b>		<b>Capítulo 3 · Tendencias en electricidad a nivel mundial</b>
56	3.1	Generación de electricidad
60	3.2	Demanda de electricidad
65	3.3	Emisiones del sector eléctrico
<b>70</b>		<b>Capítulo 4 · Tendencias en las fuentes de electricidad a nivel mundial</b>
71	4.1	Electricidad solar
77	4.2	Electricidad eólica
83	4.3	Electricidad generada con carbón
89	4.4	Electricidad generada con gas
95	4.5	Hidroelectricidad
101	4.6	Electricidad nuclear
107	4.7	Bioenergía

---

# Contenido

---

## 113 Capítulo 5 · Países y regiones principales

114	5.1	China
122	5.2	Estados Unidos
130	5.3	India
138	5.4	Unión Europea
145	5.5	Rusia
151	5.6	Japón

## 158 Conclusión

## 160 Materiales de apoyo

160	Metodología
164	Reconocimientos

# Información destacada

---

**+23 %**

Crecimiento de generación de la electricidad solar en 2023

**+10 %**

Crecimiento de generación de la electricidad eólica en 2023

**+0.8 %**

Crecimiento de generación de la electricidad con combustibles fósiles en 2023

# El récord en la generación de energías renovables impulsa al mundo hacia una era nueva de disminución en la generación de la electricidad con combustibles fósiles

Las energías renovables generaron una cifra récord del 30 % de la electricidad mundial en 2023, gracias al impulso del crecimiento de la electricidad eólica y solar. Con la construcción récord de la electricidad eólica y solar en 2023, una nueva era de disminución en la generación de la electricidad con combustibles fósiles es inminente. El año 2023 fue probablemente el eje central, ya que marcó el pico en las emisiones en el sector eléctrico.

La revolución de las energías renovables, que fue liderada por la electricidad solar y eólica, está batiendo récords e impulsando la producción de electricidad cada vez más limpia. El mundo ahora está en un punto de inflexión donde la electricidad solar y la eólica no solo desaceleran el crecimiento en las emisiones, sino que de verdad comienzan a hacer que disminuya la generación de la electricidad con combustibles fósiles.

De hecho, la expansión de la capacidad de electricidad limpia sería suficiente para lograr una disminución en las emisiones del sector eléctrico a nivel mundial en 2023. Sin embargo, la sequía causó el nivel más bajo en cinco años de la hidroelectricidad, que creó un déficit que cubrió en gran parte el carbón. No obstante, los últimos pronósticos dan confianza de que en 2024 comenzará una nueva era de disminución en la generación de la electricidad con combustibles fósiles, lo que señala que 2023 probablemente fue el pico de las emisiones del sector eléctrico.

# 01

## Las energías renovables alcanzaron el 30 % de la generación de electricidad mundial por primera vez

En 2023, el crecimiento de la electricidad solar y eólica llevó al mundo más allá del 30 % de electricidad renovable por primera vez. Las energías renovables han aumentado desde un 19 % de la electricidad mundial en 2000, impulsado por un aumento de la electricidad eólica y solar del 0,2 % en 2000 a un récord del 13,4 % en 2023. China fue el mayor colaborador en 2023, al representar el 51 % de la generación adicional de la electricidad solar mundial y el 60 % de la nueva generación de electricidad eólica mundial. Combinado con la electricidad nuclear, el mundo generó casi el 40 % de su electricidad a partir de fuentes con baja emisión de carbono en 2023. Como resultado, la intensidad de CO<sub>2</sub> de la generación de electricidad a nivel mundial alcanzó un mínimo histórico, un 12 % más bajo que su pico en 2007.

# 02

## La electricidad solar fue el principal proveedor del crecimiento de la electricidad en 2023

La electricidad solar está liderando la revolución de la electricidad. Fue la fuente de generación de electricidad de más rápido crecimiento por decimonoveno año consecutivo y superó a la electricidad eólica para convertirse en la mayor fuente de electricidad nueva por segundo año consecutivo. De hecho, la electricidad solar añadió más del doble de electricidad nueva, tanto como el carbón en 2023. El aumento récord en las instalaciones justo al final de 2023 significa que el año 2024 se establece para tener un aumento aún más grande en la generación de la electricidad solar.

# 03

## La hidroelectricidad cayó a su nivel más bajo en cinco años, lo que impidió una disminución en las emisiones en 2023.

Las condiciones de sequía llevaron a una caída récord en la generación de hidroelectricidad, que cayó a su nivel más bajo en cinco años. Bajo condiciones normales, la capacidad de electricidad limpia agregada durante 2023 habría sido suficiente como para permitir una disminución del 1,1 % en la generación de electricidad con combustibles fósiles. Sin embargo, el déficit en la hidroelectricidad lo cubrió un aumento en la generación con carbón, que llevó a un aumento del 1 % en las emisiones del sector eléctrico a nivel mundial. El 95 % del incremento en la generación con carbón en 2023 ocurrió en cuatro países que sufrieron sequías graves: China, India, Vietnam y México.

# 04

## El crecimiento de la demanda se desaceleró en 2023, pero en el futuro solo aumentará

La demanda de electricidad mundial alcanzó un récord máximo en 2023, ya que aumentó 627 TWh que equivale a agregar la demanda total de Canadá (+607 TWh). Aun así, el aumento del 2,2 % de 2023 estuvo por debajo del promedio durante los últimos años, debido a la disminución pronunciada en la demanda en los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), especialmente en Estados Unidos (-1,4 %) y la UE (-3,4 %). Por el contrario, el crecimiento rápido de la demanda en China (+6,9 %) fue equivalente al crecimiento de la demanda total a nivel mundial en 2023. Más de la mitad del aumento de la demanda de electricidad en 2023 provino de cinco tecnologías: los vehículos eléctricos (EV, por sus siglas en inglés), las bombas de calor, los electrolizadores, los aires acondicionados y los centros de datos. La expansión de estas tecnologías acelerará el crecimiento en la demanda de electricidad, pero la demanda general de electricidad disminuirá a medida que la electrificación sea mucho más eficiente que la de los combustibles fósiles.

# 05

## Una era nueva de disminución en las emisiones del sector eléctrico está a punto de comenzar

Ember pronostica que la generación con combustibles fósiles disminuya un poco en 2024, lo que llevará a mayores caídas en años subsiguientes. Se espera que el crecimiento de la demanda en 2024 sea más alto que en 2023 (+968 TWh), pero se estima que el crecimiento de la generación limpia sea aún mayor (+1300 TWh), llevando a una caída del 2 % en la generación de electricidad con combustibles fósiles en el mundo (-333 TWh). Ya el despliegue de generación limpia, liderado por la electricidad solar y eólica, ha ayudado a desacelerar el crecimiento en los combustibles fósiles en casi dos tercios en los últimos diez años. Como resultado, la mitad de las economías mundiales ya se encuentran a, al menos, cinco años del pico histórico en la generación de electricidad con combustibles fósiles. Los países de la OCDE están a la vanguardia de esto, con las emisiones del sector eléctrico alcanzando el máximo histórico en 2007 y disminuyendo el 28 % desde entonces.

La década hacia adelante verá la transición de la electricidad entrar en una nueva fase. Una disminución permanente en los combustibles fósiles en el sector eléctrico a nivel mundial ahora es inevitable, al provocar una caída en las emisiones del sector. Ya se estima que las adiciones de electricidad limpia, encabezadas por la electricidad solar y eólica, dejarán rezagado el crecimiento de la demanda en la próxima década, asegurando las reducciones moderadas en el uso de los combustibles fósiles y por ende las emisiones, incluso si la demanda se acelera para cubrir las necesidades en aumento de electrificación y otras tecnologías en auge.

Para alcanzar los objetivos internacionales de cambio climático, esto es fundamental, ya que múltiples análisis concluyen que el sector eléctrico debería ser el primero en descarbonizarse para 2035 en los países de la OCDE y para 2045 para el resto del mundo. El sector eléctrico es el actual mayor emisor porque produce [más de un tercio](#) de las emisiones del dióxido de carbono relacionadas con la electricidad. La electricidad limpia es también clave para descarbonizar el transporte, el calentamiento y parte de la industria al reemplazar la quema de combustibles fósiles que actualmente ocurre en los motores de automóviles y autobuses, calefones, calderas y otros usos. Una transición acelerada a una economía electrificada limpia que funciona con electricidad eólica, solar y otras formas de electricidad limpia también desbloquearán los beneficios en áreas como el crecimiento económico, empleos, calidad de aire y soberanía de electricidad.

El ritmo de las disminuciones en las emisiones estará determinado por la rapidez con la que continúe la expansión de la electricidad limpia. Existe un consenso global sobre la escala de ambición necesaria. En la 28.ª conferencia de las Naciones Unidas sobre el cambio climático (COP28) que se llevó a cabo en diciembre, los líderes mundiales llegaron a un acuerdo histórico para triplicar la capacidad de las energías renovables a nivel mundial para 2030. El objetivo vería el mundo alcanzar el 60 % de la energía renovable para 2030, al reducir casi a la mitad las emisiones del sector eléctrico y posicionar al mundo en un camino alineado con el objetivo climático de 1,5 °C. En la COP28, los líderes mundiales también acordaron duplicar las mejoras anuales de la eficiencia de la electricidad para 2030, que será crucial para lograr el potencial completo de la electrificación y evitar el crecimiento desmedido en la demanda de electricidad.

Los países ya están mostrando los facilitadores clave que incitan el crecimiento rápido en la electricidad solar y eólica, incluida la ambición política de alto nivel, los mecanismos de incentivos y las soluciones de flexibilidad. En el informe se destacan tres países, China, Brasil y Países Bajos, que muestran que, a pesar de los puntos de partida, la combinación de estos tres enfoques está logrando transformaciones rápidas de sus sistemas eléctricos y preparando el camino para una economía electrificada y limpia.

“El futuro de las energías renovables ha llegado. La electricidad solar en particular se está acelerando más rápido de lo que cualquiera pensaba posible.

La disminución de las emisiones del sector eléctrico ahora es inevitable. Probablemente el año 2023 fue el punto de inflexión, al alcanzar el pico en las emisiones del sector eléctrico, un gran punto de partida en la historia de la electricidad.

Sin embargo, el ritmo de las caídas en las emisiones depende de cuán rápido continúe la revolución de las energías renovables. Las buenas noticias son que ya conocemos los facilitadores clave que ayudan a los países a soltar el potencial completo de la electricidad solar y eólica.

Existe una oportunidad sin precedentes para los países que eligen estar a la vanguardia del futuro de la electricidad limpia. Expandir la electricidad limpia no solo ayuda a descarbonizar el sector eléctrico, sino que también brinda el aumento en el suministro necesario para electrificar toda la economía y ese es el verdadero punto de inflexión para el clima”.

---

**Dave Jones**

Director del Programa de Perspectivas Globales, Ember



# El mundo alcanzó el 30 % de la energía renovable en 2023, al impulsar la intensidad del carbono a alcanzar un mínimo histórico

El fuerte crecimiento en la electricidad eólica y solar impulsó la participación de las energías renovables en la matriz eléctrica a nivel mundial por encima del 30 % y de la generación total de electricidad limpia a casi el 40 %. Como resultado, la intensidad del carbono de la electricidad mundial alcanzó un nuevo mínimo histórico.

Sin embargo, las fuentes limpias no pudieron cubrir todo el aumento en la demanda y una caída récord en la hidroelectricidad generó otro déficit, entonces la generación con combustibles fósiles aumentó para cubrir el déficit. Por lo tanto, las emisiones totales del sector eléctrico aumentaron a un nuevo récord máximo.

---

## Contenido del capítulo

---

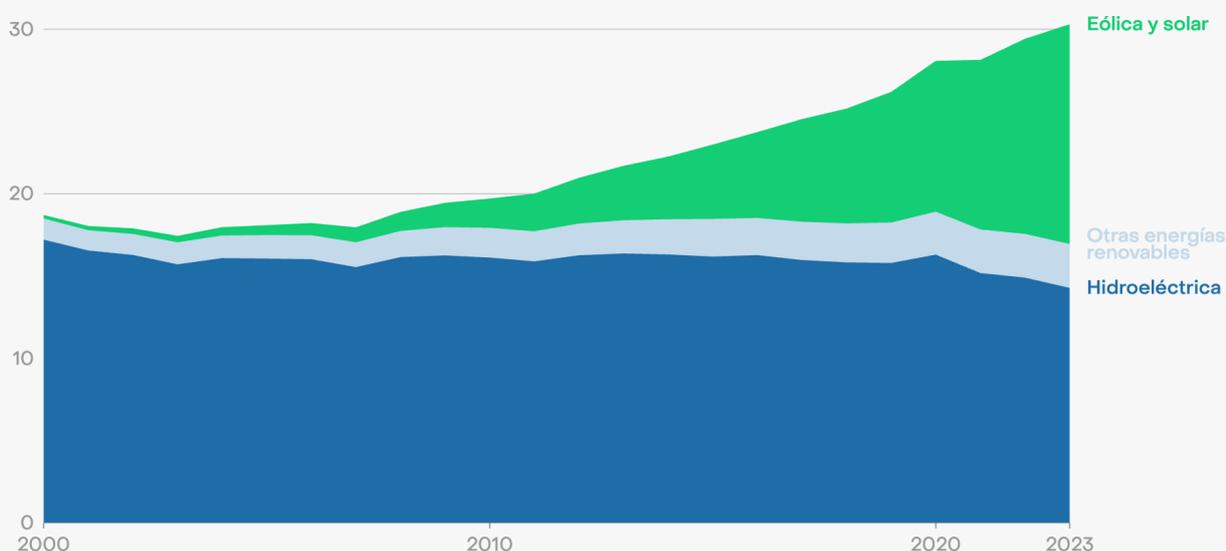
11	1.1	Las energías renovables alcanzaron el 30 % de la electricidad a nivel mundial
15	1.2	El crecimiento de la demanda estuvo por debajo de la tendencia, pero el crecimiento de la electricidad limpia aún sigue siendo inferior
18	1.3	La intensidad del carbono disminuyó, pero las emisiones alcanzaron otro récord máximo

# 1.1 Las energías renovables alcanzaron el 30 % de la electricidad a nivel mundial

El fuerte crecimiento en la electricidad eólica y solar impulsó la participación de las energías renovables en la matriz eléctrica a nivel mundial por encima del 30 % por primera vez. 102 países tuvieron una participación de la generación de energías renovables del 30 % o superior, un aumento del 98 % en 2022, y para 69 países la participación de energías renovables superó el 50 %, un aumento del 66 % en 2022. Junto con la electricidad nuclear, el 39,4 % de la electricidad mundial ahora proviene de las fuentes con baja emisión de carbono.

**El crecimiento global en la electricidad eólica y solar impulsó a las energías renovables para representar más del 30 % de la matriz eléctrica a nivel mundial en 2023**

Participación de la generación de electricidad a nivel mundial de fuentes renovables (%)



Fuente: Datos anuales sobre electricidad, Ember

## Récord en la generación de electricidad solar y eólica

La electricidad eólica y la solar continúan expandiéndose más rápido que cualquier otra fuente de electricidad. Juntas alcanzaron un nuevo récord máximo del 13,4 % (3935 TWh) en 2023, al obtener otros 1,5 puntos porcentuales de la matriz eléctrica a nivel mundial en comparación con 2022 (11,9 %, 3422 TWh).

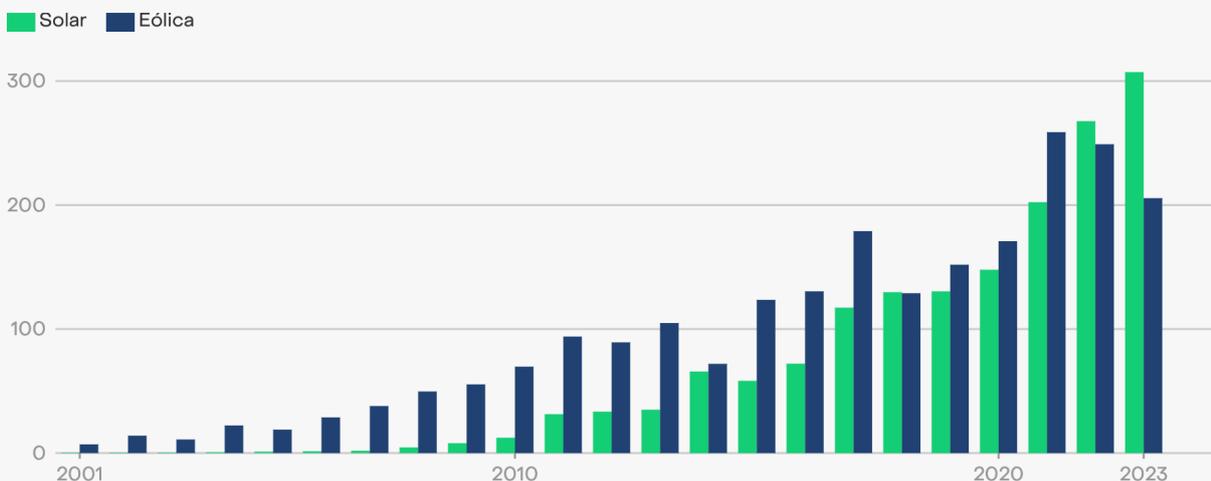
China fue el mayor colaborador, al representar el 51 % de la generación adicional de electricidad solar mundial en 2023 y el 60 % de la nueva generación de electricidad eólica mundial. Otros principales colaboradores del crecimiento de la electricidad eólica mundial incluyen a la UE (24 %) y Brasil (7 %), mientras que la UE (12 %) y Estados Unidos (11 %) proporcionaron el crecimiento de la electricidad solar mundial. Juntas, las cuatro principales economías con crecimiento en electricidad solar, China, la UE, EE. UU. y Brasil, representaron el 81 % del crecimiento en 2023.

## El crecimiento en electricidad solar dejó rezagado a la electricidad eólica, pero ambos crecimientos fueron más lentos de lo esperado

La electricidad solar está liderando la revolución de la electricidad, ya que añadió más del doble de electricidad nueva, tanto como el carbón en 2023. Fue la fuente de generación de electricidad de más rápido crecimiento por decimonoveno año consecutivo. El 2023 fue el segundo año consecutivo en el cual el crecimiento en la generación de electricidad solar a nivel mundial (+307 TWh, +23 %) dejó rezagada a la electricidad eólica (+206 TWh, +9,8 %). La electricidad solar alcanzó una participación de 5,5 % de la matriz eléctrica mundial (1631 TWh), comparado con la participación del 4,6 % en 2022. La electricidad eólica aún proporciona una participación superior de la electricidad mundial, con el 7,8 % en 2023 (2304 TWh).

### La electricidad solar superó el crecimiento de la generación de electricidad eólica en 2023 por segundo año consecutivo

Cambio anual en la generación de electricidad (TWh)



Fuente: Datos anuales sobre electricidad, Ember

---

A pesar de alcanzar los nuevos récords máximos, el crecimiento absoluto en la electricidad eólica y solar (+513 TWh) estuvo por debajo de las expectativas y fue apenas más pequeño que en 2022 (+517 TWh). Esto se debió principalmente al crecimiento más bajo de lo esperado de la electricidad eólica, que fue un 18 % más bajo en comparación con el aumento de 249 TWh en 2022.

EE. UU. fue un principal colaborador de la desaceleración eólica, al experimentar una caída en la generación de electricidad eólica por primera vez desde al menos 2001 (-9,1 TWh, -2,1 %). Las bajas condiciones eólicas mantuvieron a los factores de carga cerca de los niveles más bajos que se han visto en los últimos cinco años, mientras que las adiciones de capacidad disminuyeron antes de un [aumento anticipado](#) a partir de la Ley de Reducción de la Inflación. Estos fueron probablemente factores a corto plazo, lo que genera confianza de [volver a los niveles de crecimiento](#) similares a los niveles entre 2020 y 2021.

El crecimiento de la generación de electricidad solar también fue más bajo de lo esperado, al quedarse atrás de las adiciones de capacidad récord (+36 %) en 2023. Las razones más grandes (que se analizan de manera más detallada en el capítulo 2.2) son la mayor participación más altas de adiciones de capacidad en áreas como China que tuvieron menos luz solar en 2023 y no informar lo suficiente sobre la generación solar en algunos países. Al corregir los factores temporales, como la información insuficiente, la falta de luz solar y la medición de las adiciones, el aumento en la generación de 2023 podría haber sido tan alto como del 29 % en lugar del 23 %, lo que refuerza nuestra confianza en un aumento mayor en 2024.

---

## Una caída récord en la generación de hidroelectricidad a nivel mundial llevó a que alcance su nivel más bajo en cinco años

---

Después de una caída récord anual (-88 TWh), la generación de hidroelectricidad en el mundo cayó hasta alcanzar su nivel más bajo en cinco años de 4210 TWh. Aunque sigue siendo la mayor fuente de electricidad limpia a nivel mundial, su participación en la matriz eléctrica del mundo disminuyó 0,6 puntos porcentuales a 14,3 %, el nivel más bajo desde por lo menos 2000 y solo 1 punto porcentual por encima de la electricidad eólica y la solar. Esto ocurrió a pesar de la construcción de nuevas represas, con 7 GW de capacidad de hidroelectricidad agregada en 2023, según la Agencia Internacional de Energías Renovables ([IRENA](#), por sus siglas en inglés).

Las sequías afectaron la producción de hidroelectricidad en diferentes regiones, incluidas Asia (-5,9 %) y América del Norte (-7,4 %), especialmente México que experimentó una caída del 42 %. Mientras tanto, la generación de hidroelectricidad en la UE se recuperó solo de manera parcial desde el mínimo de varias décadas de 2022 (+14 %).

China experimentó la mayor caída absoluta en hidroelectricidad de 59 TWh (-4,5 %) y esta disminución se concentró durante la primera mitad del año a medida que se [instruía](#) a los generadores para ahorrar agua para el período invernal y evitar la escasez de electricidad. Otras economías asiáticas se vieron incluso más afectadas, y la generación de hidroelectricidad disminuyó al 15 % en India y 20 % en Vietnam.

## La electricidad nuclear se mantuvo igual

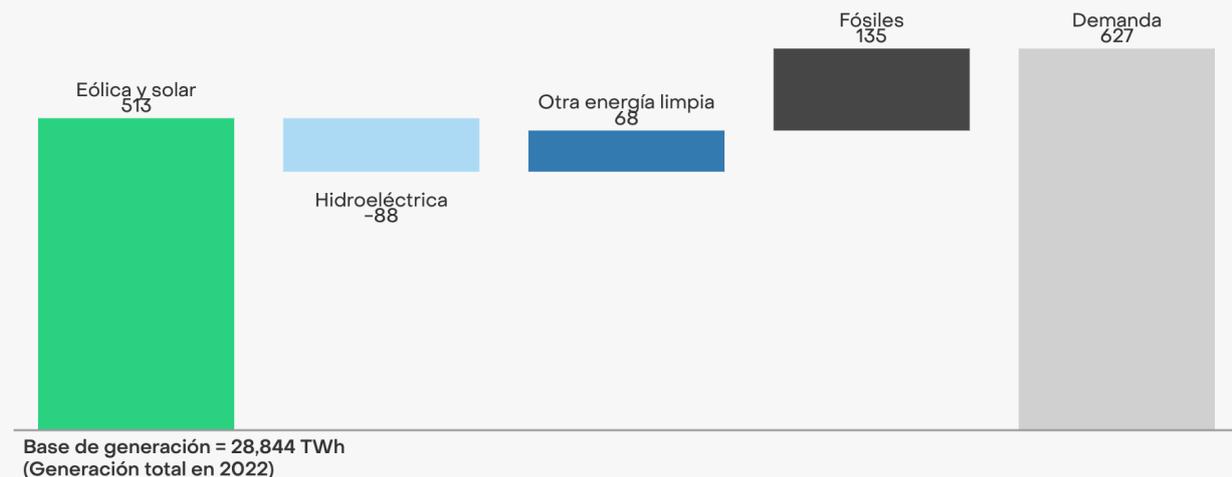
La electricidad nuclear proporcionó el 9,1 % de la electricidad mundial en 2023; no cambió desde el año pasado. La generación de electricidad nuclear a nivel mundial aumentó de unos 46 TWh marginales (+1,8 %) a 2686 TWh, al recuperarse menos que el 40 % de su caída en 2022 (-123 TWh, -4,4 %). La recuperación parcial de la electricidad nuclear en Francia desde 2022 contribuyó de manera considerable (+41 TWh), junto a los reinicios en la flota nuclear de Japón (+26 TWh). En otro lugar en el mundo, los nuevos reactores en Finlandia, EE. UU. y China se pusieron nuevamente en funcionamiento y ayudaron a compensar el efecto de la clausura temprana y voluntaria de los reactores en Alemania y Bélgica.

## La bioenergía tuvo un pequeño aumento

La generación de bioenergía a nivel mundial aumentó 21 TWh (+3,1 %), principalmente debido al crecimiento en China (+28 TWh, +15,6 %), mientras que, en los países de la OCDE, cayó 8,9 TWh (-2,6 %). Como consecuencia, su participación en la matriz eléctrica a nivel mundial se mantuvo con solo el 2,4 %. El riesgo de emisiones, más los impactos sociales y ecológicos más amplios, limita el uso de la bioenergía para descarbonizar el sector eléctrico (consulte el capítulo 4.7).

### La electricidad eólica y solar tuvo mayor crecimiento en 2023, pero otras fuentes de electricidad limpia tuvieron un rendimiento inferior

Cambio anual en la generación de electricidad (TWh)



Fuente: Datos anuales sobre electricidad, Ember

# 1.2 El crecimiento de la demanda estuvo por debajo de la tendencia, pero el crecimiento de la electricidad limpia aún sigue siendo inferior



El crecimiento de la demanda fue menor que lo usual en 2023, pero a pesar de esto, el crecimiento de la electricidad limpia no pudo cubrir toda la demanda y, entonces, la generación con combustibles fósiles creció de manera marginal para cubrir el déficit.

---

## El crecimiento de la demanda estuvo por debajo de la tendencia

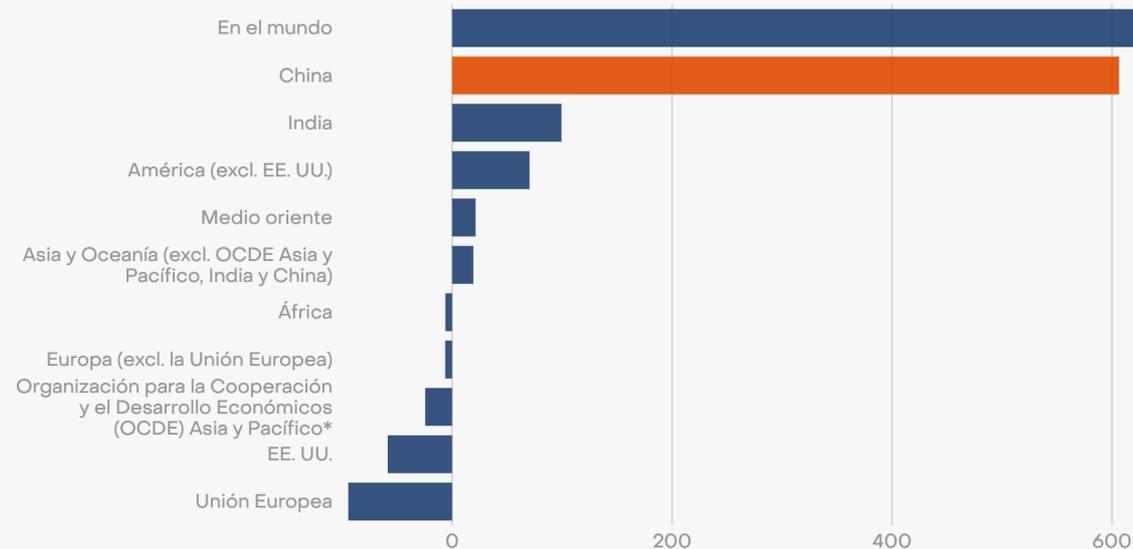
---

La demanda de electricidad a nivel mundial aumentó 627 TWh (+2,2 %) en 2023, lo que equivale a sumar la demanda total de electricidad de Canadá (607 TWh). Esto hizo que la demanda total a nivel mundial alcanzara un nuevo récord máximo de 29.471 TWh. Aun así, la tasa de crecimiento de 2023 fue inferior al crecimiento promedio de 2,5 % de la década pasada (2012 y 2022).

China siguió siendo el motor principal del crecimiento de la demanda de electricidad mundial. El crecimiento rápido de China (+606 TWh, +6,9 %) fue solo 21 TWh inferior que el aumento neto en el mundo. El crecimiento de India (+99 TWh, +5,4 %) fue el segundo mayor colaborador.

## China fue el principal impulsor del crecimiento de la demanda de electricidad a nivel mundial, mientras que la UE y EE. UU. experimentaron caídas pronunciadas

Cambios en la demanda de electricidad en 2023 (TWh)



Fuente: Datos anuales sobre electricidad, Ember  
\*Corea del Sur, Japón, Australia y Nueva Zelanda

EMBER

El aumento en la demanda de electricidad a nivel mundial estuvo limitado principalmente por una pronunciada disminución en los países de la OCDE. Las mayores caídas en la demanda se observaron en EE. UU. (-1,4 %) y la UE (-3,4 %), entre medio del clima más templado y, predominantemente en el caso de EE. UU., un decrecimiento temporal en la actividad industrial y las [medidas](#) de reducción de la demanda. La demanda también cayó en Japón (-1,9 %) entre medio de los vientos en contra económicos en el sector de fabricación y las medidas de reducción de la demanda.

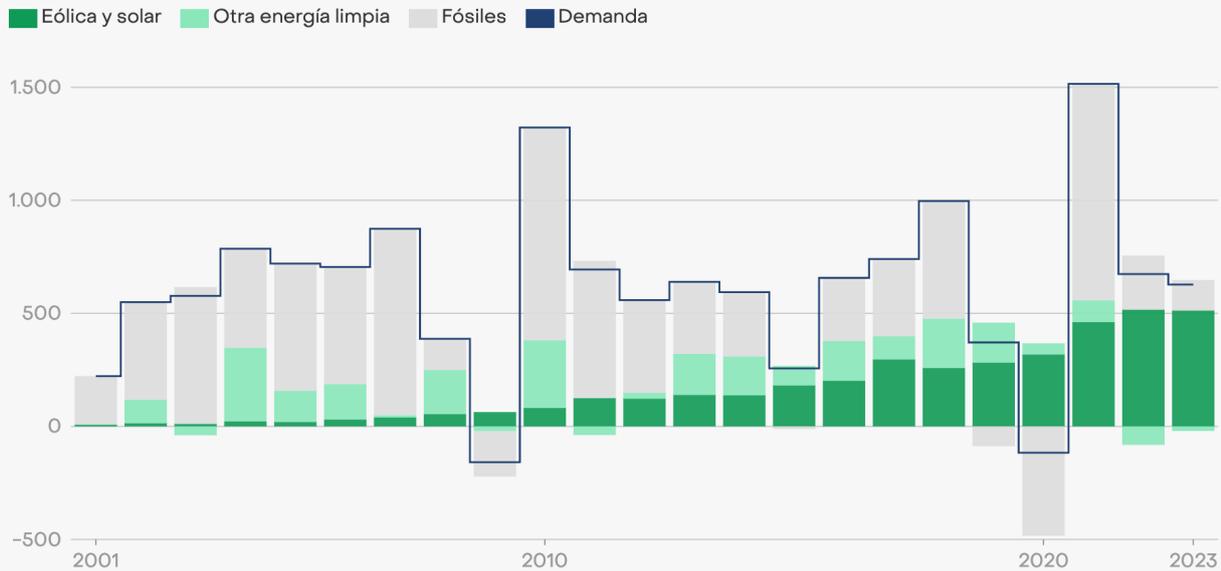
Se espera que el crecimiento de la demanda se acelere para avanzar a medida que la electrificación toma velocidad junto a las presiones en aumento de las tecnologías como la IA y la mayor demanda de refrigeración (como se explora en el capítulo 2.3), planteando la pregunta de si el crecimiento de la electricidad limpia se acelerará suficiente como para cubrirla.

## La electricidad eólica y la solar cubrieron la mayor parte del incremento en la demanda de electricidad

La electricidad eólica y la solar aumentaron 513 TWh, apenas menos que en 2022 (+517 TWh), pero cubrieron el 82 % del crecimiento de la demanda de electricidad a nivel mundial de 2023, en comparación con el 77 % en 2022. La mayor participación se debió al menor crecimiento en la demanda en 2023 (+627 TWh), frente al de 2022 (+674 TWh).

## El crecimiento en la electricidad eólica y solar alcanzó el 82 % del incremento en la demanda de la matriz eléctrica a nivel mundial en 2023

Cambio anual en la generación de electricidad (TWh)



Fuente: Datos anuales sobre electricidad, Ember

**EMBER**

A pesar de su crecimiento menor de lo esperado, la electricidad solar y la eólica fueron los puntales de la electricidad limpia recientemente agregada. Teniendo todo en cuenta, todas las otras fuentes de electricidad limpia cayeron, los pequeños aumentos en la bioenergía y la electricidad nuclear no fueron suficientes para argumentar la gran caída en la generación de hidroelectricidad debido a las grandes sequías. Juntas, todas las fuentes de electricidad limpia cubrieron el 79 % del aumento en la demanda de electricidad y se creó un déficit que se cubrió con la generación con combustibles fósiles.

# 1.3 La intensidad del carbono disminuyó, pero las emisiones por poco alcanzaron otro récord máximo

El año 2023 marcó otro salto principal hacia la reducción de la intensidad del CO<sub>2</sub> de la generación de electricidad a nivel mundial al alcanzar un nuevo récord mínimo de 480 gCO<sub>2</sub>/kWh, con una disminución del 1,2 % desde 486 gCO<sub>2</sub>/kWh en 2022, mientras que la participación de las fuentes de electricidad limpia alcanzaba un récord máximo.

Sin embargo, la generación absoluta con combustibles fósiles aumentó 135 TWh (+0,8 %) para cubrir el resto del crecimiento de la demanda que las fuentes de electricidad limpia no cubrieron, con pequeños aumentos en el carbón y el gas. Como resultado, las emisiones a nivel mundial aumentaron 1 % (+135 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>) en 2023, al alcanzar 14.153 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>, lo que equivale a un récord máximo.

El año 2023 estuvo muy cerca de convertirse en el primer año de una nueva era de disminución en las emisiones del sector eléctrico. Como la electricidad limpia continúa en aumento, seguimos teniendo confianza de que, en 2024, aumentará por encima de la demanda de electricidad y disminuirá las emisiones (como se explora en el capítulo 2.1).

---

## Pequeños aumentos en electricidad generada con carbón y con gas

---

La generación con carbón y con gas aumentó 1,4 %, de 10.288 TWh en 2022 a 10.434 TWh en 2023, pero su participación en la matriz eléctrica a nivel mundial cayó 0,3 puntos porcentuales, del 35,7 % al 35,4 %. Aunque es un aumento relativamente pequeño, es una señal positiva de progreso en la transición de electricidad en el mundo. Como se explora más abajo, la generación con carbón disminuye de manera rápida en las economías maduras, pero aumentó principalmente en cuatro economías emergentes que fueron afectadas por las sequías en 2023.

La generación de electricidad con gas a nivel mundial aumentó solo apenas (+53 TWh, +0,8 %) y su participación en la matriz cayó 0,3 puntos porcentuales a 22,5 %. El aumento en Estados Unidos (+115 TWh, +6,8 %) fue más de 2,5 veces el crecimiento que se registró en el mundo, pero en gran parte lo compensaron las caídas considerables en la Unión Europea (-86 TWh, -16 %), el Reino Unido (-25 TWh, -20 %) y Japón (-27 TWh, -7,4 %), donde la decreciente demanda y la electricidad limpia en aumento expulsaron tanto al carbón como al gas. La UE ahora ha visto caer la generación con gas durante cuatro años consecutivos.

---

## Las sequías y la alta demanda impulsaron los aumentos en la generación con carbón, en los mercados emergentes más importantes

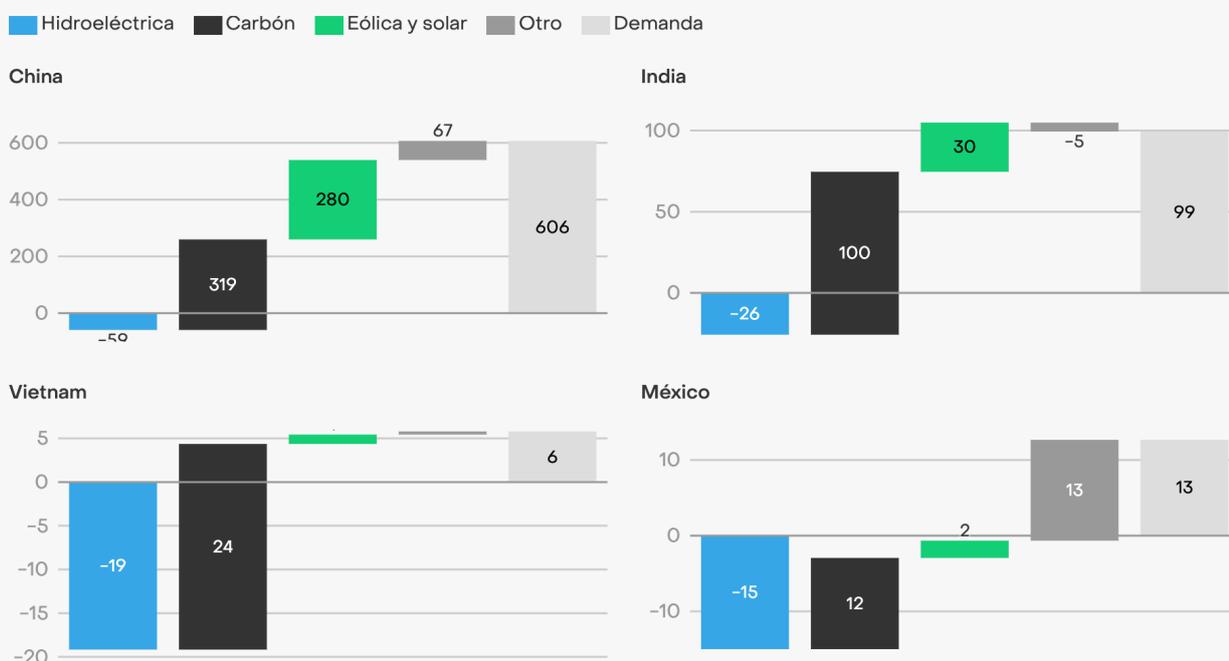
---

El déficit en hidroelectricidad en 2023 fue un factor principal detrás de la generación con combustibles fósiles a nivel mundial. El 95 % del incremento en la generación con carbón ocurrió en cuatro países que sufrieron sequías graves y que al mismo tiempo también tuvieron el aumento de la demanda por encima del promedio, en parte impulsado por las olas de calor y mayores requisitos de refrigeración. La generación con carbón aumentó 319 TWh (+5,9 %) en China, que fue por lejos el mayor colaborador, después de India (+100 TWh, +7,3%), Vietnam (+24 TWh, +23 %) y México (+12 TWh, +55 %).

En China e India, la disminución en la generación de hidroelectricidad representó el 18 % y el 26 % del aumento en el carbón, respectivamente. El resto del aumento de electricidad con carbón en esos dos países fue para cubrir el déficit en la demanda adicional de electricidad. En Vietnam, la disminución en la generación de hidroelectricidad representó el 81 % de su aumento en la generación con carbón y el país luchó por cubrir el aumento en la demanda, al experimentar cortes escalonados de electricidad. En México, tanto la generación con carbón como con gas tuvieron que aumentar para cubrir el déficit en la hidroelectricidad.

## El 95 % del incremento en la generación con carbón a nivel mundial en 2023 ocurrió en cuatro países que sufrieron sequías graves

Cambio anual en la generación de electricidad, 2023 (TWh)



Fuente: Datos anuales sobre electricidad, Ember  
 'Otro' incluye gas, bioenergía, otras energías renovables, otras generaciones con combustibles fósiles e importaciones netas; la mayoría de la otra generación de México viene de un incremento en la electricidad con gas.

**EMBER**

## La generación con carbón y las emisiones cayeron fuertemente en muchas economías maduras

El aumento en la generación con carbón en los mercados emergentes más importantes fue en gran medida compensado por las grandes caídas en economía maduras y el 86 % de la disminución en la generación de electricidad con carbón a nivel mundial provino de las economías de la OCDE. Las mayores caídas se registraron en EE. UU. (-156 TWh, -19 %), la UE (-113 TWh, -25 %) y Japón (-22 TWh, -6,3 %). La reducción en la demanda y la generación de electricidad limpia contribuyeron a esas caídas en el carbón. En Europa, esto fue principalmente gracias a la electricidad eólica y la solar. En Estados Unidos, fue por cambiar del carbón al gas, mientras que en Japón la electricidad nuclear fue el principal colaborador.

# Las mega tendencias moldean la transición eléctrica en 2024

**Esta sección explora cuatro tendencias que definen la transición eléctrica actual.**

El mundo está entrando en una nueva era de reducción en las emisiones del sector eléctrico. Este capítulo comienza analizando por qué las emisiones del sector eléctrico probablemente disminuyan en 2024, al dejar atrás el 2023 como el año que tuvo el pico en la generación con combustibles fósiles; luego analiza cuán rápido las emisiones del sector eléctrico podrían disminuir esta década, mientras que los legisladores se preparan para triplicar la capacidad renovable a nivel mundial y expandir otras fuentes de electricidad limpia.

La electricidad solar está liderando la revolución eléctrica, al desbloquear la posibilidad de lograr el objetivo de triplicar y colocar el sector eléctrico en el camino hacia los objetivos climáticos. Observamos cómo el aumento en la nueva capacidad solar superó las expectativas en 2023 y cómo continuará el crecimiento en 2024.

Luego contrastamos el crecimiento débil de la demanda de electricidad en 2023, especialmente en los países OCDE, con el gran aumento que se espera en 2024 y más allá. La futura expansión de la electrificación, con China a la cabeza, y también el crecimiento en los centros de datos y el creciente uso de los aires acondicionados están contribuyendo de manera significativa a la demanda de electricidad. Destacamos solo cuán importante es evitar el derroche y la ineficiencia, que disminuyen nuestra habilidad de reducir de manera rápida las emisiones.

Finalmente, observamos estudios de casos de políticas que han ayudado a tres países muy diferentes, China, Brasil y Países Bajos, a lograr el rápido crecimiento en la electricidad solar y eólica en los últimos años.

A través de estas cuatro tendencias, analizamos los factores detrás de los cambios rápidos y profundos que se están propagando por el sector eléctrico y establecemos las razones por las cuales estos cambios solo se acelerarán en los próximos años.

---

## Contenido del capítulo

---

- 23      2.1 Más allá del pico: una nueva era de caídas en las emisiones por la generación de electricidad
- 32      2.2 La electricidad solar está liderando la revolución de la electricidad y aún hay más por venir
- 39      2.3 El crecimiento de la demanda en 2023 estuvo por debajo de la tendencia, pero en el futuro solo aumentará
- 47      2.4 Los países que muestran cómo hacer la transición rápidamente hacia la electricidad limpia

## 2.1 Más allá del pico: una nueva era de caídas en las emisiones por la generación de electricidad

El año 2023 probablemente representó el pico de la generación con combustibles fósiles, al desbloquear una nueva era de caídas en las emisiones del sector eléctrico. La electricidad solar y eólica han reducido de manera drástica el crecimiento en las emisiones y muchos países todavía se encuentran más allá del pico en las emisiones del sector eléctrico. Preveemos que las emisiones del sector eléctrico probablemente disminuirán en 2024 y probablemente ya lo habrían hecho en 2023, de no ser por las sequías que redujeron la generación de hidroelectricidad. En el [informe del año pasado](#), Ember estimó que habría una reducción del 0,4 % en las emisiones del sector eléctrico en 2023, pero a causa de la caída récord en la generación de hidroelectricidad, las emisiones en realidad aumentaron 1 %.

En los años venideros, se prevé que las adiciones de electricidad solar y eólica sean suficientes para reducir las emisiones de electricidad, incluso en escenarios de alto crecimiento en la demanda de electricidad. El hecho de que la electricidad solar y la eólica seguirán aumentando genera confianza de que las emisiones del sector eléctrico no solo se estancarán, sino que en realidad caerán. Triplicar la capacidad de energía renovable a nivel mundial para 2030 podría sobrealimentar la transición y tiene el potencial de ayudar a reducir a la mitad las emisiones del sector eléctrico para 2030.

Ahora es el momento de mirar más allá del pico y concentrarse en cómo la electricidad limpia podría forzar la disminución rápida de las emisiones.

## El escenario está listo para la caída en las emisiones

El crecimiento de la electricidad solar y eólica ha establecido las condiciones para un pico y una disminución en las emisiones del sector eléctrico. La electricidad solar y la eólica ya han reducido de manera drástica el crecimiento en las emisiones y muchos países se encuentran más allá del pico.

### La electricidad eólica y la solar han desacelerado el aumento en las emisiones

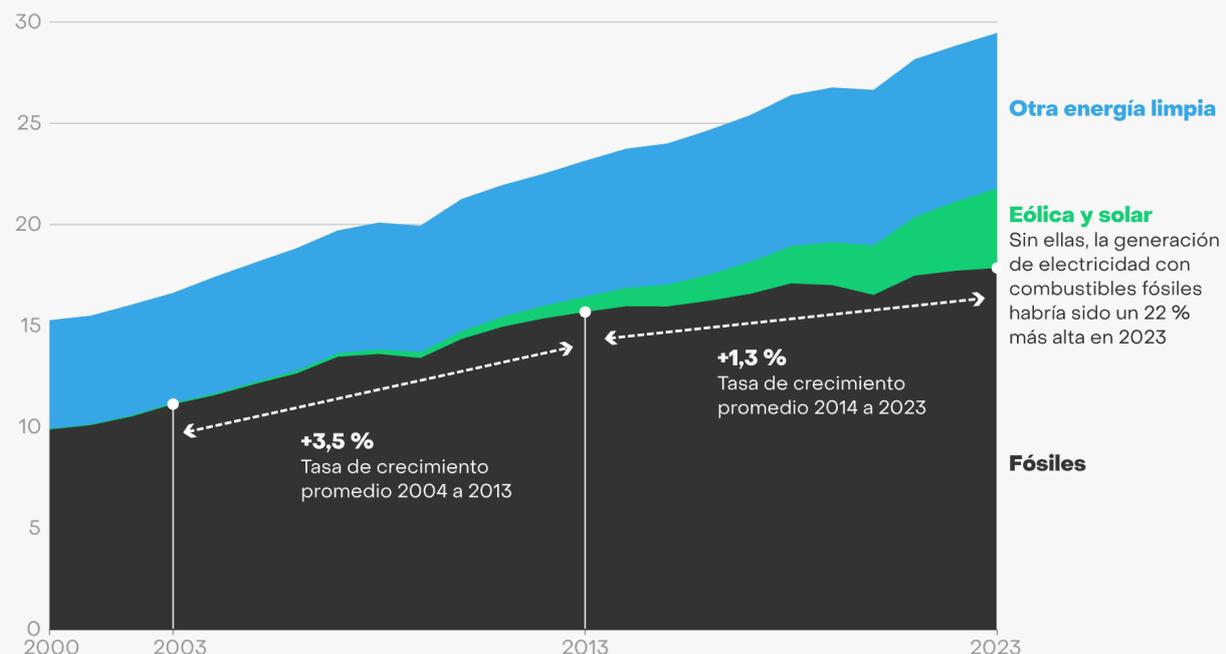
El crecimiento en la electricidad limpia, liderado por la electricidad solar y eólica, ha ayudado a desacelerar el crecimiento de los combustibles fósiles en casi dos tercios en los últimos diez años. La generación con combustibles fósiles aumentó en promedio el 3,5 % por año de 2004 a 2013, con una disminución del 1,3 % por año desde 2014 hasta 2023.

La generación de electricidad con combustibles fósiles fue un 22 % inferior en 2023 de lo que habría sido si la generación de electricidad solar y eólica no se hubiese desarrollado. Entre 2005 y 2023, la electricidad eólica y la solar han evitado 19 gigatoneladas de emisiones de CO<sub>2</sub>, lo que equivale a más de la mitad de las [emisiones](#) de CO<sub>2</sub> totales a nivel mundial de 2023.

Aunque las emisiones del sector eléctrico alcanzaron un máximo histórico en 2023, la electricidad solar y la eólica han impedido que las emisiones aumenten incluso más rápido.

### La electricidad eólica y solar ha desacelerado el crecimiento de los combustibles fósiles de manera sustancial

Generación de electricidad a nivel mundial (TWh, 000s)



Fuente: Datos anuales sobre electricidad, Ember

## Más de la mitad del mundo ya está más allá del pico

Más de la mitad de las economías ya se encuentran a, al menos, cinco años del pico histórico en la generación de electricidad con combustibles fósiles. Las emisiones de estos 118 sectores eléctricos han caído una cuarta parte en la última década. Juntas representan el 43 % de la demanda de electricidad a nivel mundial.

Muchas economías desarrolladas alcanzaron el pico hace más de una década. Los países europeos han experimentado las mayores caídas: la generación con combustibles fósiles en el Reino Unido ha disminuido el 63 % desde su pico en 2008, en Grecia el 57 % desde su pico en 2007, en España el 59 % desde el pico en 2005 y en Alemania el 42 % desde su pico en 2007. Las mayores caídas sucedieron en los últimos años a medida que la electricidad solar y eólica se han acelerado.

Otras principales economías desarrolladas han alcanzado su punto máximo y han tenido menores caídas. La generación con combustibles fósiles en EE. UU. ha disminuido el 16 % desde su pico en 2007, en Canadá el 26 % desde su pico en 2001, en Australia el 24 % desde el pico en 2009, en Japón el 29 % desde su pico en 2012 y en Corea del Sur el 13 % desde su pico en 2018.

En conjunto, los países de la OCDE vieron que las emisiones del sector eléctrico alcanzaron su punto máximo en 2007, con una caída del 28 % desde entonces.

La caída en las emisiones del sector eléctrico ya es la realidad de muchos países y el escenario está listo para que las emisiones mundiales comiencen a disminuir.

## Más de la mitad de las economías ya se encuentran a, al menos, cinco años del pico histórico en la generación con combustibles fósiles

Generación de electricidad a partir de combustibles fósiles como porcentaje del pico histórico de los países en el período 2000-2023 (%)



Fuente: Datos anuales sobre electricidad, Ember  
En el gráfico se excluye a los países que no han generado electricidad a partir de combustibles fósiles desde el año 2000.

---

## El mundo está más allá del pico

---

Al mirar hacia atrás en el tiempo, es probable que 2023 haya sido el pico de las emisiones del sector eléctrico.

El crecimiento de la capacidad limpia ya era suficiente para lograr una disminución en las emisiones en 2023, pero una caída récord en la generación de hidroelectricidad lo impidió. Estimamos que las emisiones del sector eléctrico probablemente caerán en 2024, debido al aumento repentino de la electricidad solar y una recuperación en la generación de hidroelectricidad, incluso a medida que aumenta la demanda de electricidad.

Una señal está emergiendo del ruido de la variabilidad interanual: el mundo está en su punto máximo y a punto de entrar en una nueva era de reducción en las emisiones del sector eléctrico.

**El crecimiento de la capacidad limpia era suficiente para disminuir las emisiones en 2023, pero una caída en la generación de hidroelectricidad lo impidió.**

En 2023, el crecimiento de la capacidad de la electricidad limpia alcanzó un punto crítico donde, por primera vez, fue suficiente para superar ampliamente el crecimiento típico en la demanda y causar un descenso en las emisiones.

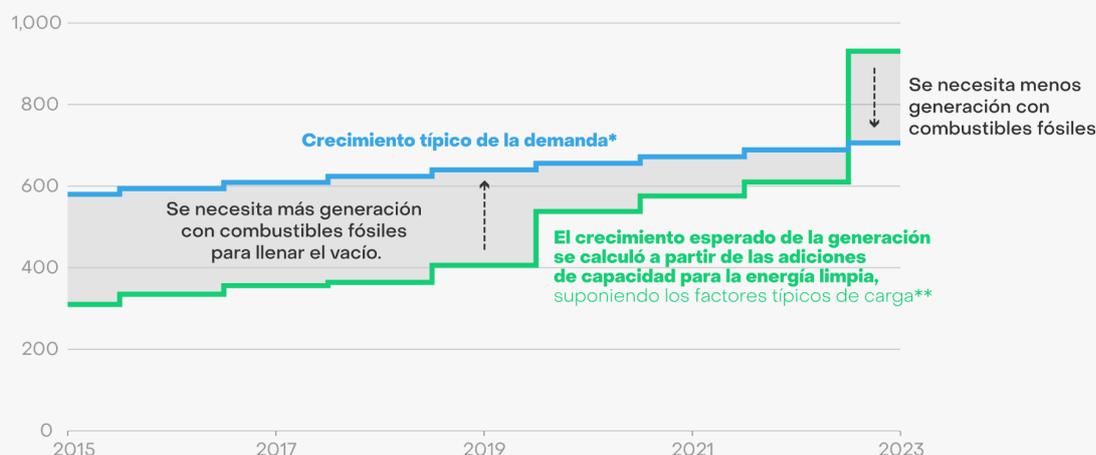
Las adiciones de capacidad de la electricidad limpia aumentaron en 2023; las adiciones de capacidad de la electricidad solar fueron un 74 % más altas en 2023 que en 2022 y las adiciones de capacidad de la electricidad eólica fueron un 47 % más altas. Esta nueva capacidad limpia que se agregó durante 2023 tendría que haber provocado un aumento de 930 TWh de generación de electricidad en los factores típicos de carga. Este aumento esperado habría sido más que el aumento promedio anual en la demanda de electricidad de 2,5 % durante los últimos 10 años, que para 2024 habría sido 730 TWh. Esto significa que se habría esperado que la capacidad agregada durante 2023 lograra una disminución del 1,1 % (200 TWh) en la generación de electricidad con combustibles fósiles.

Sin embargo, en vez de disminuir, las emisiones aumentaron apenas en 2023 porque se registró solo la mitad (493 TWh) del aumento esperado en la generación de electricidad limpia. Esto se debió principalmente a un déficit en la generación de hidroelectricidad. A pesar del crecimiento de la demanda menor que el esperado, el crecimiento de la electricidad limpia aún no fue suficiente para cubrir todo el aumento en la demanda, lo que generó un déficit que cubrió la generación con combustibles fósiles.

Los factores que evitaron la caída en 2023 enmascararon el hecho de que el crecimiento en la electricidad limpia ya era lo suficientemente rápido como para lograr la disminución en las emisiones.

## En 2023, el crecimiento de la capacidad de la electricidad limpia fue, por primera vez, suficiente para superar ampliamente el crecimiento típico en la demanda y causar un descenso en las emisiones

Cambio anual (TWh)



Fuente: \*Sobre la base del crecimiento promedio de la demanda de electricidad a nivel mundial del 2,5 % desde 2013 hasta 2023 (Datos anuales sobre electricidad, Ember). \*\*Cálculos Ember según las adiciones de capacidad para la electricidad solar de BNEF (suponiendo un factor de carga del 13 %), adiciones de capacidad para la electricidad eólica de GWEC (suponiendo un factor de carga del 29 %); las generaciones de electricidad hidroeléctrica, de bioenergía y de electricidad nuclear se obtienen de la IEA.

**EMBER**

## Ember pronostica que las emisiones del sector eléctrico disminuirán apenas en 2024

Prevedemos que es probable que 2024 experimente una caída en las emisiones del sector eléctrico, ya que el crecimiento excepcional en la generación de electricidad limpia pesa más que el mayor crecimiento de la demanda de electricidad.

Además, estimamos que la demanda de electricidad aumentará de manera significativa a 968 TWh en 2024. Sin embargo, es probable que la generación limpia crezca incluso más rápido al agregar un estimado de 1300 TWh en 2024, lo que es más del doble del aumento en 2023 (+493 TWh). Como resultado, Ember estima que la generación con combustibles fósiles está lista para apenas disminuir 333 TWh o un 2 % en 2024.

Los últimos pronósticos generan confianza en el crecimiento proyectado en la generación limpia en 2024. La generación de hidroelectricidad debería tener un gran aumento, sobre todo en [China](#), incluso a medida que el clima más cálido aumenta el riesgo de sequías en los años futuros. Tal como se mostró en las [perspectivas de mitad de año](#) de Ember, las tendencias a largo plazo de los factores de capacidad de hidroelectricidad varían de manera significativa en todas las regiones y todos los años. Las adiciones de electricidad solar y eólica alcanzarán nuevos récords. BloombergNEF (BNEF) [pronostica](#) un aumento del 29 % en las adiciones de electricidad solar de 444 GW en 2023 a 574 GW en 2024 y el Global Wind Energy Council (GWEC) [pronostica](#) un aumento del 9 % en las adiciones de electricidad eólica de 115 GW en 2023 a 125 GW en 2024.

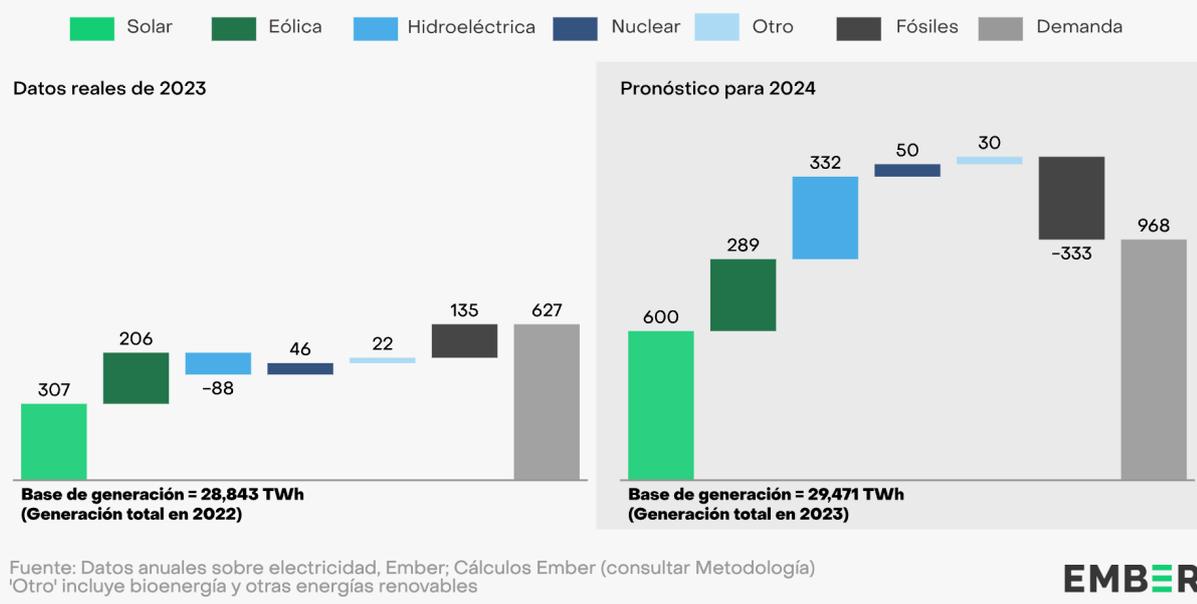
La demanda de electricidad también crecerá. Pronosticamos que el aumento en demanda de la electricidad en 2024 será aproximadamente del 3,3 % (+968 TWh), comparado con el 2,2 % (+627 TWh) en 2023, y bien por encima del crecimiento de tendencia de 2,5 % de los últimos 10 años. El aumento esperado está impulsado por una recuperación en la demanda de electricidad de la OCDE desde los niveles bajos en 2023 y alentado por un aumento significativo en los autos eléctricos, las bombas de calor y los centros de datos, así como un fuerte crecimiento industrial en China e India. Ember [pronostica](#) un aumento de 2 % a 3 % en la UE, en comparación con la disminución del 3 % en 2023. La Administración de Información Energética de Estados Unidos (EIA, por sus siglas en inglés) [pronostica](#) un aumento del 3 % en EE. UU., en comparación con la disminución del 1 % en 2023.

El pronóstico de Ember para 2024 supone un crecimiento mucho más rápido de la demanda de electricidad a nivel mundial (+3,3 %) que en 2023 y los datos de enero a febrero ya indican una fuerte producción industrial en China y un crecimiento del PBI más fuerte de lo esperado en India. A medida que el FMI y otros [actualizan](#) el crecimiento industrial en China e India para 2024, sigue siendo posible que la demanda de electricidad supere nuestros pronósticos, lo que podría resultar en que las emisiones del sector eléctrico registren otro pequeño aumento en 2024, especialmente si las sequías no cesan.

Sobre todo, China está listo para experimentar una disminución en los combustibles fósiles en 2024. El fuerte crecimiento de la electricidad solar y el empleo de la electricidad eólica en China en los últimos meses de 2023 llevó a la IEA a [pronosticar](#) una caída del 3 % en la generación con carbón en China en 2024, lo que representa un cambio sustancial desde su pronóstico anterior sobre un aumento en el carbón. China agregó 37 GW de electricidad solar nueva y 10 GW de capacidad eólica solo en enero y febrero al superar las adiciones récord anteriores. Además, [los indicios tempranos](#) apuntan a que la sequía cederá en 2024, que debería potenciar la generación de hidroelectricidad. Esto coloca al país en un camino para lograr nuevas adiciones récord de electricidad limpia en 2024.

## El crecimiento excepcional en las energías renovables que se pronostica para 2024 reducirá la generación de electricidad con combustibles fósiles, incluso a medida que la demanda aumenta

Cambio anual en la generación de electricidad (TWh)



## Las elecciones que hacemos ahora determinarán cuán rápido caerán las emisiones

Las emisiones del sector eléctrico disminuirán, pero el ritmo de la disminución depende de cuán rápido el mundo acepte la electricidad limpia.

Inevitablemente las emisiones del sector eléctrico se reducirán si tenemos en cuenta los pronósticos actuales para la electricidad eólica y solar, pero el aumento para triplicar las energías renovables casi las reduciría a la mitad.

## Los pronósticos para la electricidad solar y la eólica ya son lo suficientemente grandes como para permitir que las emisiones disminuyan

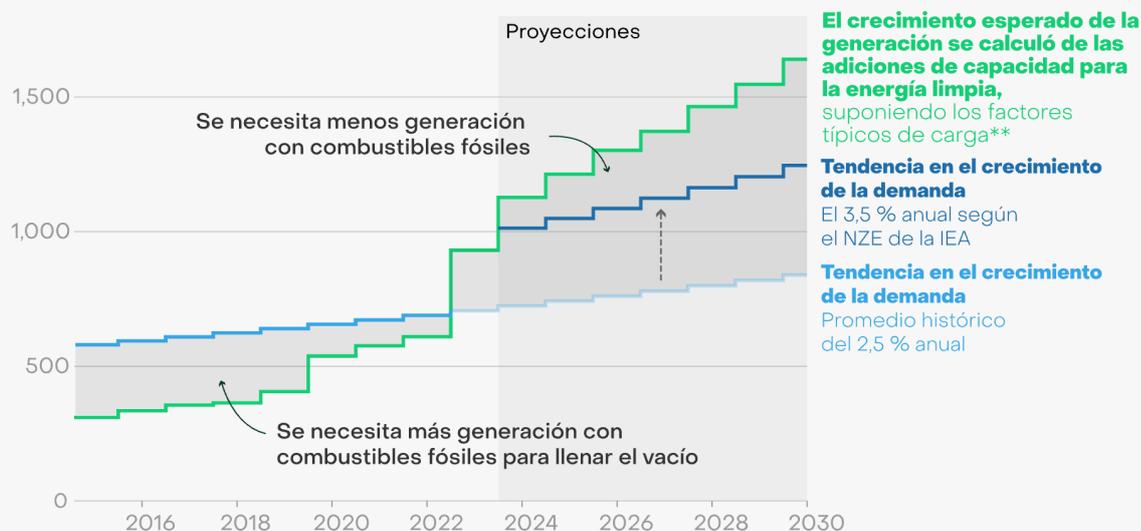
Los últimos pronósticos para la industria generan la confianza de que el uso de la electricidad limpia brindará suficiente generación de electricidad para cubrir incluso el crecimiento acelerado en la demanda de electricidad a lo largo de esta década.

El último [pronóstico](#) para la electricidad solar de BNEF y el [pronóstico](#) para la electricidad eólica de GWEC son que las adiciones anuales continúan en aumento desde los niveles récord en 2023, a lo largo de esta década. Casi el 90 % del aumento pronosticado en la generación limpia es impulsado por las adiciones de la electricidad solar y la eólica, mientras que la electricidad nuclear, la hidroelectricidad, la bioenergía y la electricidad geotérmica representan la mayor parte del resto.

Incluso si el incremento anual en la demanda sube del 2,5 % histórico por año al 3,5 % previsto para 2030 en el [escenario de cero emisiones netas de la IEA](#), se estima que la generación limpia aumente incluso más para reducir el consumo de los combustibles fósiles y las emisiones del sector eléctrico.

### Los sólidos pronósticos para las industrias de la electricidad solar y eólica generan la confianza de las emisiones del sector energético caerán, incluso con un crecimiento acelerado de la demanda

Cambio anual (TWh)



Fuente: Las tendencias en la demanda se basan en los datos anuales sobre electricidad, Ember.\*\*Cálculos Ember según las adiciones de capacidad para la electricidad solar de BNEF (suponiendo un factor de carga del 13 %), adiciones de capacidad para la electricidad eólica de GWEC (suponiendo un factor de carga del 29 %); las generaciones de electricidad hidroeléctrica, de bioenergía y de electricidad nuclear se obtienen de la IEA.

**EMBER**

### Triplicar las energías renovables doblaría la curva de las emisiones

Triplicar la capacidad de la energía renovable a nivel mundial para 2030, como los países se comprometieron a hacer en la COP28 en 2023, tiene el potencial para reducir las emisiones del sector eléctrico casi a la mitad para 2030.

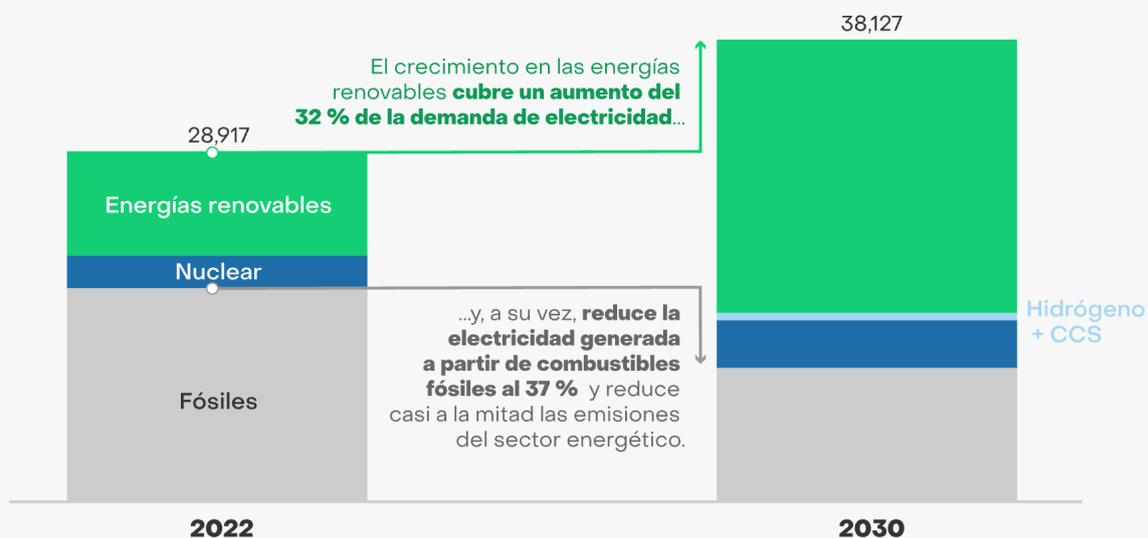
Triplicar la energía renovable significa agregar 14.000 TWh de generación anual para 2030, en comparación con 2022. Lo que ayudaría a recortar la generación de electricidad con combustibles fósiles en 6570 TWh (-37 %).

Como la generación con carbón, el combustible fósil con mayor intensidad de carbono, disminuye de manera rápida, provoca una caída del 45 %, una reducción casi a la mitad, en las emisiones del sector eléctrico, según el [escenario de cero emisiones netas de la IEA](#).

Además, las energías renovables no solo reemplazarán los combustibles fósiles en el sector eléctrico, sino que también en todo el sistema eléctrico. Según el escenario de la IEA, más de la mitad del aumento en la generación de energía renovable se usa para cubrir un aumento del 32 % en la demanda de electricidad, que agrega 9000 TWh a la demanda de electricidad a nivel mundial para 2030. Mucho de esto se debe a la electrificación, donde la energía renovable recortaría el uso del petróleo y el gas de los sectores como el transporte y los edificios y, así, reduciría las emisiones de CO<sub>2</sub> fuera del sector eléctrico.

## Triplicar las energías renovables permitiría cubrir simultáneamente un crecimiento significativo de la demanda de electricidad y reducir casi a la mitad las emisiones del sector eléctrico

Generación de electricidad a nivel mundial (TWh)



Fuente: Camino hacia las cero emisiones netas de la IEA (2023)

EMBER

Triplicar la capacidad renovable proporcionaría un aumento masivo en la electricidad limpia. En el escenario de NZE de la IEA, las energías renovables dejan atrás el petróleo, el carbón y el gas para convertirse en la principal fuente de electricidad primaria del mundo para 2030, desde el cuarto puesto que ocupan en la actualidad. Las energías renovables ya son la segunda mayor fuente de electricidad, después del carbón.

La [investigación](#) de Ember muestra que los planes gubernamentales hasta 2030 ya se alinean con una duplicación de la capacidad de energía renovable a nivel mundial. El análisis mostró que muchos planes nacionales están rezagados con respecto a la curva del crecimiento actual de las energías renovables y necesitan actualizarse para mantener el ritmo; luego esto haría que una triplicación a nivel mundial sea una posibilidad real. Muchos países de la OCDE, incluidos EE. UU., Canadá, el Reino Unido, los Países Bajos y Alemania, ya tienen como objetivo alcanzar la electricidad con cero emisiones neta para 2035.

El sector eléctrico fue el mayor sector emisor en 2023. Es posible que este se convierta en el primer sector en alcanzar las cero emisiones netas, mientras desbloquea las reducciones de emisiones en toda la economía a nivel mundial a medida que el mundo avanza hacia un futuro eléctrico limpio. Las emisiones del sector eléctrico disminuirán esta década. Pero la rapidez con la que caigan depende de las acciones que se tomen ahora.

## 2.2 La electricidad solar está liderando la revolución de la electricidad y aún hay más por venir



En los últimos años, las rápidas adiciones de capacidad solar han superado todas las expectativas al posicionar la electricidad solar al frente de la revolución de la electricidad limpia. La generación de electricidad solar aumentó más lentamente que la capacidad en 2023, pero tendrá un incremento enorme en 2024 con las predicciones de un año de crecimiento excepcional para la generación solar. El año 2023 trajo un aumento sin precedentes en el suministro, y una disminución en el precio de los paneles solares, que los hace más económicos y abundantes más que nunca. Dado el exceso de suministro y la [rápida caída en los costos de almacenamiento de baterías](#), la electricidad solar se ve cada vez más limitada solo por lo rápido que pueden conectarla a la red eléctrica.

---

### La capacidad solar ha estado aumentando rápido

---

El crecimiento de la electricidad solar ha tomado al mundo por sorpresa. Las adiciones de capacidad solar han estado aumentando de manera exponencial desde 2000. Desde 2000 hasta 2010 la capacidad acumulativa a nivel mundial se duplicaba cada dos años, luego desde 2010 hasta 2023 la tasa se desaceleró para duplicarse cada tres años. Este cambio hacia un ritmo más lento del crecimiento exponencial no es un motivo de preocupación y el camino hacia una triplicación a nivel mundial de las energías renovables o para cumplir con [el escenario de NZE de la IEA](#) para 2030 no requiere que el crecimiento exponencial continúe. Una duplicación cada 3,8 años desde 2023 hasta 2030 es consistente con el escenario de NZE de la IEA.

## Las adiciones de capacidad solar que establecieron un récord superaron las expectativas en 2023

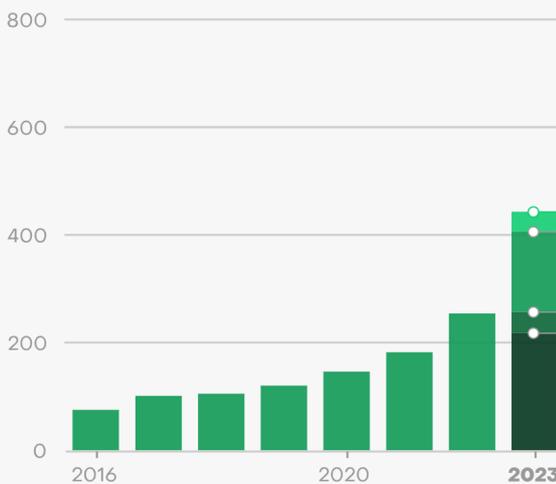
Las adiciones anuales de capacidad que establecieron un récord fueron un **76 %** más altas en 2023 que en 2022 y continúan superando las predicciones. Cada año la IEA ha actualizado sus predicciones: desde 2021 hasta 2022 y hasta 2023 el escenario de caso acelerado de la IEA predijo que las adiciones anuales de capacidad de 2023 serían de **218 GW**, **257 GW** y **406 GW**, respectivamente. Con las actualizaciones recientes de China las adiciones actuales para 2023 son de 444 GW según **BNEF**. Para poner en contexto la escala de adiciones en 2023, las adiciones anuales de capacidad solar no habían superado los 200 GW por año hasta 2022, que fue un año récord en sí.

## Un año récord de adiciones de capacidad para la electricidad solar en 2023 coloca al aumento global para alcanzar cero emisiones netas en una posición sólida

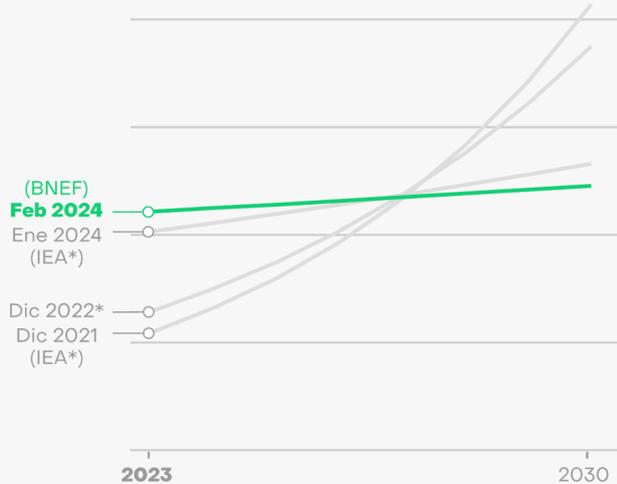
Adiciones de capacidad: reales y proyectadas (GW)

Las cifras de 2023 se refieren a la fecha de la estimación

Las expectativas para 2023 se revisaron al alza en varias ocasiones



El progreso hacia las cero emisiones netas ahora está menos inclinado



Fuente: Los datos de 2016 a 2022 de BNEF (DC)., Los datos de 2024 a 2030 son proyecciones para cubrir la capacidad acumulativa para la electricidad solar de 6,101 GW para 2030 según el NZE de la IEA. \*Caso acelerado de la IEA.

**EMBER**

[La capacidad solar ha experimentado un auge](#) debido a fuertes caídas en los costos, entornos políticos favorables, mejoras en la eficiencia tecnológica y un aumento en la capacidad de fabricación. Una clave para un aumento rápido es la [Ley de Wright](#) de las curvas de aprendizaje tecnológico, donde una tecnología se vuelve más barata a medida que se implementa más, y se implementa más a medida que se vuelve más barata. El aumento en la implementación es evidente, ya que ahora hay 33 países con más del 10 % de participación en generación de electricidad solar, incluidos Chile (20 %), Australia (17 %) y los Países Bajos (17 %) y el estado de California con 28 % (la quinta economía más grande del mundo).

## El crecimiento en las adiciones anuales solares desbloquea un camino creíble para triplicar las energías renovables

Según el [escenario de NZE de la IEA](#), una triplicación a nivel mundial de las energías renovables desde 2022 a 2030 significa una quintuplicación de la capacidad solar a nivel mundial de 1223 GW en 2022 a 6101 GW en 2030. La electricidad solar ha sido tan exitosa que su contribución con la capacidad de las energías renovables en 2030 se revisó al alza, ya que pasó del [48 % en el escenario NZE de la IEA de 2021](#) al 55 % en la [actualización de 2023](#).

Dadas las adiciones récord de 2023, alcanzar este objetivo significa que se necesitan adiciones anuales solares para aumentar a una tasa de crecimiento anual compuesto del 9 % hasta 2030, que es solo más de un tercio de la tasa de crecimiento histórico del 23 % desde la década anterior (2012 a 2022.) Según el escenario de [NZE de la IEA](#), los recursos de la tierra que se necesitan para favorecer este nivel de crecimiento son una fracción de la tierra adecuada disponible.

## La generación solar aumentó menos de lo esperado en 2023, pero en 2024 aumentará en gran escala.

La generación solar no aumentó tanto como lo hizo la capacidad solar en 2023, principalmente debido a las ubicaciones de las adiciones y la cantidad de información insuficiente. No obstante, la generación solar en 2024 debería reflejar el auge de la capacidad de este año y el siguiente.

## La capacidad acumulativa para la electricidad solar en el mundo aumentó un 36 % en 2023, pero la generación de electricidad solar aumentó solo el 23 %

La generación de electricidad solar a nivel mundial aumentó un 23 % (+307 TWh) en 2023 y la participación de la electricidad solar alcanzó el 5,5 % en 2023 (1631 TWh), comparado con el 4,6 % en 2022 (1324 TWh). Aunque impactante, este crecimiento no es tan rápido como se esperaba dada la gran cantidad de la capacidad instalada.

Ha habido una fuerte relación lineal entre la capacidad y la generación durante los últimos siete años, lo que muestra que 1 GW de capacidad solar produce 1,09 TWh de generación. Basada en una fuerte relación, la generación en 2023 fue de 182 TWh menos de lo esperado.

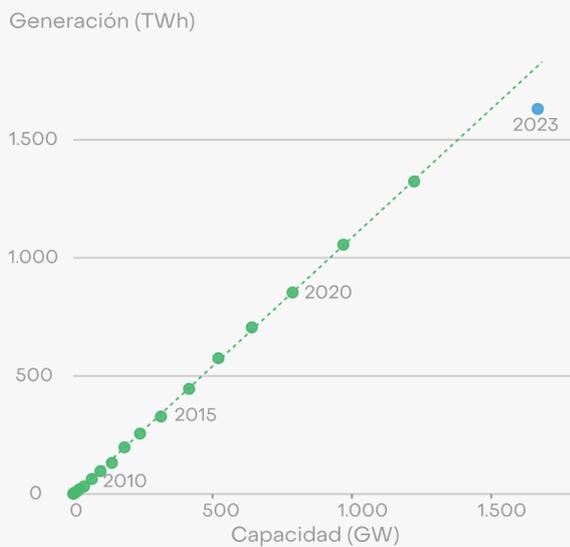
El déficit se explica principalmente por la ubicación de las adiciones de capacidad, la información insuficiente sobre la generación, el tiempo de las instalaciones y el clima.

1. El 60 % de la capacidad solar agregada fue en China y el 14 % en Europa. Estas regiones reciben relativamente poca luz solar, en comparación con los estándares a nivel mundial.
2. Hubo grandes adiciones en países que no informan la generación actualizada, principalmente en Asia, el Medio Oriente y África del Norte. También hay desafíos crecientes al informar la generación distribuida, incluida la electricidad solar en los techos detrás del medidor y la información insuficiente en los grandes mercados como la UE y Japón.

3. Las instalaciones se hicieron atípicamente tarde en el año y, por ende, contribuyó menos a la generación 2023. Algo de este efecto será persistente: las instalaciones chinas siempre alcanzan su máximo en diciembre para alcanzar objetivos. Sin embargo, el año 2023 fue particularmente extremo, ya que casi un cuarto de las adiciones de capacidad de China ocurrió en diciembre.
4. La insolación solar varía de año a año, aunque la UE en particular experimentó menos de la insolación promedio en 2023.
5. Varios factores contribuyeron al déficit restante. El recorte aumentó en algunos mercados, particularmente en Japón, los Países Bajos y Australia, aunque se mantuvo consistente con los últimos años en China y la mayor parte de la UE. Otras posibles explicaciones incluyen la creciente proporción de techos solares en China, cambios de eficiencia relacionados con la temperatura, el uso de menos sitios óptimos y patrones en la ubicación y tiempo de las instalaciones que no podrían medirse con los datos disponibles.

## La generación de electricidad solar a nivel mundial en 2023 fue relativamente baja dadas las adiciones significativas de capacidad

La generación de electricidad solar estuvo muy por debajo de la tendencia...

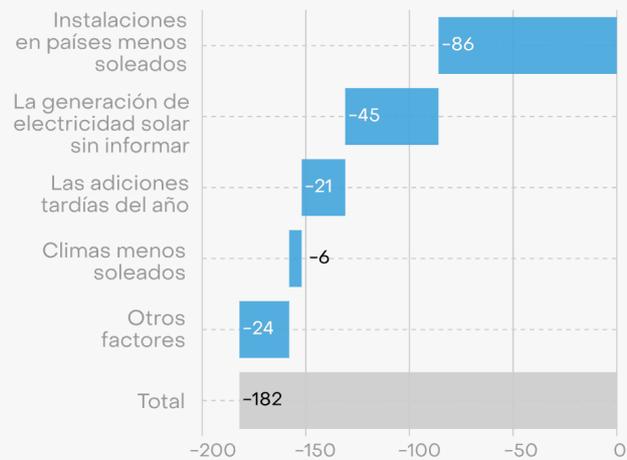


Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember, BNEF

Las adiciones tardías del año incluyen efectos intra e interregionales. Otros factores incluyen toda la generación que el análisis no explicó. Puede incluir el recorte de electricidad, menor eficiencia de la electricidad solar en techos, disponibilidad del sitio y efectos no medidos de tiempo y ubicación de la instalación.

...pero mucho es este efecto es temporario.

Impacto modelado en la generación de la electricidad solar, por causa (TWh)



**EMBER**

## La generación todavía está creciendo, pero una integración más profunda de la electricidad solar requiere una planificación proactiva

Aunque el aumento en la generación fue menor de lo esperado en 2023, el incremento se verá en las cifras de la generación de 2024. La generación adicional de electricidad a partir de los paneles instalados a finales de 2023 (+21 TWh), el clima menos soleado (+6 TWh) y la generación no suficientemente informada (+45 TWh) habrían llevado la generación total de electricidad solar a 1703 TWh en 2023, lo que representa un aumento del 29 % en comparación con 2022.

---

Basándonos en las adiciones de 2023 y la perspectiva de instalación [solar del primer trimestre de 2024 de BNEF](#), esperamos que la generación solar registrada en 2024 esté entre 2150 y 2350 TWh, dependiendo de cuán precisas sean las previsiones de instalación. Este cambio representa al menos un aumento del 32 % en comparación con 2023 y reconfirma que la electricidad solar sigue en camino con la tasa de crecimiento promedio del 26 % que se requiere para las cero emisiones netas.

No obstante, los desafíos se deben abordar. [La congestión de la red eléctrica ya es un principal obstáculo](#) para la implementación de electricidad solar en todo el mundo, ya que los puntos de conexión adecuados se vuelven más raros. En 2024, se espera que el recorte de electricidad aumente en [China](#) y en [California](#) debido al almacenamiento insuficiente. Con los largos tiempos de construcción, invertir en nueva capacidad de transmisión ahora maximizará los beneficios de la electricidad solar. Mientras tanto, los enfoques de [conectar y administrar](#) en la planificación, que aseguran una rápida conexión de red con cierto riesgo de limitación a cambio, pueden garantizar que la congestión no desacelere innecesariamente la transición eléctrica.

---

## Aprovechar todo el potencial de la electricidad solar

---

El año 2023 trajo un aumento sin precedentes en el suministro de paneles solares; sin embargo, muchos países, incluso muchos países con climas soleados, todavía tienen una cantidad baja de generación solar.

### **El suministro solar mundial puede cumplir con el objetivo de triplicarlo a nivel mundial y aún más**

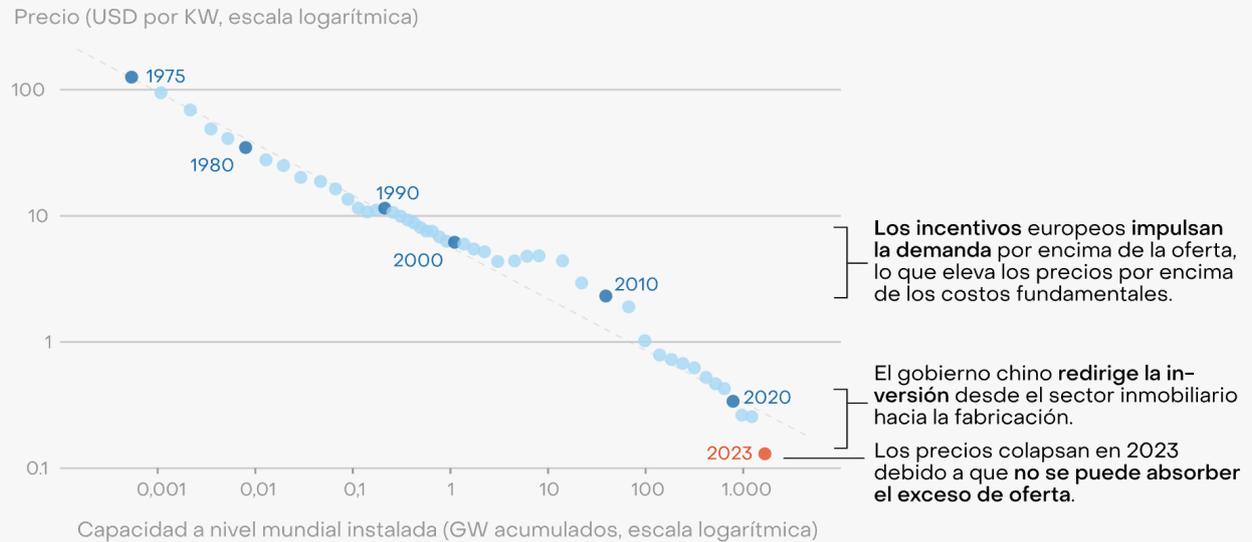
Se prevé que la capacidad de fabricación de fotovoltaicos solares a nivel mundial alcance [1100 GW para fines de 2024](#). Según la [actualización del mercado de la IEA en junio de 2023](#), esto es más que suficiente para cubrir las necesidades del [escenario de NZE de la IEA](#). Esto sugiere que la electricidad solar puede desempeñar un rol aún más importante en la transición de electricidad limpia a nivel mundial, si fuera necesario.

En 2023, la cantidad de electricidad solar fabricada en China dejó rezagada a la demanda a nivel mundial, lo que provocó una [caída de más del 50 %](#) en los precios de los módulos solares en la segunda mitad del año y empujó las instalaciones domésticas [cada vez más hacia arriba](#). Los precios de los módulos solares ahora son significativamente más bajos de lo esperado según la [Ley de Wright](#) de las curvas de aprendizaje tecnológico. Como el financiamiento estatal chino se ha [redirigido cada vez más](#) del sector residencial a la fabricación, el país ahora representa entre el 80 % y el 85 % de la producción de los módulos solares a nivel mundial.

El exceso de suministro de módulos persistirá hasta 2024. La demanda de la UE sigue siendo grande, pero con los inventarios elevados, la caída de los precios de la electricidad y las [barreras a la instalación](#), es [poco probable que las exportaciones a la UE sean mayores](#) que en 2023. Mientras tanto [las exportaciones de electricidad solar](#) de China a India, que crecieron rápidamente en los últimos cuatro meses de 2023 a medida que los precios caían, se reducirán de manera drástica, ya que a partir de abril cualquier proyecto solar respaldado por el gobierno deberá utilizar los [paneles solares fabricados dentro del país](#). La necesidad de China de encontrar nuevos mercados exportadores es una tremenda oportunidad para los países de todo el mundo para aprovechar lo competitiva en costos y disponible que es la electricidad solar en comparación con otras fuentes de generación.

## Los precios de la electricidad solar caen mucho más rápido que la tendencia histórica en 2023

Los precios han estado disminuyendo constantemente a medida que la fabricación de módulos fotovoltaicos solares ha aumentado, según la Ley de Wright\*



Fuente: Our World in Data, Infolink Consulting, BloombergNEF

\*La Ley de Wright también se conoce como una curva de aprendizaje tecnológico, donde una tecnología se vuelve más barata a medida que se implementa más y se implementa más a medida que se vuelve más barata.

**EMBER**

## Regiones prometedoras con respecto a electricidad solar no han sido explotadas

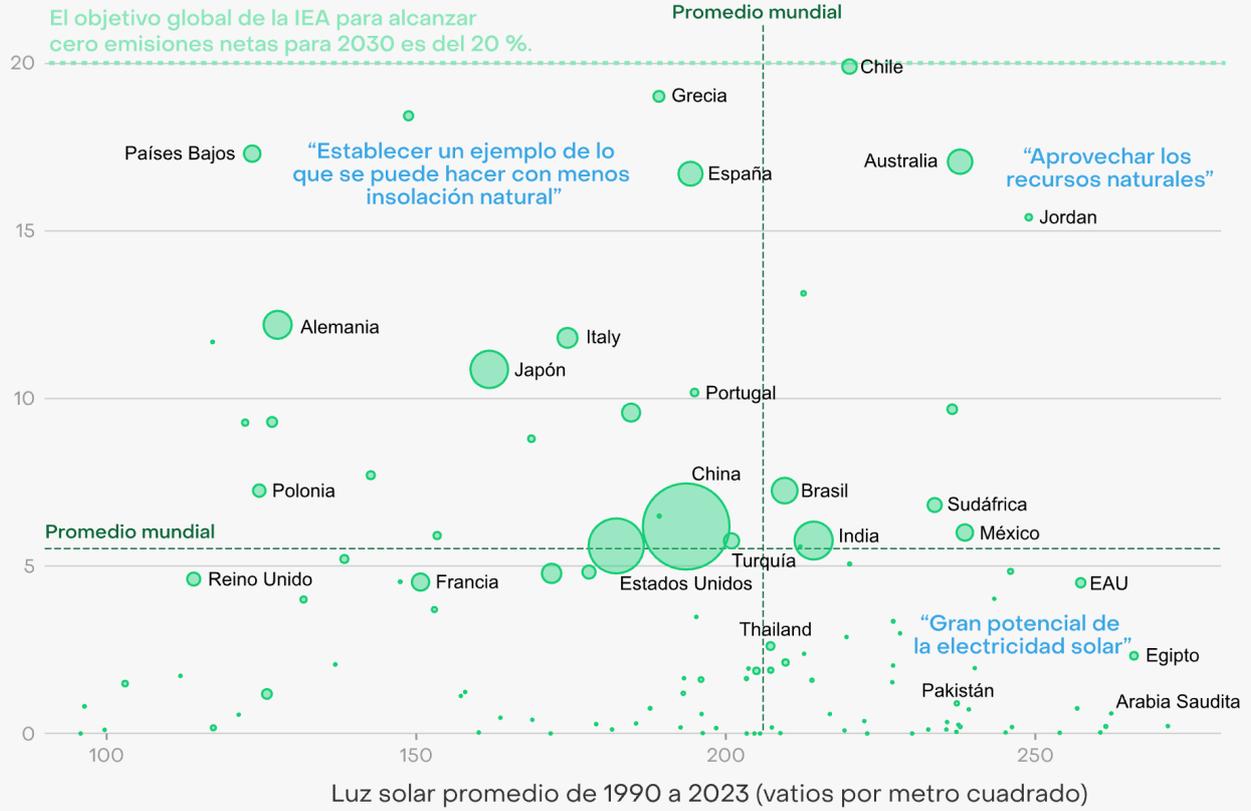
No hay una relación clara entre la luz solar y la adopción de la electricidad solar, ya que muchos países soleados aún no han aprovechado el potencial de la electricidad solar. Mientras unos pocos líderes como Australia y España están produciendo casi el 20 % de su electricidad a partir de la energía solar, el 66 % de los países obtienen menos del 5 % de la electricidad de la energía solar. La presencia de la alta generación solar incluso en países que tienen insolación relativamente baja, como Alemania (12 %) y en los Países Bajos (17 %), destaca el potencial que tiene la energía solar para satisfacer las necesidades de la generación a pesar de los recursos naturales.

Hay señales prometedoras en algunas regiones, ya que las importaciones de módulos al Medio Oriente [aumentaron en 2023](#). Muchos países de todo el mundo enfrentan desafíos financieros y logísticos, y es importante permitir el desarrollo en países con alto potencial a través de los mecanismos de financiamiento y de reducción de riesgos apropiados. África sola representa una quinta parte de la población mundial y tiene un potencial solar enorme, sin embargo, la región actualmente atrae solo el [3 % de la inversión de electricidad a nivel mundial](#).

## El potencial sin explotar de la electricidad solar

Los tamaños de las burbujas representan la demanda total de electricidad en 2023

Participación de la generación de electricidad en 2023 (%)



Fuente: Datos anuales sobre electricidad, Ember, Escenario de Emisiones Netas Cero de la IEA (2023), Los datos del reanálisis ERA5 que se extrajeron de Teal. En el gráfico solo se incluyen países o regiones con una demanda superior a 10 TWh en 2023.

## 2.3 El crecimiento de la demanda en 2023 estuvo por debajo de la tendencia, pero en el futuro solo aumentará



El crecimiento de la demanda de electricidad a nivel mundial fue especialmente débil a comienzos de 2023, mayormente debido a las caídas en los países de la OCDE, pero la última evidencia mensual muestra que el crecimiento ya está repuntando.

Las cinco tecnologías de rápido crecimiento representaron más de la mitad del crecimiento de la demanda y todas podrían beneficiarse si se enfocaran en la eficiencia: los vehículos eléctricos (EV), las bombas de calor, los electrolizadores para el hidrógeno verde, los centros de datos y los aires acondicionados. A medida que la electrificación se acelera, el crecimiento de la demanda de la OCDE comenzará a aumentar por primera vez en dos décadas. Pero a partir de 2023, China estará al frente del mundo en la electrificación de su economía.

El crecimiento de la demanda no solo se recuperará de los niveles débiles en 2023, sino que entrará en una nueva era de crecimiento más rápido, cuya velocidad dependerá, en parte, de un enfoque en la eficiencia.

---

**El crecimiento de la demanda a nivel mundial estuvo por debajo de la tendencia en 2023, pero la aceleración ya está en marcha**

---

La demanda de electricidad a nivel mundial aumentó 627 TWh en 2023, principalmente debido al fuerte crecimiento en China y otros países desarrollados. Las caídas en los países de la OCDE se debieron a factores no estructurales a corto plazo y la última evidencia mensual muestra que el crecimiento ya está repuntando.

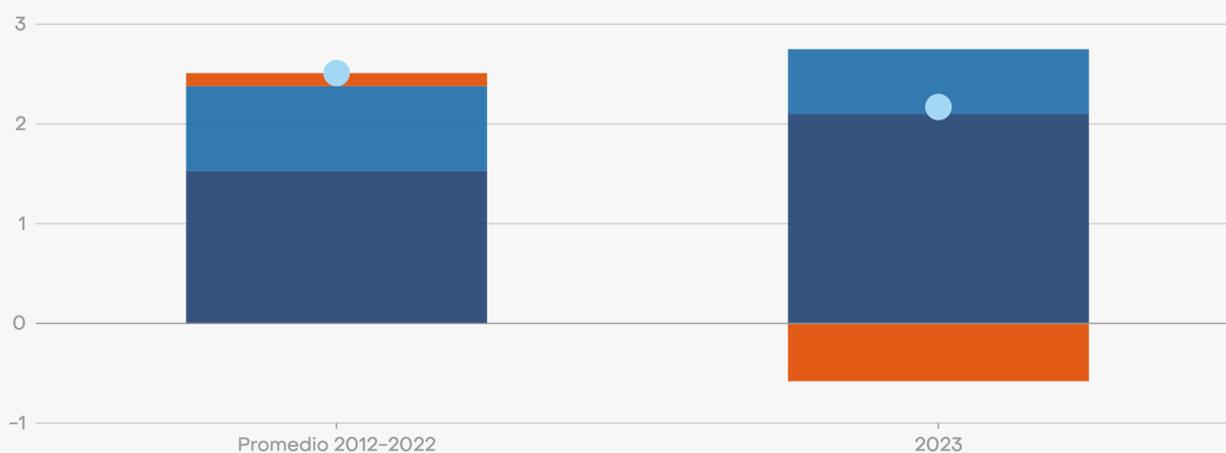
## La demanda de electricidad a nivel mundial fue débil en 2023 debido a las caídas en los países de la OCDE

La demanda de electricidad a nivel mundial aumentó un 2,2 % en 2023, la cual estuvo 0,3 puntos porcentuales por debajo del aumento promedio anual desde los últimos diez años (+2,5 %). Una caída en la demanda de electricidad en los países de la OCDE principalmente causó la desaceleración, que se rebajó 0,6 puntos porcentuales de la demanda global.

### La disminución en la demanda de electricidad de la OCDE en 2023 mantuvo el crecimiento a nivel mundial por debajo del promedio

Contribución en puntos porcentuales al cambio anual en la demanda a nivel mundial de electricidad

■ OECD ■ China ■ Resto del mundo ■ Cambio neto



Fuente: Datos anuales sobre electricidad, Ember

**EMBER**

El decrecimiento en la demanda de electricidad en la UE se debió a [varios factores](#), incluidos una caída en el consumo industrial de electricidad, el clima templado y ahorros y eficiencia de electricidad. EE. UU. experimentó un cambio drástico en las condiciones climáticas, ya que pasó de un invierno particularmente frío y un verano caluroso en 2022 a temperaturas atípicamente templadas en 2023. Entre los países de la OCDE en Asia y Pacífico, especialmente en Japón, los precios altos de la electricidad incentivaron la adopción de las medidas de ahorro de electricidad y presionaron el consumo industrial.

Muchos países del sur de Asia tuvieron vientos en contra y escasez de electricidad, especialmente [Pakistán](#) y [Bangladés](#), donde la grave escasez de gas significó una escasez de electricidad.

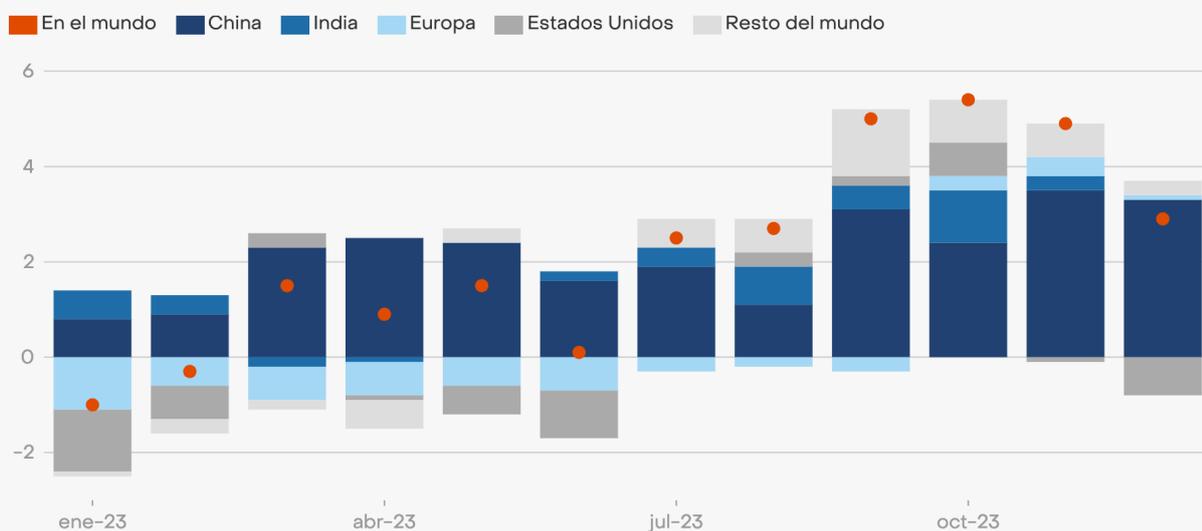
Esto dejó a China como el principal impulsor del crecimiento de la demanda de electricidad, al contribuir 2,1 puntos porcentuales al crecimiento de la demanda a nivel mundial en 2023.

## La demanda de electricidad ya estaba repuntando para fin de año

Los principales factores que afectan la demanda de electricidad a nivel mundial ya habían disminuido hacia finales de año, lo que llevó a una aceleración gradual del crecimiento de la demanda durante la segunda mitad de 2023. La demanda de electricidad a nivel mundial desde enero hasta agosto de 2023 fue 1 % más alta que en el mismo período en 2022. En los últimos cuatro meses de 2023, la demanda fue 4,5 % más alta que en el mismo período en 2022.

### El crecimiento en la demanda de electricidad a nivel mundial fue lento al comienzo de 2023, pero se aceleró a lo largo del año

Cambio interanual en la demanda de electricidad (%) y contribución en puntos porcentuales por país



Fuente: Datos mensuales sobre electricidad, Ember

EMBER

En la UE, la crisis de electricidad que siguió a la invasión de Rusia a Ucrania ya se había aliviado a medida que los precios de la electricidad caían a niveles antes de la guerra y la industria pesada comenzaba a recuperarse; por lo tanto, la demanda ha estado en un camino de recuperación leve desde octubre de 2023.

En EE. UU., las fluctuaciones de la demanda fueron impulsadas por el clima extremo. [Enero de 2022](#) fue más frío de lo usual, seguido de una primavera y verano extremadamente calurosos, especialmente en [mayo](#), lo que contribuyó con los aumentos de la demanda de electricidad, mientras que el invierno de 2023 fue más templado de lo usual.

Mientras tanto, el crecimiento de la demanda en el resto del mundo se aceleró después de un comienzo relativamente lento del año. El fuerte crecimiento en el cuarto trimestre de 2023 en China fue [anticipado por las autoridades nacionales](#) como consecuencia del incremento en la actividad económica después de reducir las restricciones de la COVID-19, aunque el clima más frío de lo habitual en noviembre y diciembre hizo que el aumento fuera particularmente grande.

La evidencia sugiere que la desaceleración en el crecimiento de la demanda a nivel mundial probablemente ahora ha llegado a su fin.

---

## La electrificación, los centros de datos y el aire acondicionado están impulsando el crecimiento de la demanda

---

Las cinco tecnologías de rápido crecimiento ya están colaborando notablemente con el crecimiento de la demanda de electricidad al representar más de la mitad del crecimiento de la demanda a nivel mundial en 2023: los EV, las bombas de calor, los electrolizadores para el hidrógeno verde, los centros de datos y los aires acondicionados. Todas estas tecnologías requieren un fuerte enfoque en la eficiencia para evitar el crecimiento ineficiente de la demanda en un mundo de electricidad limpia limitada.

**El 29 % del crecimiento de la demanda de la electricidad a nivel mundial proviene de la electrificación del transporte, la calefacción y el hidrógeno verde**

La contribución de las principales tecnologías de electrificación, que reemplaza a los combustibles fósiles con la electricidad, ya es significativa a nivel mundial. Los EV y las bombas de calor han agregado un aproximado de 0,6 % a la demanda de electricidad a nivel mundial en 2023, es decir 27 % del crecimiento total.

La contribución de las bombas de calor a la demanda de electricidad a nivel mundial es sustancial, aunque ha disminuido apenas en 2023, un aproximado de 100 TWh en comparación con 103 TWh en 2022, principalmente debido a las ventas más desaceleradas de las bombas de calor en [EE. UU.](#) y la [UE](#) entre medio de los precios decrecientes del gas y la incertidumbre con respecto al respaldo político. Mientras tanto, la colaboración de los EV ha aumentado, a medida que las ventas de los EV en [China](#), [Europa](#), [EE. UU.](#), [Japón](#) e [India](#) crearon una demanda adicional para un aproximado de 72 TWh de electricidad, lo que equivale a un aumento del 50 % en comparación con 2022 al aumentar la participación de los EV en la demanda de electricidad nivel mundial a un aproximado del 0,7 % frente al [0,5 % en 2022](#).

La aceleración del crecimiento de la demanda de electricidad proveniente de los EV y las bombas de calor no solo ha contribuido con la reducción de la demanda de los combustibles fósiles fuera del sector eléctrico, sino que también con las considerables ganancias de eficiencia y ahorros de CO<sub>2</sub>. Los 72 TWh de demanda adicional de los EV en 2023 eran suficientes para desplazar más de 260.000 barriles de petróleo equivalente por día, si hubieran sido quemados en los vehículos de motor de combustión interna (ICE, por sus siglas en inglés). Esto se compara con el [consumo total de nafta en Australia en 2021](#). Los 100 TWh de demanda adicional provenientes de las nuevas ventas de las bombas de calor en 2023 hubieran requerido aproximadamente 300 TWh de gas, si se quemaran en una caldera convencional para producir la misma cantidad de calor. Esto es similar al [consumo total de gas de Francia](#).

## Cinco tecnologías de rápido crecimiento ya están contribuyendo notablemente al crecimiento de la demanda de electricidad

Participación del crecimiento de la demanda de electricidad a nivel mundial atribuida (puntos porcentuales)



Fuente: Cálculos Ember (consultar Metodología)

**EMBER**

### El 28 % del crecimiento de la demanda de la electricidad a nivel mundial provino del acondicionamiento de aire y los centros de datos

A medida que el mundo continúa electrificándose, las ganancias en eficiencia significarán que se necesita menos electricidad en general, incluso a medida que la demanda de la electricidad aumente. Los beneficios de la electrificación son muchos: reducir el derroche de electricidad genera ahorros en los costos, además de reducir las emisiones.

Otra fuente principal de crecimiento de la demanda de electricidad a nivel mundial provino de dos sectores clave: la refrigeración de espacios y los centros de datos. La eficiencia en esos dos sectores es particularmente importante para garantizar el éxito de la transición de electricidad.

Los aires acondicionados agregaron un estimado de 0,3 % a la demanda de electricidad a nivel mundial en 2023, al asumir una continuación del [4 % por año en promedio desde 2000 \(+5 % en 2022\)](#).

Estas tasas altas de crecimiento están influenciadas por los estándares de eficiencia baja: la mayoría de los aires acondicionados que se vendieron a nivel mundial tienden a ser [la mitad de eficientes que la mejor tecnología disponible](#), a pesar de la diferencia limitada en los costos.

Los centros de datos contribuyeron tanto como el aire acondicionado al crecimiento de la demanda de electricidad a nivel mundial en 2023 (+90 TWh, +0,3 %), con una tasa de crecimiento promedio anual de la demanda de electricidad de este sector [casi del 17 % desde 2019](#). Los sistemas de refrigeración de última generación pueden mejorar la eficiencia eléctrica de los centros de datos en [al menos un 20%](#).

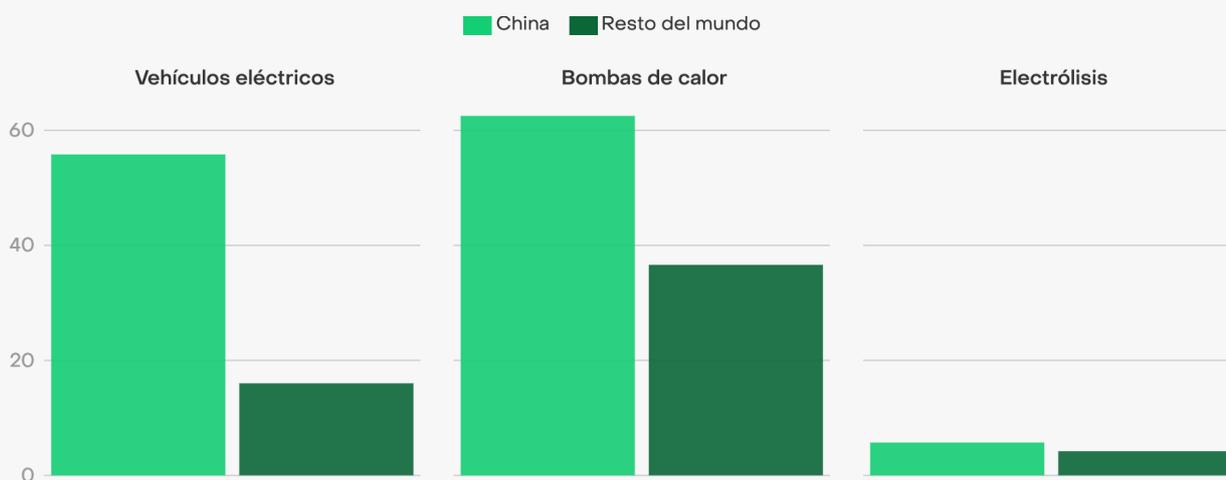
Incluso con la electrificación, es necesario enfocarse en la eficiencia, ya que los EV menos eficientes en el mercado tienen el [doble del consumo que los modelos más eficientes](#). La eficiencia de las bombas de calor se puede mejorar un [10 % o más](#), según los refrigerantes.

## China está al frente de la curva, pero incluso aquí la electrificación aún está en sus primeras etapas

China está al frente de la curva en la electrificación de la calefacción y el transporte y el desarrollo de la capacidad de los electrolizadores. En 2023, la demanda de electricidad de China de la industria del servicio de carga e [intercambio de baterías](#) creció un **78 %** y agregó un estimado de 56 TWh a la demanda de electricidad de China, que es 3,5 veces más que el resto del mundo. Mientras que China representa el **60 % de las ventas de los vehículos ligeros eléctricos**, este segmento representa solo aproximadamente 18 TWh del aumento de demanda de 56 TWh y el resto proviene de las camionetas eléctricas, camiones, autobuses y vehículos de dos ruedas, donde China domina a nivel mundial. China también es el mercado más grande de bombas de calor en el mundo con **más instalaciones por año que cualquier otro país**. Los electrolizadores, que usan las empresas químicas y petroquímicas principalmente en las plantas de demostración, también han crecido más rápido en China que en el resto del mundo. Como resultado, China representó el **50 % de la capacidad de los electrolizadores a nivel mundial** en 2023.

### En 2023, China desplegó tecnologías clave de baja emisión de carbono mucho más rápido que el resto del mundo combinado

Demanda adicional por tecnología (TWh)



Fuente: Cálculos Ember (consultar Metodología)

EMBER

Incluso en China, la electrificación aún está en sus primeras etapas. Solo una quinta parte del crecimiento de la demanda de electricidad de China en 2023 (124 TWh de 606 TWh) provino de las tres tecnologías de electrificación, pero esta participación aumentará con el tiempo. Estas tecnologías agregaron el 1,4 % de la demanda de electricidad de China en 2023, en comparación con el 1,1 % en 2022. Mientras tanto en el resto del mundo, la electrificación agregó el 0,25 % de la demanda de electricidad en 2022 y el 0,28 % en 2023.

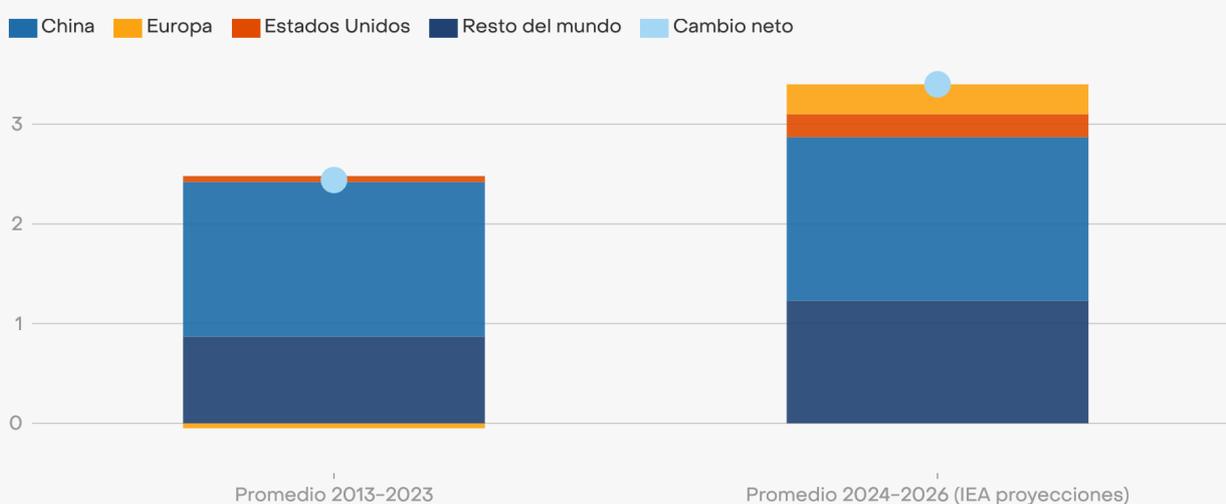
A medida que China acelera aún más la implementación de las tecnologías clave de electrificación y el mundo continúa acercándose, la contribución de la electrificación se expandirá aún más.

## La demanda ahora está entrando en una era de más rápido crecimiento

A medida que la electrificación continúa acelerándose, la demanda de electricidad a nivel mundial está entrando en una nueva era de un crecimiento más fuerte y se espera incluso que alcance un [crecimiento anual del 3,4 % durante 2024 y 2026](#) que supere el crecimiento del PBI a nivel mundial ([+3,1 %](#)).

### La demanda de electricidad a nivel mundial se acelerará en los próximos años, a medida que más industrias cambien a la electricidad

Contribución en puntos porcentuales al cambio anual en la demanda a nivel mundial de electricidad



Fuentes: Datos anuales sobre electricidad, Ember, IEA

**EMBER**

Las economías maduras como EE. UU. y la UE verán que la electrificación respaldará el crecimiento más fuerte de la demanda de electricidad, lo que llevará a una mayor contribución al crecimiento mundial. En las economías emergentes, donde la demanda crecerá más rápido, la electricidad solar y la eólica son facilitadores ideales para acelerar el acceso a la electricidad y el crecimiento económico, como ya lo ha [demostrado la experiencia de China](#). Incluso cuando la demanda de electricidad a nivel mundial aumente a partir de la electrificación en el transporte, los edificios y la industria, al representar el 54 % del crecimiento de la demanda para 2030 en el [escenario de cero emisiones netas de la IEA](#), esto llevará a una menor demanda general de electricidad debido a las ganancias considerables en eficiencia.

El escenario de NZE de la IEA estima un aumento anual en la demanda de 3,5 % hasta 2050, al suponer que habrá mejoras ambiciosas en la eficiencia en todos los sectores y tecnologías, por lo que es posible un crecimiento aún más rápido si las mejoras en eficiencia defraudan. En un mundo de generación limpia limitada, el crecimiento ineficiente de la demanda desaceleraría los recortes de CO2 en el sector eléctrico.

Sin un fuerte cambio hacia la adopción de las mejores tecnologías de refrigeración de aire disponibles, una tasa de crecimiento anual continuo del 4 % en la demanda de electricidad de este sector agregaría 117 TWh por año para 2030. En total, esto agregaría 730 TWh en total desde los niveles de 2023, lo que equivale a la demanda total de electricidad de Brasil.

Mientras tanto, la demanda de electricidad de los centros de datos podría casi duplicarse a [1050 TWh](#) en los próximos tres años si la rápida expansión de este sector continúa sin esfuerzos para introducir soluciones de refrigeración más eficientes.

El mundo se está moviendo hacia una economía eléctrica y los gobiernos necesitan adoptar la electrificación, planificar un rápido crecimiento de las energías renovables para cubrir la demanda de electricidad y prevenir el derroche mediante un fuerte enfoque en la eficiencia.

## 2.4 Los países que muestran cómo hacer la transición rápidamente hacia la electricidad limpia



Transformar un sistema eléctrico requiere diferentes acciones, pero algunos facilitadores clave comunes están incitando el crecimiento rápido en la electricidad solar y eólica en todo el mundo: la ambición política de alto nivel, los mecanismos de incentivos para desbloquear la implementación residencial y a la escala de un servicio público y eliminar las barreras técnicas para la implementación. Los siguientes ejemplos de tres países, China, Brasil y los Países Bajos, muestran que, a pesar de los diferentes puntos de partida, la combinación de estos tres enfoques está logrando transformaciones rápidas de sus sistemas eléctricos.

---

### Diferentes caminos, facilitadores compartidos

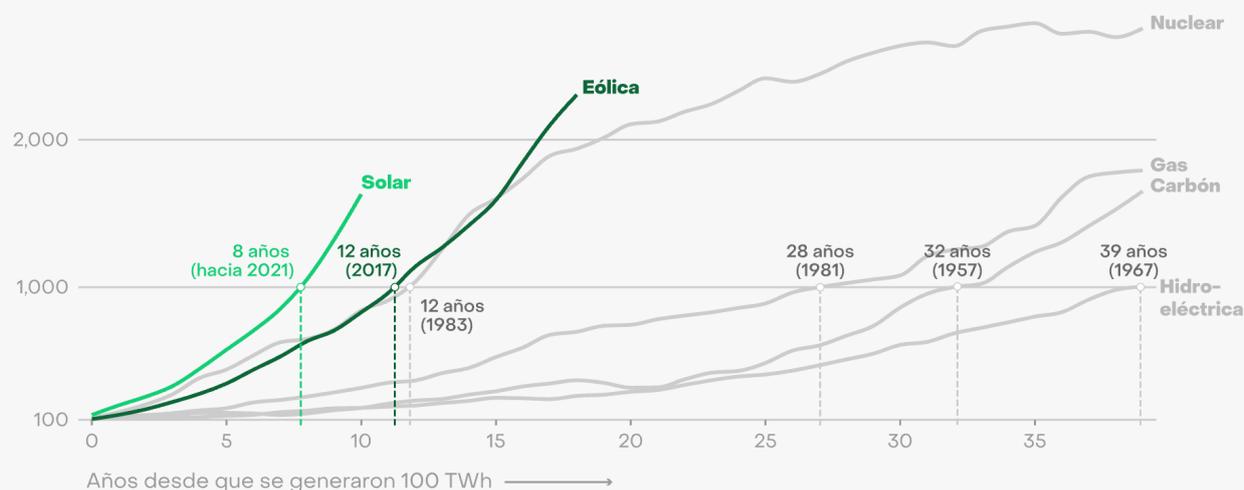
---

Los sectores eléctricos de muchos países están cambiando de manera rápida, en gran parte debido al aumento de la generación de electricidad eólica y solar. Desde el Acuerdo de París en 2015, la participación combinada de la electricidad eólica y la solar en la matriz eléctrica a nivel mundial ha aumentado de apenas el 4,5 % a 13,4 %. Este progreso ha convertido a la electricidad eólica y solar en las [soluciones clave para combatir el cambio climático](#).

Ninguna otra fuente de electricidad ha pasado de 100 TWh a 1000 TWh más rápido. La electricidad solar y la eólica tardaron solo 8 y 12 años respectivamente, muy por delante del gas (28 años), el carbón (32 años) y la hidroelectricidad (39 años). Al igual que la electricidad eólica y la solar, la electricidad nuclear también experimentó un rápido crecimiento después de primero pasar los 100 TWh en 1971 y tardó 12 años en pasar los 1000 TWh. Sin embargo, ahora podemos tener dos fuentes limpias que crecen incluso más rápido y al mismo tiempo.

## La electricidad eólica y solar se ha expandido más rápido que cualquier otra fuente de electricidad en la historia

Generación de electricidad a nivel mundial, por tecnología (TWh)



Fuente: Los datos de generación de electricidad eólica y solar provienen de los datos anuales de electricidad de Ember; los datos de generación de electricidad nuclear, gas, carbón e hidroeléctrica provienen de Pinto et al. (2023). Los datos de este gráfico se basan en un gráfico de Nat Bullard. Puedes encontrar más información en su sitio web: <https://www.nathanielbullard.com/presentations>

**EMBER**

El rápido aumento en la electricidad eólica y la solar se ha logrado en países con diferentes geografías, etapas de desarrollo económico y sistemas políticos, lo que demuestra que tenemos todas las herramientas necesarias para hacer que este rápido cambio suceda en los sectores eléctricos de todo el mundo.

Hay muchos caminos que llevan a una transición exitosa del sector eléctrico y cada país tiene diferentes desafíos que superar. Sin embargo, los enfoques eficaces tienen mucho en común. La geografía puede ser importante, pero por sí sola no determina la capacidad para implementar la electricidad eólica y solar. La ambición política nacional o regional, los mecanismos de incentivos para aumentar la demanda y la eliminación de barreras técnicas para permitir la integración en la matriz eléctrica impulsaron la implementación rápida a gran escala.

### Ambición

La ambición a menudo se expresa a través de objetivos o compromisos. Ya sea a nivel regional o nacional, estos pueden ser una herramienta eficaz para guiar la planificación a largo plazo e impulsar la implementación de energías renovables. Brindan confianza a los clientes, empresas e inversores en la electricidad eólica y la solar.

### Mecanismos de incentivo

Las políticas que incentivan la adopción de la electricidad eólica y la solar hacen subir la demanda y la inversión para estas tecnologías. Las tarifas de alimentación y los esquemas de medición neta que recompensan a los clientes por el exceso de generación son particularmente eficaces para impulsar la adopción de la electricidad solar residencial. Las licitaciones y las subastas para las instalaciones a gran escala garantizan la competencia y presionan los precios a la baja. Los incentivos fiscales y los acuerdos de compra de electricidad (PPA, por sus siglas en inglés) hacen que la implementación a la escala de un servicio público sea más atractiva.

---

## Eliminar las barreras

Para que la transición sea rápida, hay que afrontar muchas barreras técnicas. Integrar grandes proporciones de energías renovables variables en un sistema eléctrico requiere procesos de planificación eficientes y conexión a la red; además, asegurar un enfoque en la flexibilidad. Maximizar la flexibilidad significa crear un perfil de acciones que incluye garantizar que las plantas de combustibles fósiles sean flexibles, desarrollar almacenamiento de electricidad, construir redes más fuertes, eficientes e inteligentes, rediseñar las reglas del mercado de la electricidad y fomentar la participación del lado de la demanda.

Además, usar los recursos naturales de manera eficaz significa facilitar el desarrollo de la electricidad eólica y la solar en las regiones donde las condiciones son más adecuadas durante la transmisión de larga distancia. Con la electrificación del transporte, la calefacción y la industria, las estrategias de demanda inteligente, por ejemplo, para la carga de vehículos eléctricos o el uso de bombas de calor, pueden ajustar la demanda con los patrones de generación eólica y solar y facilitar la integración.

---

## Estudios de caso

---

Tres líderes en la rápida implementación de la electricidad eólica y solar, China, Brasil y los Países Bajos, ofrecen perspectivas cruciales sobre cómo los países están poniendo en práctica estas herramientas de manera exitosa.

1. **China** es el líder a nivel mundial en electricidad eólica y solar y ambas tuvieron la generación absoluta más grande y las adiciones anuales más altas durante más de una década. China alcanzó las adiciones de electricidad eólica y solar a una velocidad precipitada y transformó el sistema eléctrico más grande del mundo.
2. **Brasil** está usando la electricidad eólica y la solar para cubrir la creciente demanda de electricidad. El país está aprovechando los bajos costos de la electricidad eólica y la solar y ha hecho su sistema eléctrico más resistente, lo que le permitió ser el líder en la electricidad renovable y evitar que la dependencia del gas o del carbón crezca a medida que la demanda de electricidad aumenta.
3. **Los Países Bajos** han remodelado su sistema eléctrico, ya que buscan eliminar de manera gradual la electricidad con carbón y reducir la electricidad con gas de manera rápida. El crecimiento rápido de la electricidad eólica y solar ha reducido la generación con combustibles fósiles de más del 80 % de la matriz eléctrica a menos del 50 % en solo cinco años y colocó al país en un camino hacia la descarbonización rápida.

Todos estos tres países han usado tanto la electricidad eólica como la solar para lograr esta transformación de sus sectores eléctricos.

## China

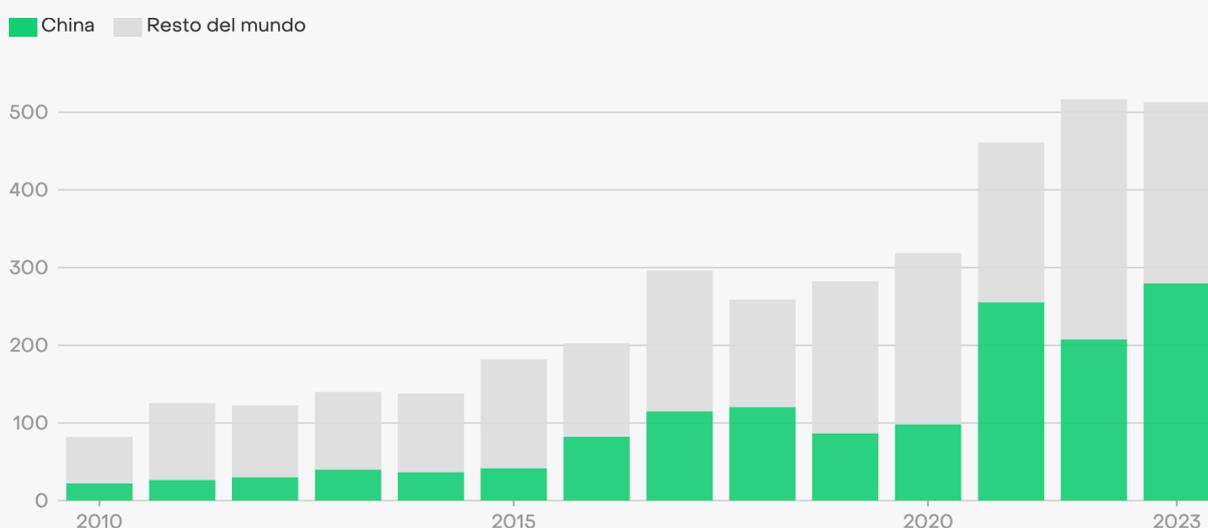
### ¿Qué se ha logrado?

China es el líder en la implementación de la electricidad eólica y solar a nivel mundial. En 2023, más de la mitad de las adiciones en la generación de electricidad eólica y solar a nivel mundial provinieron de China. La participación de electricidad solar y eólica de China se ha disparado de solo el 3,9 % en 2015 al 15,6 % en 2023. Esto es especialmente notable dado el tamaño del sistema eléctrico de China. La electricidad eólica y la solar están generando 1470 TWh de electricidad, el 37 % de la generación total eólica y solar a nivel mundial y más que toda la demanda de electricidad de Japón o el 75 % de la demanda de electricidad de India en 2023.

La velocidad de la transición se ha acelerado en los últimos años con la duplicación de la generación de electricidad eólica y solar en solo tres años desde 2020 hasta 2023. Las adiciones de electricidad eólica y solar desde 2015 han ayudado a cubrir el fuerte crecimiento en la demanda de electricidad. Esto redujo el crecimiento en la generación con combustibles fósiles y, por ende, evitó las emisiones de más de 4 gigatoneladas durante ese período. Esto equivale a las emisiones anuales del sector eléctrico de Estados Unidos, India y la UE combinados.

### Más de la mitad de las adiciones en la generación de electricidad eólica y solar a nivel mundial provinieron de China en 2023

Adiciones anuales de la generación de electricidad a partir de la electricidad eólica y solar (TWh)



Fuente: Datos anuales sobre electricidad, Ember

**EMBER**

### ¿Qué lo permitió?

- La electricidad limpia ha recibido la priorización estratégica en el nivel más alto, especialmente de las llamadas “nuevas tres” industrias de electricidad solar, los EV y las baterías, lo que ha llevado a un gran aumento en las inversiones en electricidad limpia. No solo el clima y las preocupaciones de contaminación han impulsado esto, sino también un deseo de reducir la dependencia de China en importaciones de electricidad y desarrollar futuros mercados de exportación. En 2023, la electricidad limpia ya era el [motor principal](#) del crecimiento económico de China.

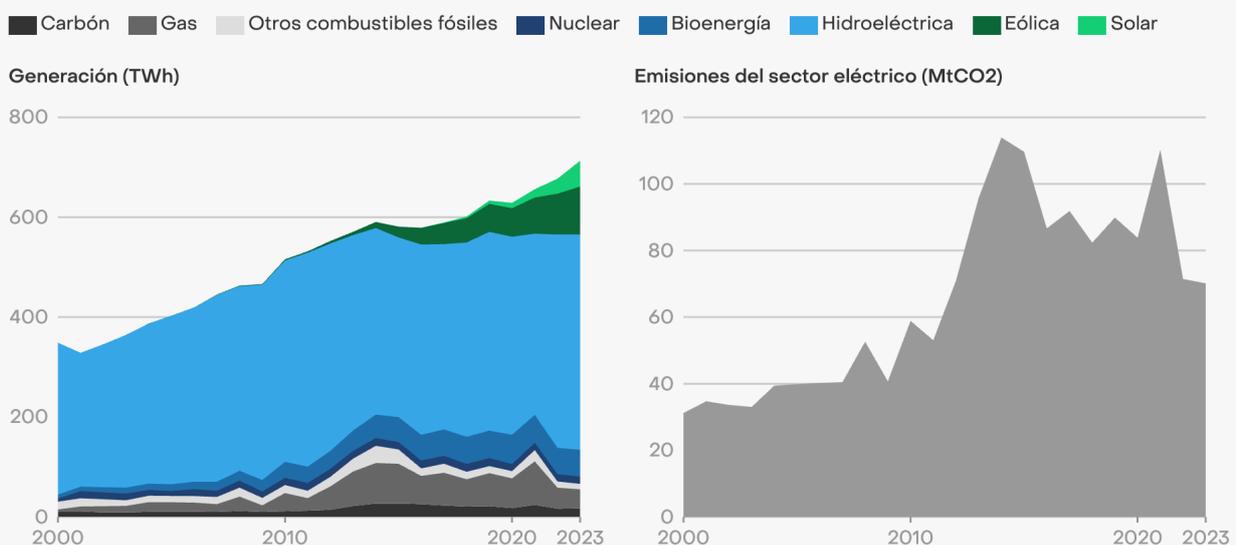
- China introdujo políticas específicas para incentivar la electricidad eólica y la solar. **Las tarifas de alimentación** y los subsidios a través de los **incentivos fiscales** han resultado en una mayor inversión y adopción más rápida.
- La expansión de la **infraestructura de red**, como las líneas de **transmisión a larga distancia**, es particularmente importante para reducir el recorte y hacer uso de los recursos solares y eólicos abundantes en el interior de China. Durante la década pasada, el país ha construido **más de un tercio** de la expansión de las redes de transmisión a nivel mundial. En combinación con las reformas del mercado para priorizar la adquisición de energía de los productores eólicos y solares, China ha logrado **reducir** el recorte de electricidad eólica y solar en los últimos años a pesar de conectar más instalaciones a la red que nunca.
- Los objetivos para la implementación de las energías renovables han tenido éxito en impulsar instalaciones rápidas a gran escala. Mientras que China con frecuencia ha sobrepasado los objetivos a nivel nacional, con el país **encaminado** a alcanzar sus objetivos de implementación para la electricidad eólica y solar para 2030 en 2025, los **objetivos locales** han sido mucho más ambiciosos. Los programas como “whole county PV”, que requerían que los fotovoltaicos solares se instalaran en un cierto porcentaje de techos, han contribuido al crecimiento rápido de la electricidad solar en los techos a lo largo de 2022 y 2023.

## Brasil

### ¿Qué se ha logrado?

La electricidad eólica y la solar alcanzaron el 21 % de la generación de electricidad de Brasil en 2023, con un aumento de solo el 3,7 % en 2015. Brasil es un líder a nivel mundial en la generación de electricidad eólica y solar al registrar las segundas adiciones más grandes de cualquier país en 2023; además, pasó de ser el cuarto más grande en 2022 y tiene el segundo sector eléctrico más limpio en el G20. El país ha evitado un aumento importante en sus emisiones, a pesar de que la generación de hidroelectricidad no ha crecido, gracias a que la electricidad eólica y la solar cubrieron toda la nueva demanda en los últimos diez años.

### En Brasil, la electricidad eólica y solar ha cubierto la creciente demanda durante los últimos 10 años, así se evitó el crecimiento de las emisiones del sector energético



Fuente: Datos anuales sobre electricidad, Ember

## ¿Qué lo permitió?

- Brasil fue uno de los primeros países en adoptar la electricidad eólica y solar en la región. Después de la crisis de electricidad de 2001, con las que se vio cómo las sequías restringían gravemente la disponibilidad de la hidroelectricidad, el país introdujo el “Programa de Incentivo a Fuentes Alternativas de Energía” (PROINFA) para promover otras fuentes renovables como la electricidad eólica y la solar. Esto incluyó **subastas para los proyectos de electricidad eólica y solar** que comenzaron a mediados de la década de 2000 y que permitieron contratos a precio fijo e incitaron la inversión y el crecimiento en el sector de las energías renovables. Esto fue gracias a la ayuda del apoyo financiero para empresas privadas a través del Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social de Brasil (BNDES).
- Brasil está **usando los recursos naturales de manera efectiva**. El país tiene gran potencial eólico y solar debido a su latitud. Tiene más planes para desarrollar [más electricidad eólica marina](#), principalmente en el noreste del país donde las condiciones son más adecuadas para el desarrollo. Además, las grandes plantas y depósitos de hidroelectricidad proporcionan la flexibilidad necesaria para incorporar las energías renovables variables en la red.
- La Agencia Nacional de Energía Eléctrica (ANEEL) del país introdujo y posteriormente amplió el tamaño de las instalaciones que califican para la **medición neta**. Esta es una enorme impulsora de la adopción de la generación distribuida, con los fotovoltaicos solares representando la gran mayoría de dichas instalaciones.

## Los Países Bajos

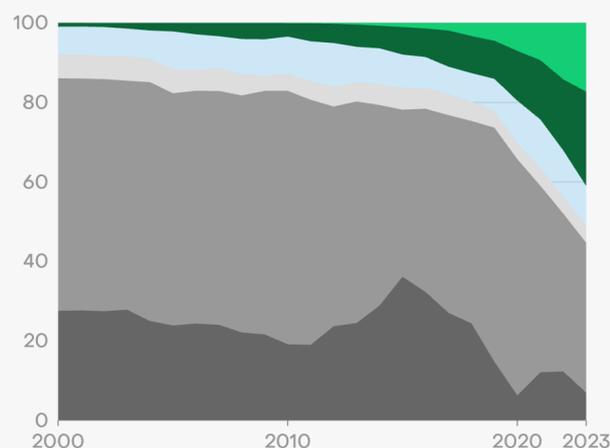
### ¿Qué se ha logrado?

Los Países Bajos son uno de los países que más rápido adoptó la electricidad eólica y solar en el mundo. La electricidad solar y la eólica aumentaron del 8 % en 2015 al 41 % en 2023. Esto redujo la dependencia de combustibles fósiles del país del 84 % en 2015 a menos de la mitad (49 %) de la generación. Como resultado, la intensidad de las emisiones de la generación de electricidad prácticamente es la mitad (-48 %) y las emisiones han disminuido el 46 % desde 2015. Las adiciones solares han estado aumentando especialmente rápido en los últimos años. A pesar de la latitud alta, los Países Bajos ahora tienen la segunda mayor generación de electricidad solar per cápita en el mundo, después de Australia.

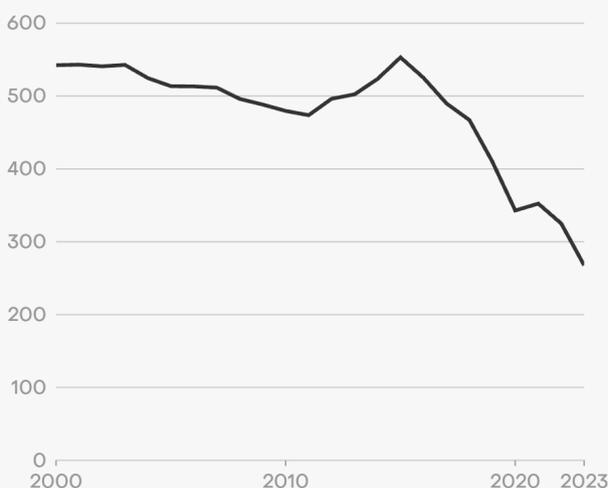
## La electricidad eólica y solar ha crecido hasta representar el 40 % de la generación de electricidad en los Países Bajos, lo que redujo a la mitad la intensidad de las emisiones desde 2015

■ Carbón ■ Gas ■ Otros combustibles fósiles ■ Otra energía limpia ■ Eólica ■ Solar

Participación de la generación (%)



Intensidad de las emisiones (gCO<sub>2</sub>/kWh)



Fuente: Datos anuales sobre electricidad, Ember

**EMBER**

### ¿Qué lo permitió?

- En 2017 el gobierno [anunció](#) que eliminaría de manera gradual el carbón para 2030 para cumplir sus objetivos climáticos. En 2019, el gobierno holandés acordó **objetivos jurídicamente vinculantes** para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> para 2030, que también implicó una reducción en la generación del gas. Esta decisión incluyó objetivos para la electricidad eólica costera y eólica marina, así como también la electricidad solar. Estos objetivos establecieron una ambición vertical, al garantizar que los legisladores introduzcan más acciones para permitir un crecimiento más rápido de las energías renovables.
- Los **incentivos financieros** de larga duración a través de su Esquema de Incentivos para la Producción de Energía Sostenible y la Transición Climática (SDE, SDE+ y SDE++) recompensan a los productores por la reducción de CO<sub>2</sub> lograda por la electricidad eólica y solar y crean un **entorno estable para la inversión** en energías renovables.
- Para incentivar la adopción de la electricidad solar en techos, los Países Bajos introdujeron un **esquema de medición neta** en 2004. Combinada con los precios altos de electricidad y la reducción en costos para las instalaciones de fotovoltaicos solares, esta política ha convertido a la electricidad solar en techos una inversión atractiva para los dueños de las casas. El [gobierno holandés recientemente decidió](#) continuar su esquema de medición neta hasta al menos 2025.

China, Brasil y los Países Bajos han tenido un notable crecimiento en la electricidad solar que ha transformado sus sistemas eléctricos a un ritmo alto. Indicar ambición puede crear un entorno en el cual la electricidad eólica y solar pueden crecer, permitiendo la confianza y la seguridad entre los inversores. Elegir el conjunto correcto de mecanismos de incentivo para impulsar la demanda para los sistemas eólicos y solares, así como también las soluciones regulatorias para superar las barreras técnicas y facilitar la integración de la electricidad eólica y solar en la matriz es más importante que un punto de partida geográfico o económico de un país.

Por supuesto, incluso los países que han sido exitosos en su transición hasta ahora todavía enfrentan desafíos. Por ejemplo, en los Países Bajos las nuevas instalaciones de electricidad eólica y solar están siendo frenadas por los problemas de congestión de la red que podrían haberse evitado con una mejor planificación a largo plazo. De manera similar, las políticas como la medición neta ofrecen grandes incentivos para la adopción de la electricidad solar residencial, pero garantizar que los costos adicionales de la red no se trasladen a los hogares de menores ingresos es una consideración importante para lograr una transición justa. Además, los impactos de la implementación de la electricidad eólica y solar en las comunidades locales han enfatizado la necesidad de asegurar que se implementen medidas de protección adecuadas.

Es crucial destacar que China, los Países Bajos y Brasil han superado barreras para la transición en el pasado. Los actuales desafíos políticos, económicos e de ingeniería también tienen solución. Tenemos todas las herramientas que necesitamos para llevar a cabo las transiciones donde acaban de comenzar, facilitar la aceleración donde más se necesita y promover aún más el progreso en países que lideran la transición a nivel mundial.

# Datos sobre el sector eléctrico a nivel mundial en 2023

Datos sobre el sector eléctrico a nivel mundial en 2023, con una descripción general de los cambios y las tendencias durante las últimas dos décadas.

---

## Contenido del capítulo

---

46	3.1 Generación de electricidad
50	3.2 Demanda de electricidad
56	3.3 Emisiones del sector eléctrico

# 3.1 Generación de electricidad

## Información destacada

01

Las energías renovables alcanzaron una cifra récord del 30 % de la generación de electricidad a nivel mundial en 2023

02

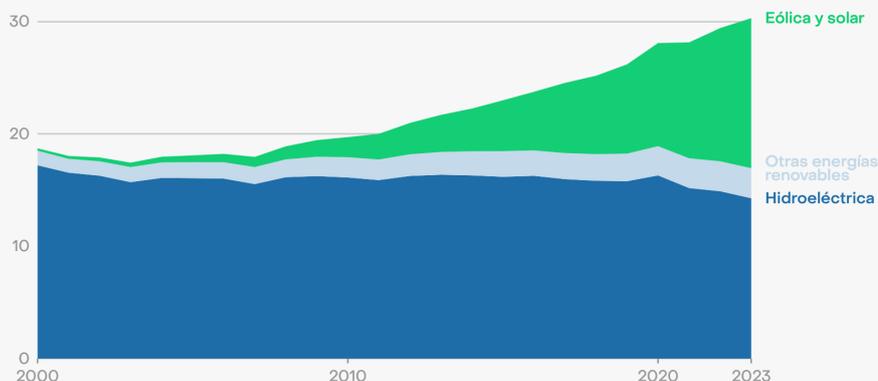
La generación de electricidad limpia representó casi el 40 % de la generación en 2023

03

Las energías renovables aumentaron del 19 % en 2000 al 30 % en 2023, impulsadas por el rápido crecimiento de la electricidad eólica y la solar

**El crecimiento global en la electricidad eólica y solar impulsó a las energías renovables a representar el 30 % de la matriz eléctrica a nivel mundial en 2023**

Participación de la generación de electricidad a nivel mundial de fuentes limpias (%)



Fuente: Datos anuales sobre electricidad, Ember  
Otras energías renovables incluyen bioenergía, electricidad geotérmica, mareomotriz y undimotriz

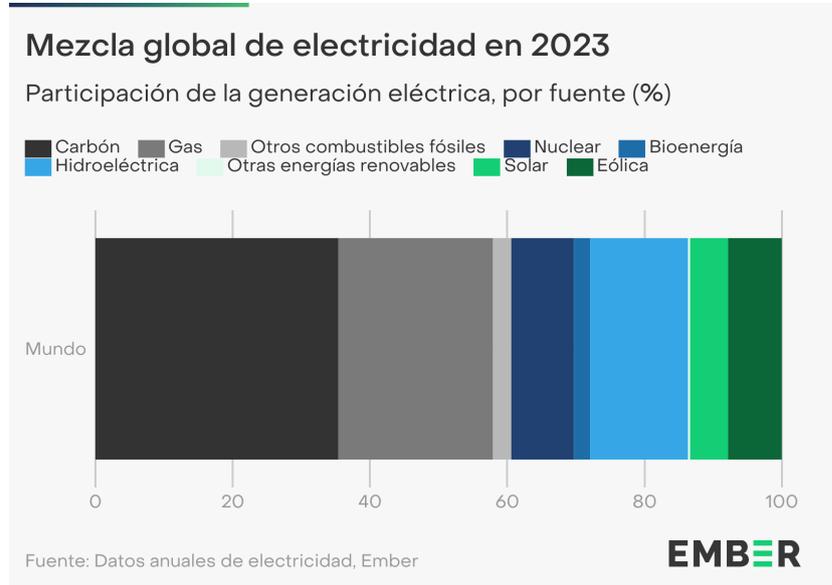
## Generación: estado actual

**Las energías renovables alcanzaron el 30 % de la generación de electricidad a nivel mundial en 2023, pero los combustibles fósiles aún dominaban**

En 2023, las fuentes de origen fósil como el carbón y el gas produjeron el 61 % de la electricidad a nivel mundial. El carbón fue el mayor combustible, ya que representó el 35 % (10.434 TWh) de la generación a nivel mundial. El gas produjo el 23 % (6634 TWh) y otra generación de combustibles fósiles representó el 2,7% (786 TWh).

En 2023, las energías renovables alcanzaron el 30 % de la generación de electricidad a nivel mundial por primera vez. La hidroeléctrica siguió siendo la fuente más grande

de electricidad con muy bajo carbono, representando el 14 % (4210 TWh). La generación de electricidad limpia representó el 39 % de la matriz eléctrica mundial, con un 91 % proveniente de la electricidad nuclear (2686 TWh). La electricidad eólica produjo el 7,8 % (2304 TWh) y la electricidad solar el 5,5 % (1631 TWh). Juntas, la electricidad solar y la eólica generaron el 13,4% (3935 TWh). La bioenergía produjo un 2,4% reportado (697 TWh), pero la generación real probablemente sea más alta debido a su uso en la generación no dependiente de la red. Finalmente, las otras energías renovables generaron el 0,3 % (90 TWh). Principalmente la generación por electricidad geotérmica, ya que la electricidad mareomotriz y la undimotriz, proporcionaron solo una pequeña porción.



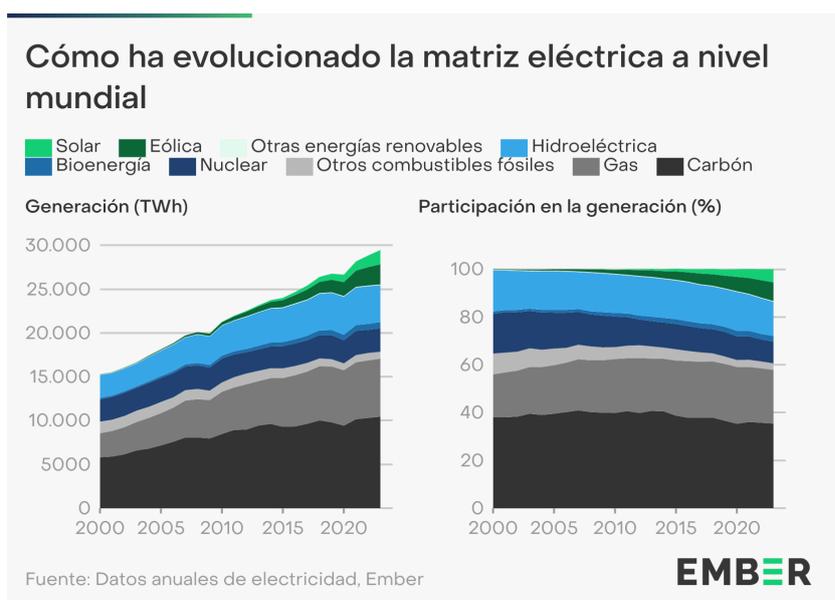
## Generación: tendencia a largo plazo

**La electricidad eólica y la solar están adquiriendo una participación creciente de la matriz eléctrica mundial, pero la generación con combustibles fósiles está aumentando**

La participación de la generación con combustibles fósiles alcanzó un pico de 68 % en 2007 y desde entonces ha disminuido al 61 % debido al crecimiento más lento de los combustibles fósiles en comparación con la demanda de electricidad a nivel mundial.

Si bien la participación de las fuentes de origen fósil en la matriz eléctrica a nivel mundial está disminuyendo, la generación con combustibles fósiles todavía está aumentando en términos absolutos, con el carbón y el gas que han alcanzado niveles récord en 2023. La generación con carbón se ha casi duplicado de 5809 TWh en 2000 a 10.434 TWh en 2023. La generación de gas se más que duplicó de 2745 TWh en 2000 a 6634 TWh en 2023. Otra generación con combustibles fósiles disminuyó de 1324 TWh en 2000 a 786 TWh en 2023 debido a una caída en la generación de petróleo.

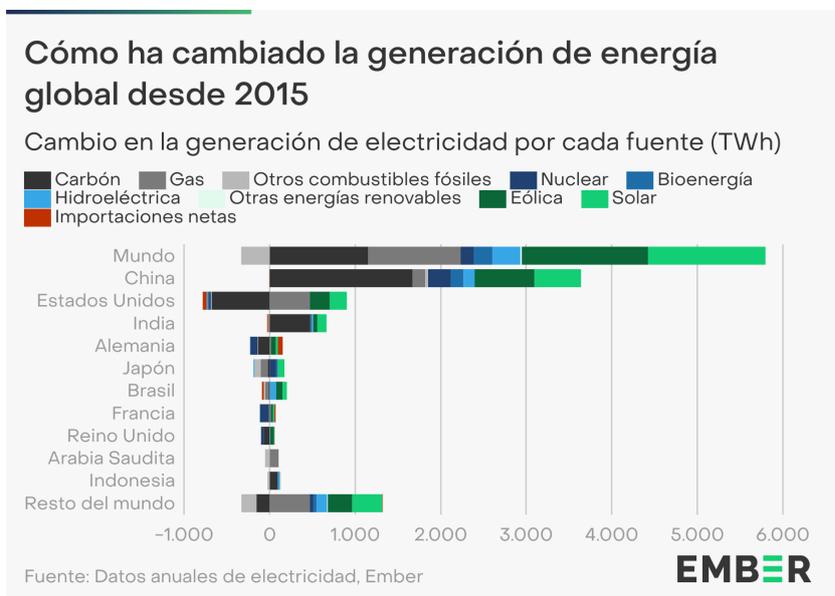
Las energías renovables aumentaron del 19 % en 2000 al 30 % en 2023, impulsadas por el rápido crecimiento de la electricidad eólica y la solar, que han crecido de manera sustancial durante las últimas dos décadas. En 2023, la electricidad eólica y la solar representaban el 13,4 % de la generación a nivel mundial, porcentaje que aumentó solo 0,2 % en 2000. La mayoría de este crecimiento sucedió en los últimos años. La electricidad eólica y la solar crecieron más en cinco años desde 2018 (+2092 TWh) que en los 17 años anteriores (+1811 TWh).



La generación de hidroelectricidad creció el 60 % entre 2000 y 2023, pero su participación en la matriz eléctrica disminuyó del 17 % al 14 %, ya que no pudo mantenerse al ritmo de la creciente demanda. En realidad, con una participación del 16 %, las energías renovables no hidroeléctricas superaron la generación de hidroelectricidad en 2023 por primera vez.

La generación de electricidad nuclear se ha mantenido mayormente estable, y la reducción en la generación en Europa y Japón fue en gran medida compensada por el crecimiento en China. Por consiguiente, como la demanda de electricidad casi se duplicó durante las últimas dos décadas, la participación de la generación de electricidad nuclear cayó del 16,6 % en 2000 al 9,1 % en 2023.

Desde 2015, casi todas las fuentes de electricidad han aumentado. Las ganancias más grandes provinieron de la electricidad eólica (+1475 TWh, +178 %) y la solar (+1375 TWh, +537 %); en 2023, la generación de electricidad solar creció a más de seis veces los niveles de 2015. La generación con carbón (+1153 TWh, +12 %) y la generación con gas (+1080 TWh, +19 %) crecieron un poco menos. Hubo aumentos más pequeños en bioenergía (+220 TWh, +46 %), hidroelectricidad (+326 TWh, +8,4 %) y electricidad nuclear (+153 TWh, +6 %). La generación a partir de otros combustibles fósiles, como el petróleo, disminuyó 333 TWh (-30 %).



China tuvo los cambios más grandes de cualquier país en la generación con carbón, la electricidad nuclear, la bioenergía, la hidroelectricidad, la electricidad eólica y la electricidad solar. El crecimiento en la generación de electricidad con carbón de China (+1670 TWh) desde 2015 representó más que el aumento general mundial, ya que en ese período la generación con carbón cayó de manera significativa en EE. UU. y otros países. Sin embargo, China también contribuyó con casi la mitad (47 %, 700 TWh) del crecimiento mundial en la electricidad eólica y 40 % (545 TWh) del aumento en la generación de electricidad solar desde 2015 hasta 2023.

Estados Unidos es el principal impulsor del crecimiento de la electricidad de gas a nivel mundial y la única economía importante que muestra un cambio de la generación con carbón a la generación con gas. Desde 2015, la generación con gas en EE. UU. aumentó 469 TWh, lo que representa el 43 % del aumento a nivel mundial durante ese período. En comparación, China está planeando hacer una transición de la electricidad generada con carbón directamente a la electricidad limpia sin hacer una transición vía gas.

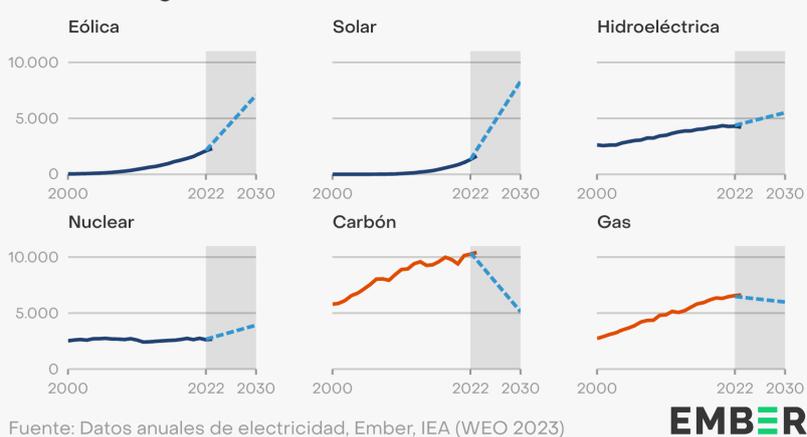
## Generación: progreso hacia las cero emisiones netas

**Un crecimiento continuo y rápido en la electricidad solar y la eólica es clave para lograr recortes en las emisiones**

El sector eléctrico a nivel mundial debe eliminar las emisiones de carbono para que el planeta mantenga el calentamiento global por debajo de 1,5 °C. El gran crecimiento en la electricidad eólica y la solar en los últimos años deja entrever el sistema eléctrico limpio del futuro, pero el crecimiento continuo, aunque lento, en los combustibles fósiles sigue frenando el progreso hacia un camino alineado con 1,5 °C. En la COP28, el mundo acordó un objetivo global de triplicar la capacidad eléctrica de las energías renovables para 2030, lo que reduciría casi a la mitad las emisiones del sector eléctrico.

### Fuentes de energía clave y el progreso hacia las cero emisiones netas

Generación global de electricidad (TWh)



Para alinearse con el [escenario de cero emisiones netas de la IEA](#), la electricidad eólica debe triplicarse entre 2022 y 2030 (+16 % por año). La electricidad solar necesita crecer más que cinco veces su generación actual (+26 % al año). En 2023, la electricidad solar creció el 23 % y la electricidad eólica el 10 %.

Es necesario que la generación de hidroelectricidad vuelva a crecer e incluso superar el crecimiento que tuvo durante las últimas dos décadas, pero en los últimos años la producción de las plantas hidroeléctricas se estancó. La generación de electricidad nuclear ha permanecido invariable en un nivel mundial en las últimas dos décadas, pero probablemente necesitaría tener un aumento significativo del 47 % sobre los niveles de 2023. En 2023, la generación de electricidad nuclear apenas aumentó 1,8 % y la generación de hidroelectricidad disminuyó un 2 %.

Según el escenario de la IEA, tanto la generación con carbón como la generación con gas necesitan disminuir y, a su vez, la generación con carbón es la responsable de la mayoría de las reducciones de emisiones requeridas. La generación con carbón reduciría a la mitad entre 2023 y 2030 y así la generación de electricidad eólica, solar e hidroeléctrica la superarían.

La generación con gas tendría que tener reducciones más moderadas de 6634 TWh en 2023 a 6007 TWh en 2030. En 2023, tanto la generación con carbón como la generación con gas aumentaron.

# 3.2 Demanda de electricidad



## Información destacada

01

La demanda de electricidad a nivel mundial alcanzó un récord máximo en 2023

02

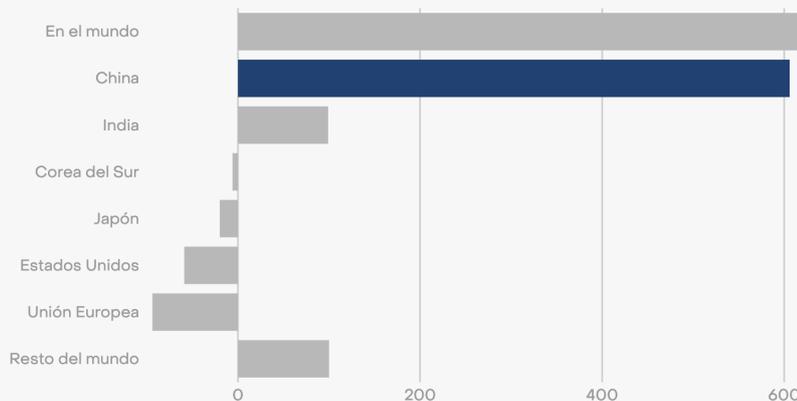
La demanda disminuyó en las economías maduras de altos ingresos, incluidos la UE, EE. UU., Japón y Corea del Sur, pero aumentó en China e India

03

La demanda de electricidad a nivel mundial casi se duplicó entre 2000 y 2023 y seguirá creciendo

**China fue el principal impulsor del crecimiento de la demanda a nivel mundial de electricidad, mientras que la demanda disminuyó en las economías de altos ingresos**

Cambios en la demanda de electricidad en 2023 (TWh)



Fuente: Datos anuales sobre electricidad, Ember

**EMBER**

## Demanda: estado actual

### La demanda de electricidad a nivel mundial alcanzó un récord máximo en 2023

En 2023, la demanda de electricidad a nivel mundial alcanzó un nuevo récord máximo de 29.471 TWh, lo que significa un aumento de 627 TWh (+2,2%) en comparación con 2022. Sin embargo, el crecimiento anual estuvo por debajo del promedio (esto se analiza más a fondo en el capítulo 2.3)

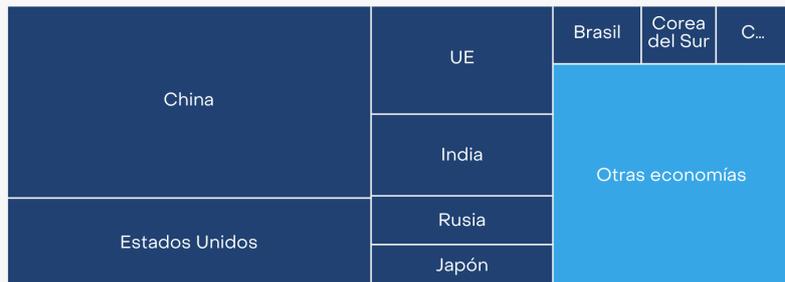
Más de la mitad (52%) de la demanda de electricidad mundial en 2023 se encontraba en Asia, lo cual sigue siendo relativamente bajo dado que la región cuenta con el 55 % de la población mundial. China, el país con la demanda más alta de 9441 TWh, representó el 62 % de la demanda de electricidad de Asia y el 32 % de la demanda de electricidad a nivel mundial.

Estados Unidos tuvo la segunda demanda de electricidad más alta, que representó el 14,5 % de la demanda a nivel mundial (4270 TWh).

Los países africanos representaron solo el 3 % de la demanda de electricidad a nivel mundial, a pesar de que comprenden el 18 % de la población mundial.

### Desglose de la demanda de electricidad a nivel mundial en 2023

Participación en la demanda del sector eléctrico a nivel mundial (%)



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember  
Las economías nombradas tienen más del 2% de la demanda global de electricidad

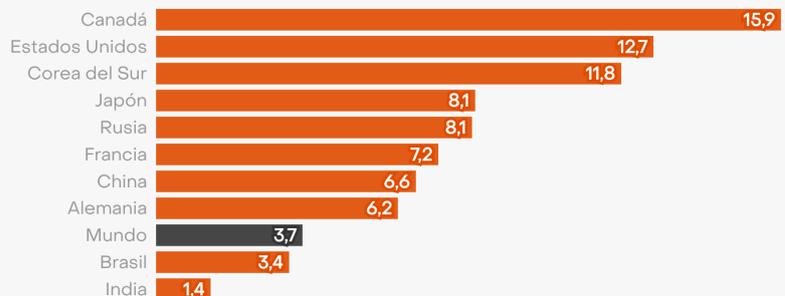


En 2023, la demanda a nivel mundial per cápita fue de 3,7 MWh. Entre los países que tienen una demanda per cápita similar, se incluyen Argentina y Sudáfrica. Como resultado de la mejora en los estándares de vida, la demanda per cápita ha estado aumentando constantemente durante las últimas dos décadas y aumentó casi un 50 % con respecto a 2000 (2,5 MWh).

Entre los diez mayores consumidores de electricidad, Canadá y EE. UU. tienen la demanda per cápita más alta.

### Demanda per cápita de los principales consumidores de electricidad en 2023

MWh



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember  
El gráfico muestra los 10 países con la mayor demanda de electricidad



La demanda per cápita de Canadá de 15,9 MWh en 2023 fue más de cuatro veces el promedio a nivel mundial. La demanda per cápita en EE. UU. y Canadá también fue aproximadamente el doble que la de las mayores naciones industrializadas de Europa Occidental, con valores significativamente más bajos en Francia (7,2 MWh) y Alemania (6,2 MWh).

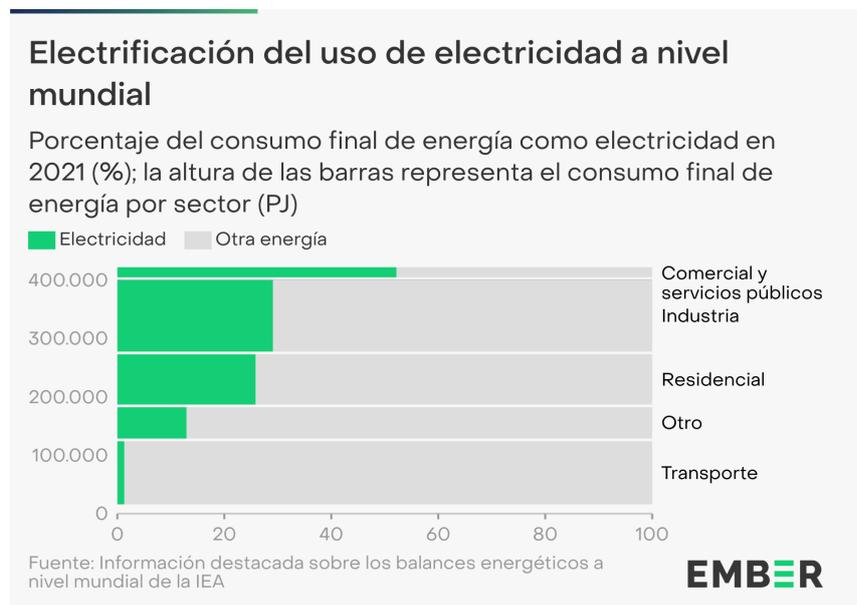
La demanda per cápita de China ha crecido más de seis veces desde 2000 (1,1 MWh) y alcanzó 6,6 MWh en 2023 y superó a Alemania por primera vez. En 2012, China tuvo solo la mitad de la demanda per cápita de Alemania.

A pesar de que la demanda de electricidad creció de manera sustancial, la demanda per cápita de India de 1,4 MWh se mantuvo en menos de la mitad del promedio mundial.

A medida que el suministro de electricidad a nivel mundial se vuelve más limpio, la electrificación será el factor clave en la descarbonización en todas las industrias. Hasta 2021 (el año más reciente con datos disponibles), el 21 % del consumo final de energía a nivel mundial provino de la electricidad y a medida que se introduzcan tecnologías electrificadas, este número va a aumentar de manera sustancial.

Los sectores clave que se espera que tengan aumento de electrificación son el transporte, el uso residencial de electricidad (por ejemplo, calefacción) y la industria.

Los servicios comerciales y públicos actualmente tienen la mayor participación en el consumo final de energía que proporciona la electricidad; un 52 %. Por el contrario, solo el 1,3 % del consumo de energía en el sector del transporte proviene de la electricidad. Se espera que esto aumente de manera rápida a medida que los vehículos eléctricos con batería ganen participación en el mercado. De manera similar, se espera que la adopción más rápida de bombas de calor aumente la tasa de electrificación del sector residencial desde el 26 % en 2021.



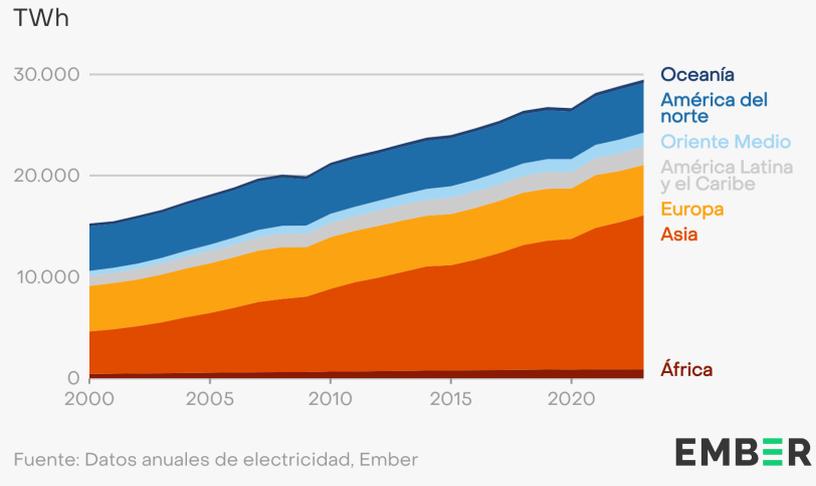
## Demanda: tendencia a largo plazo

**La demanda de electricidad a nivel mundial casi se duplicó entre 2000 y 2023 y seguirá creciendo**

La demanda de electricidad a nivel mundial se ha casi duplicado durante las últimas dos décadas, de 15.277 TWh en 2000 a 29.471 TWh en 2023.

El crecimiento en la demanda de electricidad fue impulsado en gran medida por el crecimiento económico en Asia, donde la demanda se triplicó con creces desde solo 4199 TWh en 2000 a 15.228 TWh en 2023. Para poner esto en perspectiva, la demanda de electricidad en Asia en 2023 fue casi tan alta como la demanda total de electricidad a nivel mundial en 2000.

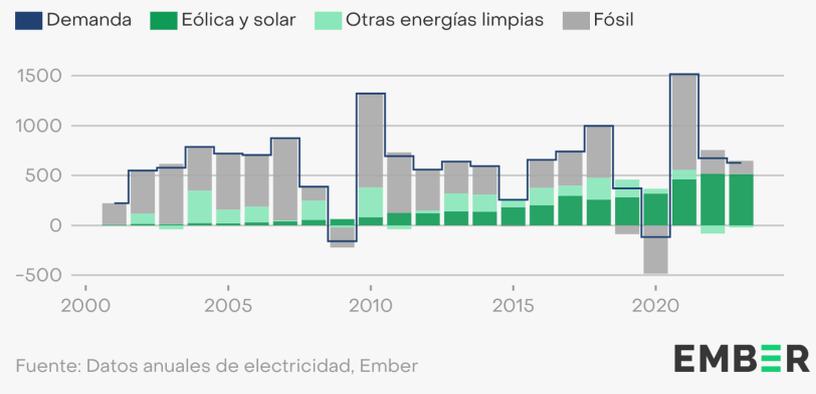
## Cómo ha evolucionado la demanda de electricidad a nivel mundial en el tiempo



Para que las emisiones disminuyan, el crecimiento de la electricidad limpia necesita cubrir y superar la nueva demanda de electricidad. Esto ha ocurrido solo dos veces desde el cambio de siglo. En 2015 y 2019, el crecimiento de la electricidad limpia eólica, solar y de otras fuentes limpias superó los aumentos de la demanda de electricidad, lo que provocó una pequeña reducción en la generación con combustibles fósiles. Consecuentemente, 2015 fue el único año en que la generación con combustibles fósiles disminuyó, sin incluir las caídas de la demanda debido a la crisis financiera en 2009 y los confinamientos por la pandemia de la Covid-19 en 2020.

## ¿El crecimiento a nivel mundial de la electricidad limpia está satisfaciendo el crecimiento de la demanda?

Cambio anual en la generación de electricidad (TWh)



En 2022 y 2023, las adiciones de capacidad para la electricidad limpia significaron que los aumentos en la generación se acercan a cubrir el crecimiento en la demanda de electricidad. Sin embargo, una producción de electricidad nuclear deficiente en 2022 y una baja generación de hidroelectricidad en 2023 mantuvieron los aumentos por debajo del crecimiento de la demanda, lo que resultó en pequeños aumentos en la generación con combustibles fósiles.

A medida que la electrificación impulse un aumento en la demanda de electricidad durante los próximos años (como se analizó en el capítulo 2.3), la adición rápida de capacidad para la generación limpia se vuelve aún más crucial para cubrir la nueva demanda, mientras que la generación existente de electricidad se descarboniza.

## Demanda: progreso hacia las cero emisiones netas

**El crecimiento de la demanda es fundamental para el progreso de la descarbonización, ya que la electrificación limpia desbloquea recortes en las emisiones en toda la economía**

El crecimiento en la demanda de electricidad es una parte central en todo camino hacia las cero emisiones netas, ya que una electrificación limpia ayuda a reducir las emisiones en diferentes sectores, como transporte, calefacción e industria.

En el [escenario de Cero Emisiones Netas de la IEA](#), la demanda de electricidad crece 3,5 % por año entre 2023 y 2030, lo que representa un aumento del crecimiento anual promedio del 2,7 % entre 2016 y 2022. En 2023, la demanda de electricidad creció 2,2 % (+627 TWh) en comparación con el año pasado. La electrificación aumenta la demanda de electricidad, mientras que la eficiencia energética también ayuda a reducirla.

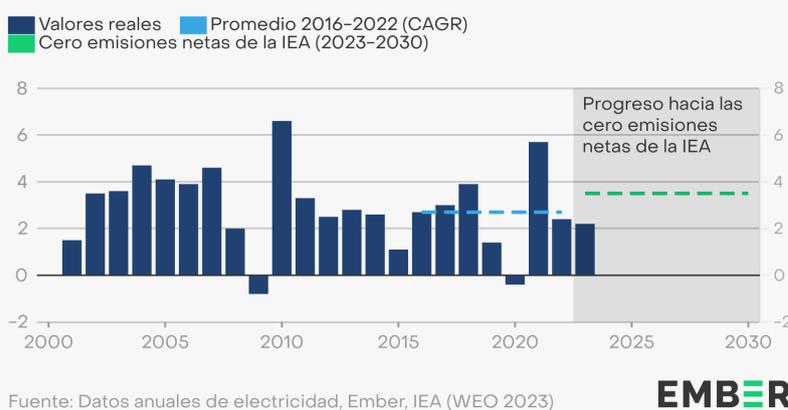
La electrificación ya está aumentando la demanda (consulte el capítulo 2.3) y con la creciente demanda de centros de datos, aires acondicionados e industria, un fuerte enfoque en la eficiencia es fundamental para cumplir con los objetivos climáticos.

Se prevé que el sector eléctrico, que es la fuente de crecimiento más rápido en cuanto a la demanda energética final, aumente sustancialmente, impulsado por la electrificación a medida que el mundo afronta la crisis climática, junto con un crecimiento en la población mundial y un estándar de vida mejorado. De acuerdo con el escenario de NZE de la IEA, la participación de la electricidad en el consumo final de energía aumentaría del 21 % actual al 27 % en 2030, lo que permitiría la electrificación del transporte y la industria.

Queda claro que los escenarios más ambiciosos que reconstruyen el sistema eléctrico en torno a la electricidad limpia requerirán demandas de electricidad mucho más altas que la trayectoria actual. En el escenario de NZE de la IEA, se espera que la demanda aumente a 38.127 TWh para el año 2030, frente a los 29.471 TWh en 2023.

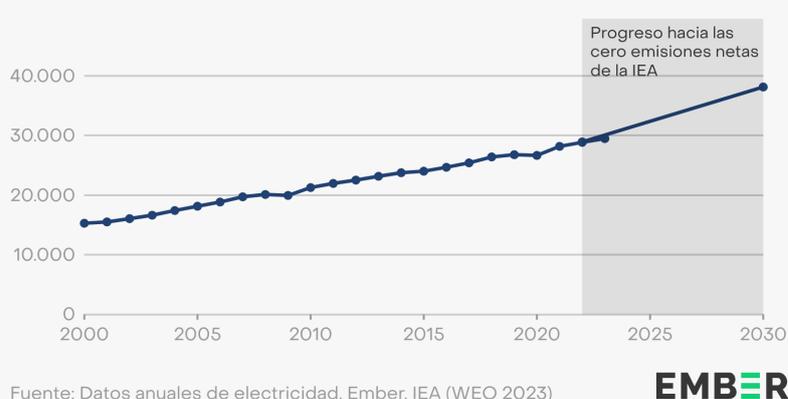
### Cambios anuales en la demanda de electricidad a nivel mundial

Cambios interanuales (%)



### Demanda de electricidad a nivel mundial y el progreso hacia las cero emisiones netas

TWh



# 3.3 Emisiones del sector eléctrico

## Información destacada

01

Las emisiones del sector eléctrico alcanzaron un nuevo récord máximo en 2023, ya que la generación con combustibles fósiles aumentó para cubrir la demanda en aumento

02

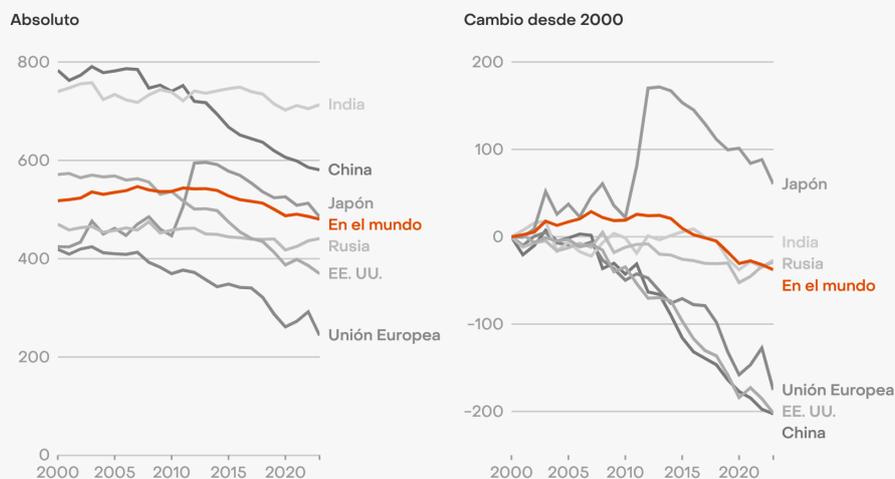
La intensidad del carbono alcanzó un mínimo histórico a medida que aumentó la participación de fuentes limpias

03

Las emisiones del sector eléctrico se han casi duplicado desde 2000, pero el crecimiento se desaceleró en los últimos años

### La electricidad se está volviendo más limpia en todo el mundo

Intensidad del carbono de la generación de electricidad (gCO<sub>2</sub>/kWh)



Fuente: Datos anuales sobre electricidad, Ember

EMBER

## Emisiones: estado actual

**Las emisiones del sector eléctrico alcanzaron un nuevo récord máximo en 2023, pero la intensidad del carbono está disminuyendo**

En 2023, las emisiones del sector eléctrico aumentaron a 14.153 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>, lo que representa un aumento del 1 % (+135 MtCO<sub>2</sub>) respecto de 2022.

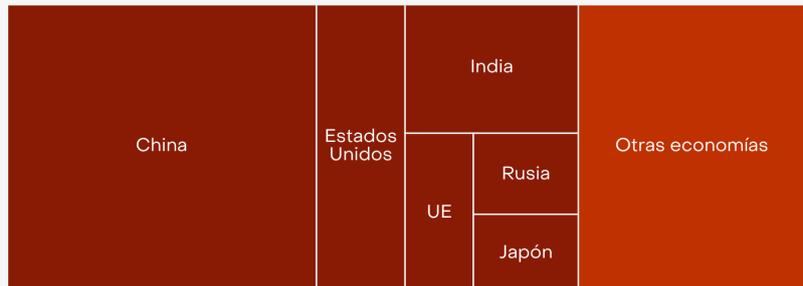
Asia representó el 63 % de las emisiones del sector eléctrico a nivel mundial, con 8966 MtCO<sub>2</sub>. China tuvo las emisiones más altas del sector eléctrico a nivel mundial con 5491 MtCO<sub>2</sub> y representó el 39 % de las emisiones del sector eléctrico a nivel mundial. El 95 % de las emisiones del sector eléctrico de China son el resultado de quemar carbón.

Estados Unidos fue el mayor emisor en 2023 con 1570 MtCO<sub>2</sub> (11 % de las emisiones del sector eléctrico a nivel mundial), seguido por India con 1404 MtCO<sub>2</sub> (9,9 %).

Las economías que de manera individual tienen 2 % o menos de las emisiones del sector eléctrico a nivel mundial igual representaron el 28 % de las emisiones del sector eléctrico a nivel mundial.

### Desglose de las emisiones del sector eléctrico a nivel mundial en 2023

Participación en las emisiones del sector eléctrico a nivel mundial (%)



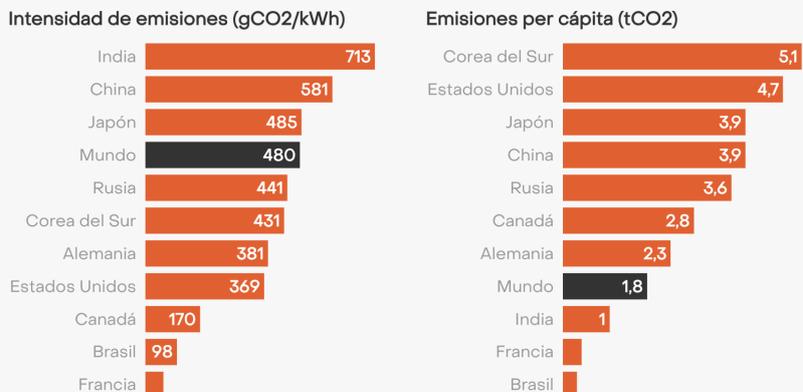
Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember  
Las economías nombradas tienen más del 2% de las emisiones del sector eléctrico global



En 2023, la intensidad de las emisiones a nivel mundial alcanzó su valor más bajo en al menos dos décadas. A 480 gCO<sub>2</sub>/kWh, el promedio de kWh de electricidad generada en 2023 es más limpia que en cualquier otro momento desde al menos el año 2000.

Canadá, Brasil y Francia tuvieron la intensidad del carbono más baja entre los diez principales países con mayor demanda. Los tres países generaron la mayoría de su electricidad a partir de fuentes limpias. En 2023, la generación de electricidad

### Emisiones de los principales consumidores de electricidad en 2023



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember  
El gráfico muestra los 10 países con la mayor demanda de electricidad



de Canadá fue el 58 % de hidroelectricidad y 14 % de electricidad nuclear. Brasil tuvo 60 % de la participación en la generación de hidroelectricidad. Asimismo, el 21 % de la generación de electricidad en Brasil provino de la electricidad eólica y la solar. Históricamente, la electricidad nuclear ha dominado la generación de electricidad en Francia, que aún representaba el 65 % en 2023, mientras que la electricidad eólica y la solar contribuyeron con un 14 % adicional.

India (713 gCO<sub>2</sub>/kWh) y China (581 gCO<sub>2</sub>/kWh) fueron los únicos dos países entre los diez principales productores de electricidad a nivel mundial con una intensidad de emisiones más altas que el promedio mundial en 2023. Esto se puede atribuir a su uso sustancial del carbón para generar electricidad. En 2023, el 75 % de la generación de electricidad de India y el 60 % de la generación de electricidad de China provinieron del carbón.

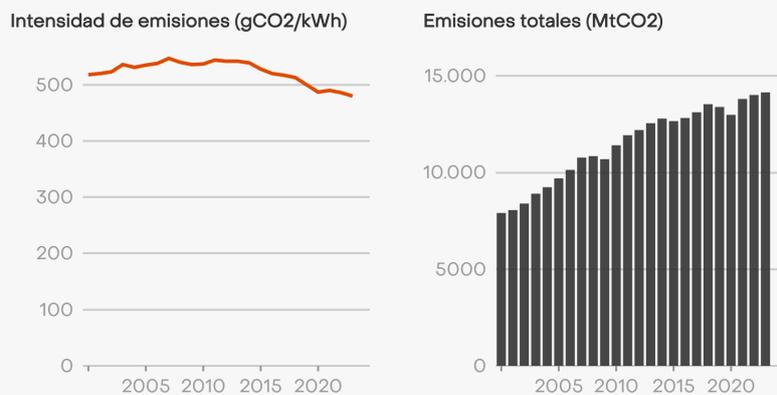
Sin embargo, tanto China como India tienen las emisiones más bajas per cápita que los principales emisores. Los principales emisores per cápita entre los principales consumidores de electricidad son Corea del Sur y Estados Unidos. De hecho, las emisiones per cápita del sector eléctrico de India son 1,8 veces más bajas que el promedio mundial.

## Emisiones: tendencia a largo plazo

**Las emisiones del sector eléctrico se han casi duplicado desde 2000, pero el crecimiento se desaceleró en los últimos años**

Desde 2000, las emisiones absolutas del sector eléctrico se han casi duplicado y aumentaron de 7911 MtCO<sub>2</sub> en 2000 a 14.153 MtCO<sub>2</sub> en 2023. Esto equivale a un aumento anual promedio del 2,6 %. Un rápido crecimiento económico en varias regiones ha sido la causa de este incremento, ya que la demanda de electricidad a nivel mundial ha crecido mientras el mundo sigue dependiendo de manera significativa de los combustibles fósiles. Sin embargo, el crecimiento se ha desacelerado en los últimos años, con aumentos anuales del 1,5 % en 2022 y del 1 % en 2023. Luego hubo un rápido aumento en 2021, cuando la recuperación económica de la pandemia de la COVID-19 provocó un aumento del 6,3 % en las emisiones.

### La tendencia a largo plazo en las emisiones del sector eléctrico a nivel mundial



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember

**EMBER**

La intensidad de las emisiones ha caído de manera significativa desde su pico histórico en 2007 a 547 gCO<sub>2</sub>/kWh. En 2023, la intensidad de las emisiones de la producción de electricidad a nivel mundial fue un 12 % más baja, a 480 gCO<sub>2</sub>/kWh. A excepción de 2013 y 2021, la intensidad de las emisiones ha disminuido todos los años desde 2011 debido al rápido aumento de la electricidad limpia (principalmente en forma de electricidad eólica y solar) en comparación con las fuentes de origen fósil en la producción de electricidad.

Durante las últimas dos décadas, solo cuatro años han experimentado caídas en las emisiones del sector eléctrico. Una caída del 1,5 % en 2009 ocurrió en medio de la crisis financiera mundial. En 2015, la reducción en la generación con carbón en China provocó una caída temporal de las emisiones a nivel mundial del 1 %. En 2019, el bajo crecimiento de la demanda global junto con el cambio de carbón a gas en los Estados Unidos permitió que las emisiones cayeran un 1,1 %. En 2020, el impacto de la pandemia de la COVID-19 provocó una caída récord de las emisiones del 3,1 %.

## Cambios anuales en las emisiones del sector eléctrico a nivel mundial

Cambios interanuales (%)



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember

EMBER

La última década experimentó un crecimiento significativo en las emisiones en comparación con la década de 2000. Entre 2003 y 2012, las emisiones aumentaron un promedio de 3,8 % anual. Entre 2013 y 2022, esta tasa de crecimiento bajó a 1,4 %. El aumento del 1 % en 2023 está aún más por debajo de este promedio.

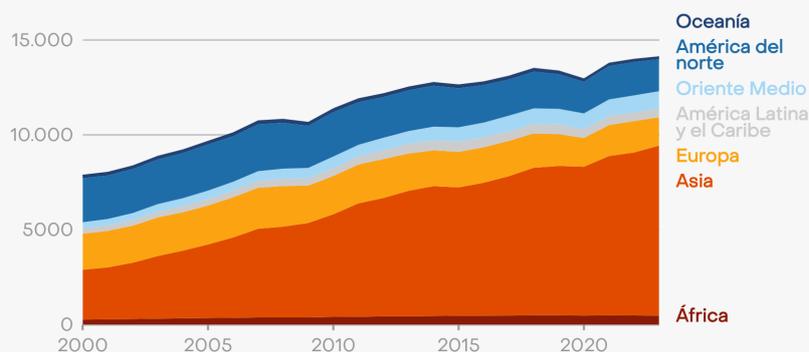
El año 2023 probablemente ha experimentado el pico de las emisiones del sector eléctrico (consulte el capítulo 2.1), con un nuevo período de reducción de emisiones comenzando a partir de 2024 en adelante.

Las emisiones no han aumentado en todas las regiones. Las emisiones del sector eléctrico en la OECD, incluidos EE. UU. y la UE, alcanzaron su pico máximo en 2007 y han disminuido un 28 % desde entonces. Las emisiones en América Latina alcanzaron un pico en 2015.

En las últimas dos décadas, Asia ha experimentado el aumento más grande en las emisiones del sector eléctrico, principalmente como resultado del uso incrementado del carbón para la generación de electricidad a medida que las economías emergentes de la región crecían de manera rápida. Las emisiones del sector eléctrico de Asia se han triplicado con creces, de 2623 MtCO<sub>2</sub> en 2000 a 8966 MtCO<sub>2</sub> en 2023. Junto con el estancamiento y las caídas en otras principales regiones emisoras, la participación de Asia en las emisiones del sector eléctrico a nivel mundial subió de solo el 33 % en 2000 al 63 % en 2023. Sin embargo, Asia tiene una gran parte de la población mundial y el gran crecimiento económico mundial está ocurriendo actualmente en Asia.

## Cómo han evolucionado las emisiones del sector eléctrico a nivel mundial en el tiempo

MtCO<sub>2</sub>



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember

EMBER

A pesar de un aumento del 75 % en las emisiones del sector eléctrico de los países africanos desde 2000, estas aún representaron solo el 3,4 % de las emisiones a nivel mundial en 2023, es decir, lo mismo que la participación de Japón. Existe una oportunidad de que África cubra la demanda en aumento con las fuentes limpias y abandone los combustibles fósiles para evitar el aumento en las emisiones asociadas previamente con el desarrollo de la economía.

## Emisiones: progreso hacia las cero emisiones netas

**Es necesario que las emisiones del sector eléctrico se reduzcan a la mitad esta década para alinearse con las cero emisiones netas**

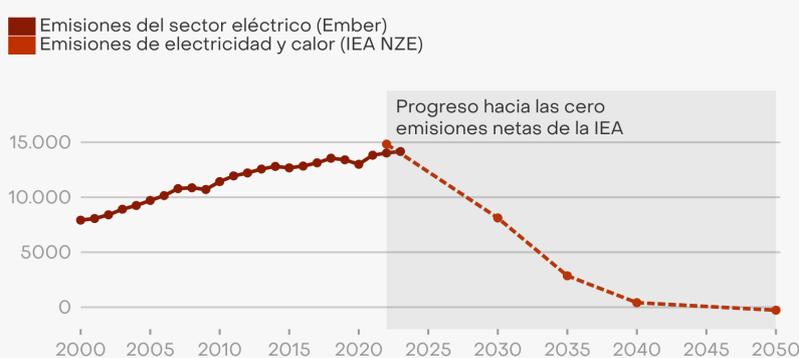
En consonancia con el [escenario de Cero Emisiones Netas de la IEA](#), las economías maduras (OECD) deben eliminar las emisiones de carbono en la generación de electricidad para 2035 y el resto del mundo para 2045. Aún no vemos las disminuciones necesarias para estos umbrales, que requieren que las emisiones del sector eléctrico caigan más del 7,6 % por año desde 2023 hasta 2030.

En 2023, las emisiones aumentaron el 1 % (+135 MtCO<sub>2</sub>), en comparación con el aumento promedio anual en las emisiones del 1,5 % entre 2016 y 2022. Las economías de la OECD, las cuales descarbonizarán primero, ya están experimentando la disminución en las emisiones del sector eléctrico, con una caída del 6,8 % en 2023.

El mundo está cerca de lograr una reducción en las emisiones del sector eléctrico, pero necesitará avanzar mucho más rápido para alcanzar las abruptas disminuciones requeridas. Según el escenario de NZE de la IEA, si esto se cumple, el objetivo mundial de triplicar la capacidad eléctrica de las energías renovables que se anunció en la COP28 tiene el potencial de casi reducir a la mitad las emisiones del sector eléctrico para 2030. De esta manera, la electricidad solar y la eólica proporcionarían alrededor del 40 % de la generación de electricidad a nivel mundial para 2030.

### Emisiones del sector eléctrico a nivel mundial y el progreso hacia las cero emisiones netas

MtCO<sub>2</sub>



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember, IEA (WEO 2023)

**EMBER**

# Análisis de las diferentes fuentes de electricidad en 2023

Datos sobre la generación de electricidad a nivel mundial a partir del carbón, el gas, la solar, la eólica, la hidroeléctrica, la nuclear y la bioenergía en 2023, con una descripción general de los cambios y las tendencias durante las últimas dos décadas junto al rol de cada fuente destinada a alcanzar las cero emisiones netas. Ordenamos las secciones según las fuentes de electricidad de crecimiento más rápido.

---

## Contenido del capítulo

---

61	4.1 Electricidad solar
67	4.2 Electricidad eólica
73	4.3 Electricidad generada con carbón
79	4.4 Electricidad generada con gas
85	4.5 Hidroelectricidad
91	4.6 Electricidad nuclear
97	4.7 Bioenergía

# 4.1 Electricidad solar

## Información destacada

01

La electricidad solar alcanzó una cifra récord del 5,5 % de la electricidad mundial en 2023

02

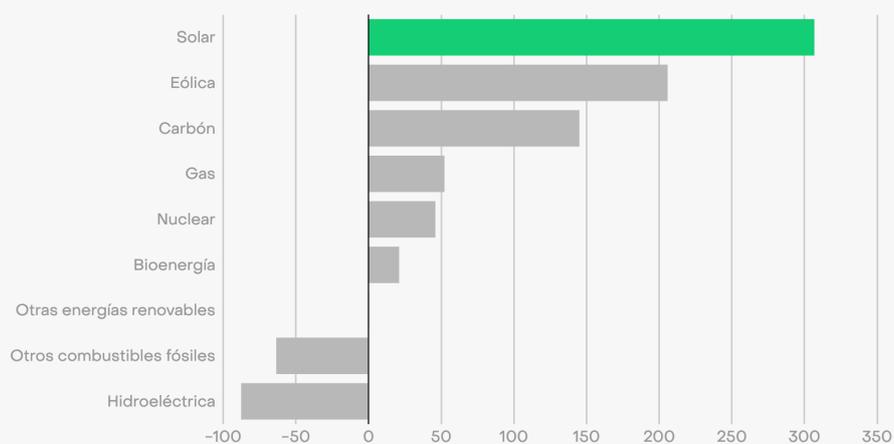
China representó más de la mitad del crecimiento récord de la electricidad solar en 2023

03

La electricidad solar añadió el doble de electricidad nueva en 2023 en comparación con el carbón

### La electricidad solar creció más que cualquier otra fuente de electricidad en 2023

Cambios interanuales en la generación de electricidad a nivel mundial (TWh)



Fuente: Datos anuales sobre electricidad, Ember

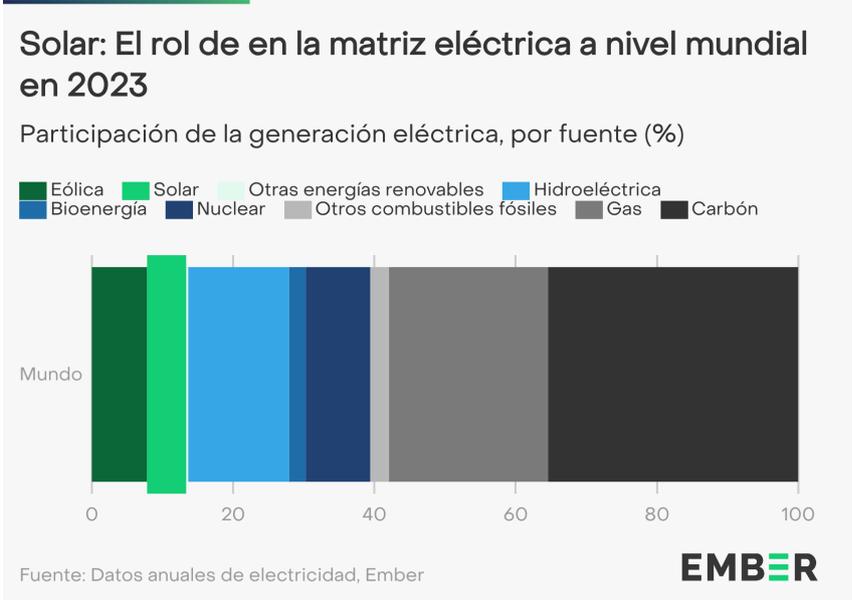
EMBER

# Electricidad solar: estado actual

**La electricidad solar alcanzó una cifra récord del 5,5 % de la electricidad mundial en 2023**

La electricidad solar produjo una cifra récord del 5,5 % (1631 TWh) de la electricidad a nivel mundial en 2023. A partir de 2023, 33 países generaron más de una décima parte de su electricidad a partir de la electricidad solar.

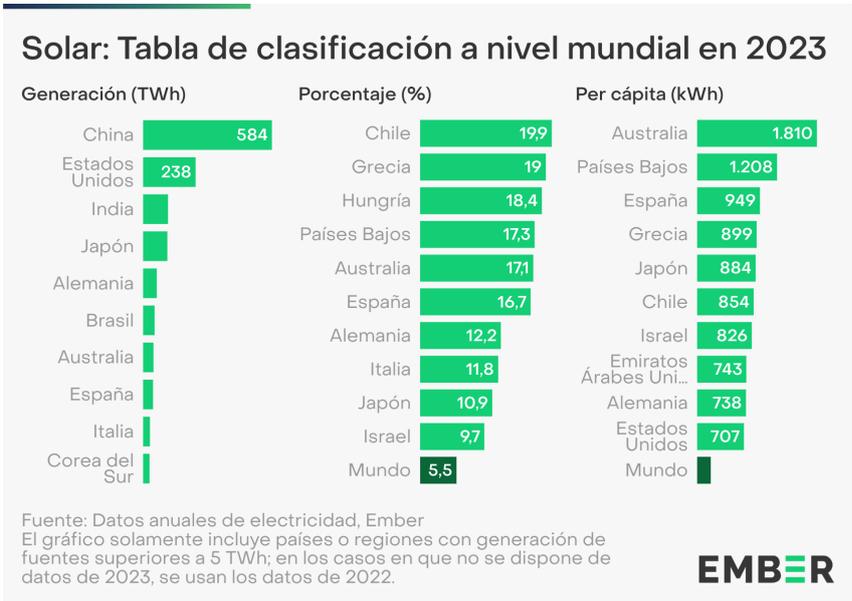
La electricidad solar proporciona electricidad limpia que se puede emplear de manera rápida y a nivel local para la fuente de demanda. La electricidad solar nueva produce la electricidad más económica de la historia, de acuerdo con la [IEA](#). Por lo tanto, junto con la electricidad eólica, la electricidad solar constituirá la base del sistema eléctrico del futuro al proveer casi el 70 % de la electricidad a nivel mundial en 2050.



En 2023, China generó la mayor parte de la electricidad a partir de la energía solar (584 TWh) y superó a Estados Unidos (238 TWh). La generación de electricidad de China representó más de un tercio (36 %) de la generación de electricidad solar a nivel mundial. India superó a Japón y se convirtió en el tercer mayor generador de electricidad solar en 2023 (113 TWh).

Chile siguió teniendo la participación más grande de la generación de electricidad solar en la matriz eléctrica, con un aumento del 20 % en 2023 desde el 17 % del año anterior. En esta clasificación se excluyen a los países que tienen menos de 5 TWh de generación de electricidad solar. Grecia tuvo la segunda mayor participación (19 %), seguido por Hungría (18 %) y Países Bajos (17 %).

Per cápita, Australia produjo la mayor parte de la electricidad a partir de la electricidad solar a 1810 kWh, mientras que Países Bajos es el segundo con 1208 kWh. España se convirtió en el tercer mayor productor de electricidad solar per cápita en 2023, después de estar quinto en la clasificación de 2022.



## Electricidad solar: estado actual

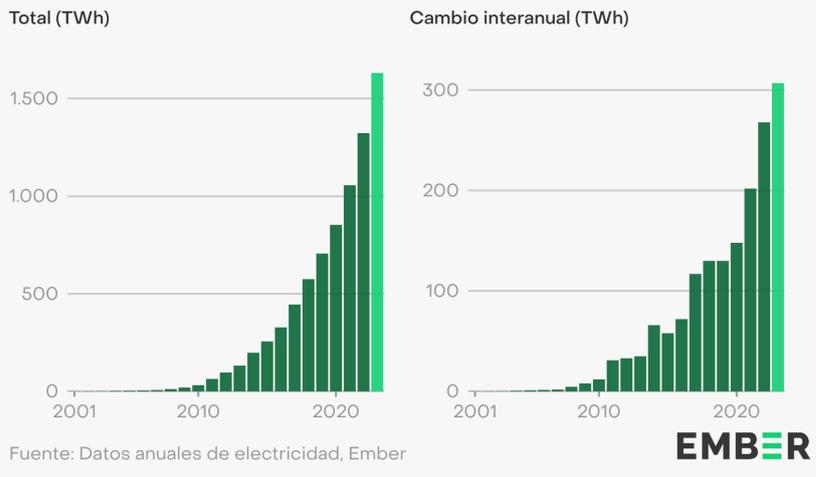
### China representó más de la mitad del crecimiento récord de la electricidad solar en 2023

El año 2023 tuvo un aumento absoluto récord en la generación de electricidad solar de 307 TWh, lo que representó el aumento más grande de cualquier fuente en 2023 y agregó más del doble de electricidad nueva en comparación con el carbón. El 2023 fue el octavo año consecutivo de crecimiento récord de TWh para la generación de electricidad solar a nivel mundial. La generación total agregada de electricidad solar aumentó a un nuevo máximo de 1631 TWh. Esto representa un aumento del 23 % interanual; apenas un poco más inferior al aumento del 25 % que

hubo en 2022. El aumento récord en la generación de electricidad en 2023 fue el resultado de las adiciones de capacidad récord para la electricidad solar, particularmente en China.

En 2023, la participación de la electricidad solar en la generación de electricidad a nivel mundial aumentó del 4,6 % en 2022 al 5,5 %.

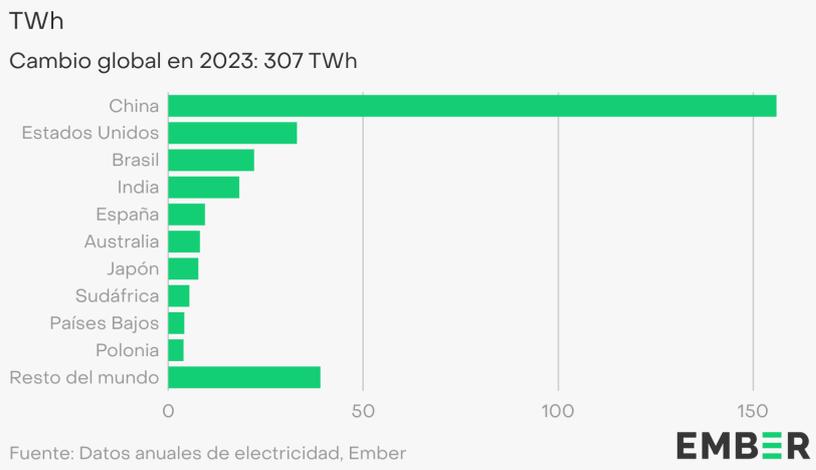
### Solar: Generación a nivel mundial en 2023, en comparación con la tendencia histórica



El aumento récord en la generación de electricidad solar a nivel mundial fue impulsado en gran parte por China, que tuvo un aumento de 156 TWh (+37 %). El crecimiento en China representó más de la mitad (51 %) del crecimiento de la electricidad solar a nivel mundial en 2023.

Se observaron importantes aumentos interanuales en la generación de electricidad solar también en Estados Unidos (+33 TWh, +16 %), Brasil (+22 TWh, +72 %) e India (+18 TWh, +19 %). Brasil casi duplicó la generación de electricidad solar debido a la nueva regulación y las tarifas de alimentación. Juntos, los cuatro principales países con crecimiento en electricidad solar representaron el 75 % del crecimiento en 2023.

### Solar: Los cambios más grandes en la generación en 2023

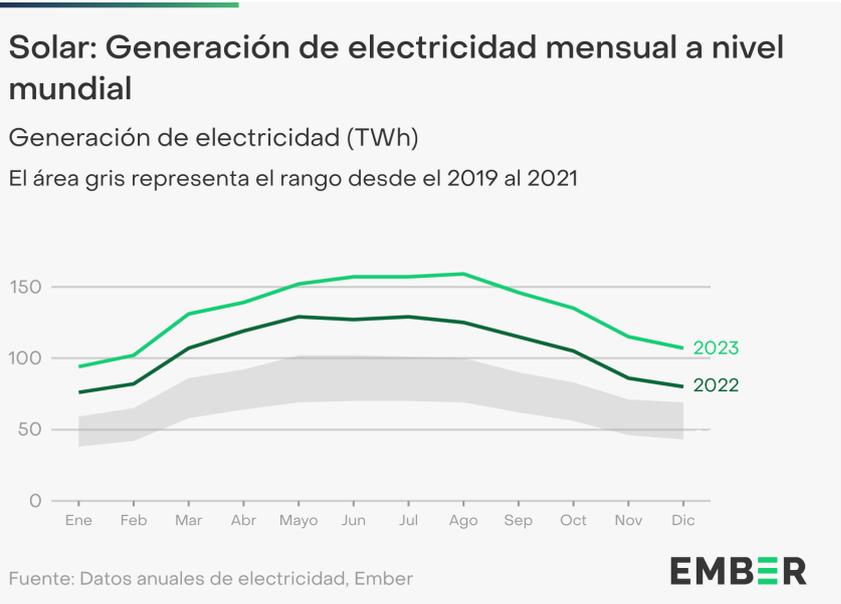


El crecimiento restante en electricidad solar se generalizó, con países fuera de los diez principales que contribuyen con el 13 % (39 TWh) del crecimiento a nivel mundial.

En el 2023 hubo aumentos sustanciales y nuevos récords en la generación de electricidad solar en cada mes del año. La mayor generación mensual ocurre de mayo a agosto cuando la irradiación solar es más alta en el hemisferio norte, que es donde se ubican la mayoría de las instalaciones solares en el mundo.

En agosto de 2023, se estableció un nuevo récord para el máximo histórico mensual de generación de electricidad solar, alcanzando los 159 TWh. El récord de agosto fue del 28 % por encima de la generación en agosto de 2022 y 23 % por encima del récord anterior de 129 TWh en julio de 2022.

La generación mensual de electricidad solar entre marzo y octubre de 2023 fue mayor que la de cualquier mes en 2022.



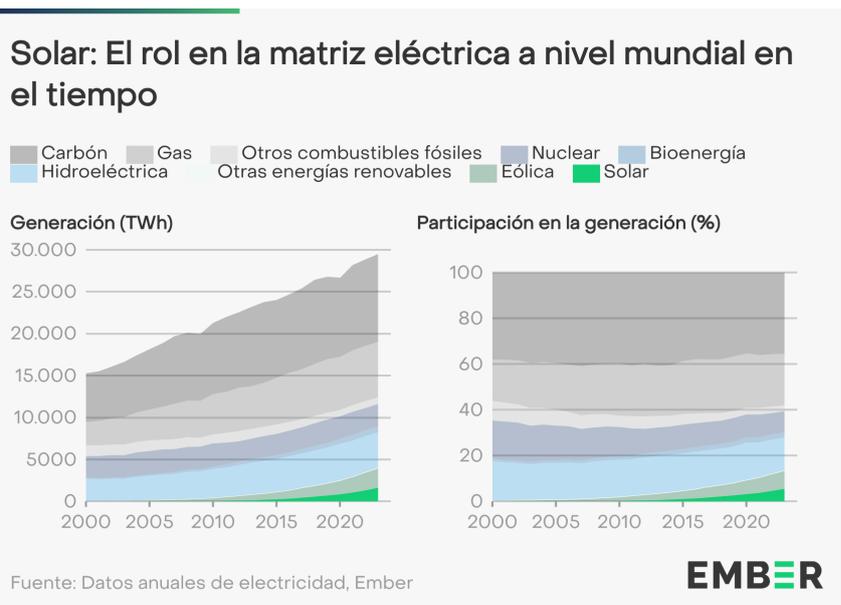
## Electricidad solar: tendencia a largo plazo

**La generación de electricidad solar en 2023 fue más de seis veces mayor que en 2015**

La generación de electricidad solar ha aumentado de manera significativa durante las últimas dos décadas, de 1 TWh en 2000 a 1631 TWh en 2023. En 2023, la electricidad solar fue la fuente con el mayor crecimiento porcentual interanual por decimonoveno año consecutivo.

Como consecuencia, la participación de la generación de electricidad solar se ha disparado de solo el 1,1 % en 2015 al 5,5 % en 2023.

La mayoría del crecimiento sucedió en los últimos años. La generación de electricidad solar en 2023 fue más de seis veces mayor que en 2015 (256 TWh). La electricidad solar sigue aumentando y se ha más que duplicado (+131 %, +925 TWh) desde 2019. El empleo de la capacidad de electricidad solar ha estado aumentando de manera rápida, en parte debido a la reducción de los costos en un 87 % desde 2010 hasta 2020.



Muchos países han experimentado un aumento en la participación de electricidad solar. La participación de China en 2023 estuvo por encima del promedio mundial del 6,2 % (584 TWh), con un aumento de solo el 0,7 % (39 TWh) en 2015. Durante el mismo período, en EE. UU. la participación de electricidad solar aumentó del 1 % (39 TWh) al 5,6 % (238 TWh) y en Japón aumentó del 3,4 % (35 TWh) al 11 % (110 TWh).

En todas las regiones, la generación de electricidad solar está desempeñando un papel muy importante en la matriz eléctrica.

En América Latina, Brasil experimentó un aumento de electricidad solar desde cantidades insignificantes en 2015 (0,01 %, 0,06 TWh) a 7,3 % (52 TWh) en 2023. En Chile, la electricidad solar aumentó del 1,9 % (1,4 TWh) en 2015 al 20 % (17 TWh) en 2023.

En toda Europa también hubo grandes aumentos. En España, la electricidad solar aumentó del 5 % (14 TWh) en 2015 al 17 % (45 TWh) en 2023. En Alemania, la electricidad solar aumentó del 6 % (38 TWh) en 2015 al 12 % (62 TWh) en 2023.

El Medio Oriente y África todavía están rezagados, pero en países como Sudáfrica (11 % en 2015 a 6,8 % en 2023) y los Emiratos Árabes Unidos (0,2 % en 2015 a 4,5 % en 2022) ha habido aumentos recientes.

## Solar: Cambios en la matriz eléctrica desde 2015 en las principales regiones y países

Participación de la generación de electricidad (%)

● 2015 ● 2023



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember  
LAC se refiere a 'América Latina y el Caribe'

EMBER

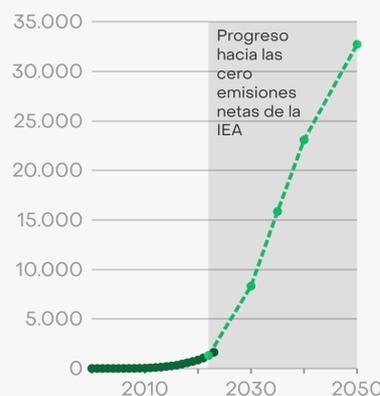
## Electricidad solar: progreso hacia las cero emisiones netas

**El crecimiento en la generación de electricidad solar está encaminado hacia los objetivos de cero emisiones netas**

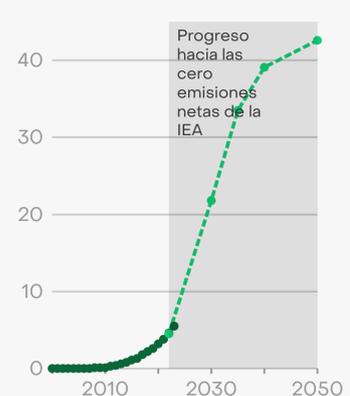
Según el [escenario de Cero Emisiones Netas de la IEA](#), es necesario que la generación de electricidad solar a nivel mundial aumente cinco veces más desde los actuales 1631 TWh en 2023 hasta alcanzar los 8316 TWh en 2030. Esto provocará que la participación de la generación de electricidad a nivel mundial de la electricidad solar aumente del 5,5 % en 2023 al 22 % en 2030. La trayectoria de la electricidad solar en el escenario de la IEA está más inclinada que las tasas de implementación actuales, aunque las adiciones han aumentado de manera rápida en los últimos años.

### Solar: Progreso hacia el cero neto

Generación desde la fuente (TWh)



Participación en la generación (%)



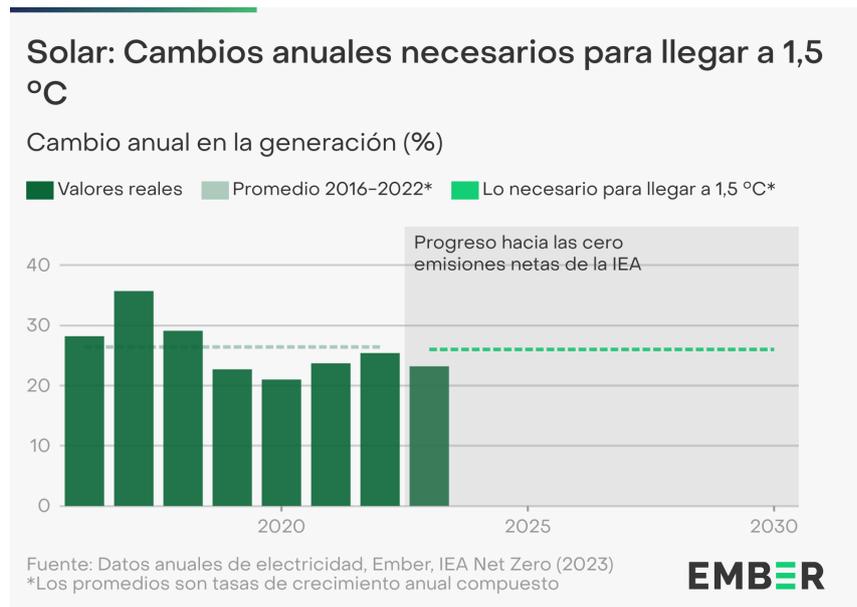
Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember, IEA Net Zero (2023)

EMBER

En el escenario de NZE de la IEA, la electricidad solar sigue creciendo más allá de 2030 y representando el 43 % de toda la generación en 2050.

Si bien la generación de electricidad solar necesitará experimentar un gran aumento en todo el mundo, las trayectorias de los países inevitablemente variarán. Mientras que los países con condiciones solares favorables, como Australia, China o Estados Unidos, pueden superar fácilmente el promedio mundial en cuanto a la adopción de la electricidad solar, otros dependerán más de otras fuentes de electricidad limpia, como la electricidad eólica, la hidroelectricidad y la electricidad nuclear, en su transición hacia el sector eléctrico.

La generación de electricidad solar creció un 23 % en 2023. Este aumento estuvo un poco por debajo de la tasa de crecimiento promedio que se registró desde 2015, que fue del 26%. Sin embargo, la tasa de crecimiento de la electricidad solar de 2016 a 2022 estuvo en línea con los objetivos de cero emisiones netas y, como se explica en el capítulo 2.2, el crecimiento más lento en 2023 no representa una desaceleración estructural. Para alinearse con el objetivo para la generación de electricidad solar descrito en el escenario de cero emisiones netas de la IEA, una tasa promedio de crecimiento anual (CAGR) del 26 % debe mantenerse entre 2023 y 2030.



Se esperaría que esta tasa de crecimiento tenga cada vez más aumentos absolutos cada año. Para que esto ocurra, se requerirán adiciones en la generación de más de 1000 TWh por año para 2030, en comparación con los 314 TWh en 2023.

# 4.2 Electricidad eólica

## Información destacada

01

La generación de electricidad eólica a nivel mundial alcanzó un nuevo récord histórico al agregar electricidad suficiente para abastecer a toda Polonia

02

32 países generaron más de una décima parte de su electricidad a partir de la energía eólica en 2023

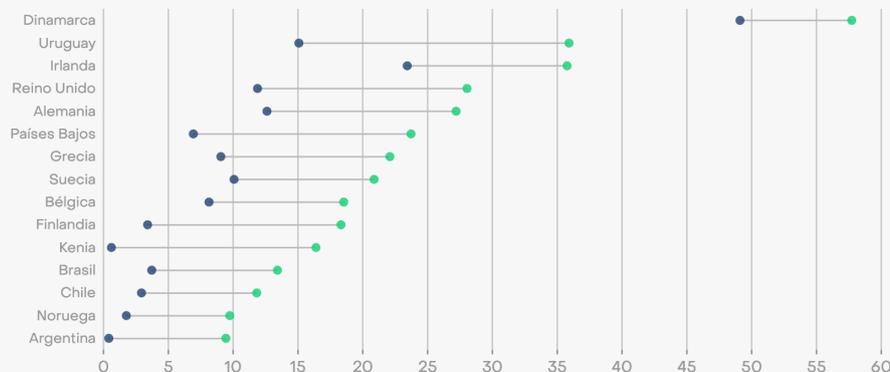
03

La generación de electricidad eólica se ha casi triplicado desde 2015

### Las economías con los mayores aumentos en la participación de la electricidad eólica entre 2015 y 2023

Participación de la generación de electricidad (%)

Año ● 2015 ● 2023\*



Fuente: Datos anuales sobre electricidad, Ember

\*2023 o el año más reciente disponible.

En el gráfico se muestran los 15 mayores incrementos; el análisis solo incluye países con al menos 10 TWh de demanda de electricidad e importaciones de electricidad de menos del 50 % de la demanda.

EMBER

## Electricidad eólica: estado actual

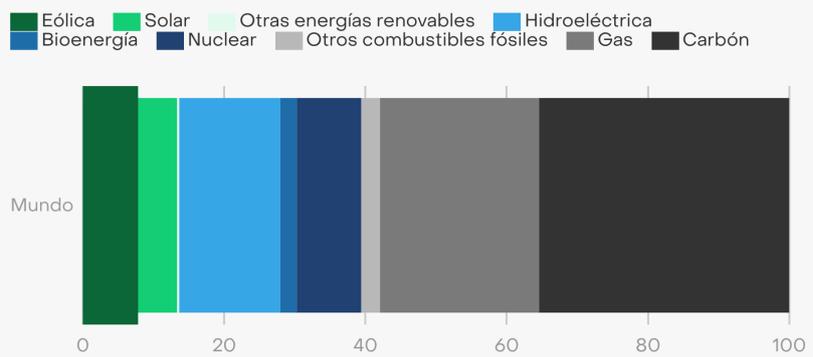
### 32 países generaron más de una décima parte de su electricidad a partir de la energía eólica en 2023

La electricidad eólica produjo el 7,8 % (2304 TWh) de la electricidad a nivel mundial en 2023.

La electricidad eólica, junto con la electricidad solar, es clave para reducir las emisiones en el sector eléctrico. Ambas fuentes constituirán la base del sistema eléctrico del futuro al proveer casi el 70 % de la electricidad a nivel mundial en 2050. Por lo tanto, se requiere un incremento rápido en esta década.

### Eólica: El rol de en la matriz eléctrica a nivel mundial en 2023

Participación de la generación eléctrica, por fuente (%)



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember

EMBER

China es el líder mundial en la generación de electricidad eólica, ya que generó 886 TWh de electricidad eólica en 2023, más del doble que Estados Unidos (425 TWh) y más de seis veces que Alemania (137 TWh).

32 países generaron más de una décima parte de su electricidad a partir de la electricidad eólica en 2023. Dinamarca tuvo la participación más grande en la generación de electricidad eólica en la matriz eléctrica; alcanzó el 58 % en 2023, lo que representa un aumento con respecto al 54 % registrado en 2022 y estableció así un nuevo récord histórico. Irlanda se posicionó segundo en tener la participación más grande con el 36 %.

### Eólica: Tabla de clasificación a nivel mundial en 2023

Generación (TWh)	Porcentaje (%)	Per cápita (kWh)
China 886	Dinamarca 58	Suecia 3.317
Estados Unidos 425	Irlanda 36	Dinamarca 3.316
Alemania	Portugal 29	Noruega 2.769
Brasil	Reino Unido 28	Finlandia 2.643
India	Alemania 27	Irlanda 2.254
Reino Unido	Países Bajos 24	Países Bajos 1.655
España	España 24	Alemania 1.646
Francia	Grecia 22	España 1.350
Canadá	Suecia 21	Bélgica 1.315
Suecia	Bélgica 18,5	Portugal 1.286
	Mundo	Mundo

Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember  
El gráfico solamente incluye países o regiones con generación de fuentes superiores a 5 TWh; en los casos en que no se dispone de datos de 2023, se usan los datos de 2022.

EMBER

Los países escandinavos de Suecia (3317 kWh), Dinamarca (3316 kWh), Noruega (2769 kWh) y Finlandia (2643 kWh) lideran el mundo en la generación de electricidad eólica per cápita.

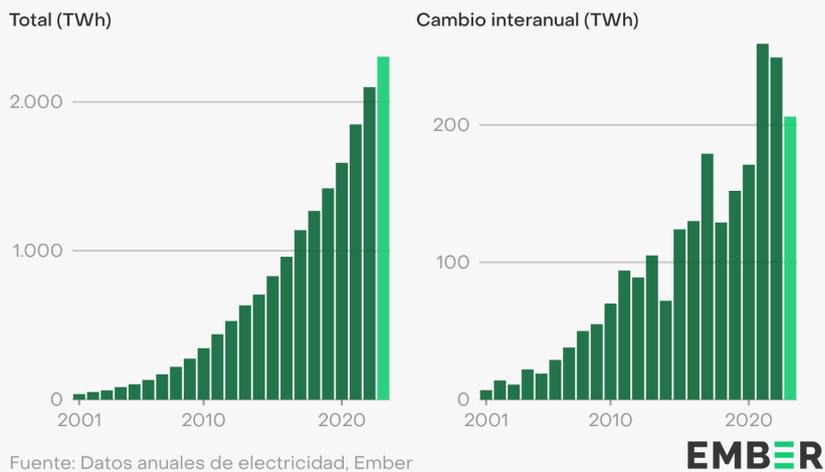
## Electricidad eólica: cambio en 2023

**La generación de electricidad eólica a nivel mundial alcanzó un nuevo récord histórico al agregar electricidad suficiente para abastecer a toda Polonia**

La generación de electricidad eólica a nivel mundial alcanzó un nuevo récord máximo de 2304 TWh en 2023, lo que significa un aumento de 206 TWh (+9,8 %) en comparación con los 2099 TWh en 2022. Como consecuencia, la participación de la generación de electricidad eólica en la matriz eléctrica a nivel mundial creció del 7,3 % en 2022 al 7,8 % en 2023.

El crecimiento en la electricidad eólica en 2023, que fue de 206 TWh, fue la tercera mayor adición después de los años 2021 y 2022.

### Eólica: Generación a nivel mundial en 2023, en comparación con la tendencia histórica

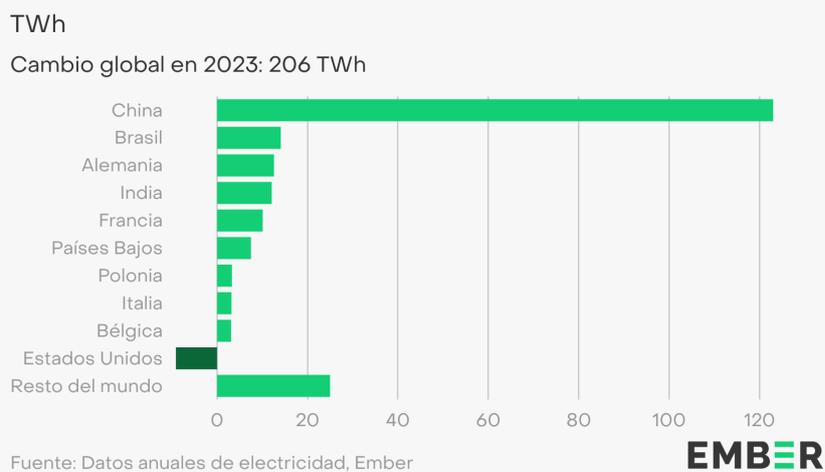


El aumento de 123 TWh (+16 %) de la generación de electricidad eólica de China representó el 60 % de la generación de electricidad eólica a nivel mundial en 2023. Este aumento fue más de ocho veces más alto que el segundo aumento más alto que se registró en Brasil, que fue de 14 TWh (+17 %).

En toda la UE, la generación de electricidad eólica creció 50 TWh (+12 %), junto con los incrementos más grandes en Alemania, Francia y Países Bajos.

Estados Unidos experimentó una caída de 9 TWh (-2,1 %) de la generación de electricidad eólica, a pesar de las adiciones de capacidad, debido a las condiciones eólicas desfavorables. Se espera que la generación aumente de nuevo en 2024.

### Eólica: Los cambios más grandes en la generación en 2023



A lo largo de 2023, la generación mensual de electricidad eólica a nivel mundial se mantuvo, en su mayoría, por encima de los valores de 2022.

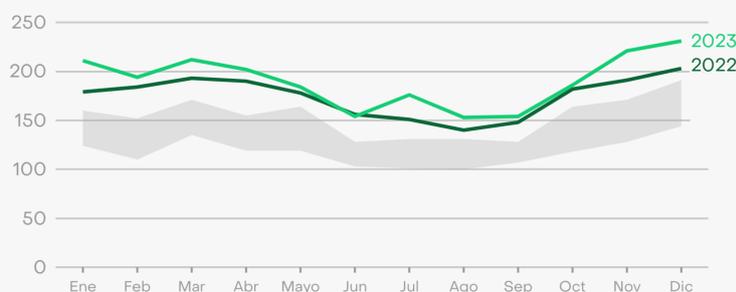
En diciembre de 2023, se estableció un nuevo récord para el máximo histórico mensual de generación de electricidad eólica con 231 TWh, un aumento del 14 % en comparación con diciembre de 2022.

La generación de electricidad eólica generalmente es más alta durante los meses invernales en el hemisferio norte, con la capacidad eólica actualmente concentrada en Europa, EE. UU. y China.

### Eólica: Generación de electricidad mensual a nivel mundial

Generación de electricidad (TWh)

El área gris representa el rango desde el 2019 al 2021



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember

**EMBER**

## Electricidad eólica: tendencia a largo plazo

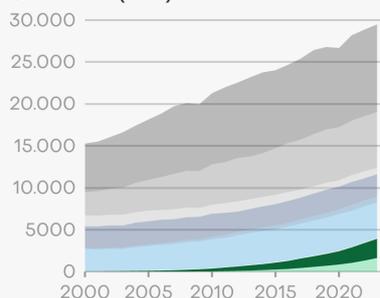
### La generación de electricidad eólica se ha casi triplicado desde 2015

La electricidad eólica y la solar son actualmente las únicas dos fuentes que aumentan de manera sustancial en la matriz eléctrica a nivel mundial. La generación de electricidad eólica fue solo de 31 TWh y 0,2% en la matriz eléctrica en 2000. En 2015, este valor creció a 830 TWh y 3,5%. En solo ocho años desde 2015, la generación de electricidad eólica casi se triplicó y alcanzó los 2304 TWh, ya que su participación se duplicó con creces al 7,8 % en 2023.

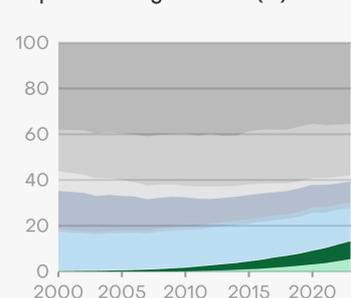
### Eólica: El rol en la matriz eléctrica a nivel mundial en el tiempo

Carbón Gas Otros combustibles fósiles Nuclear Bioenergía  
Hidroeléctrica Otras energías renovables Eólica Solar

Generación (TWh)



Participación en la generación (%)



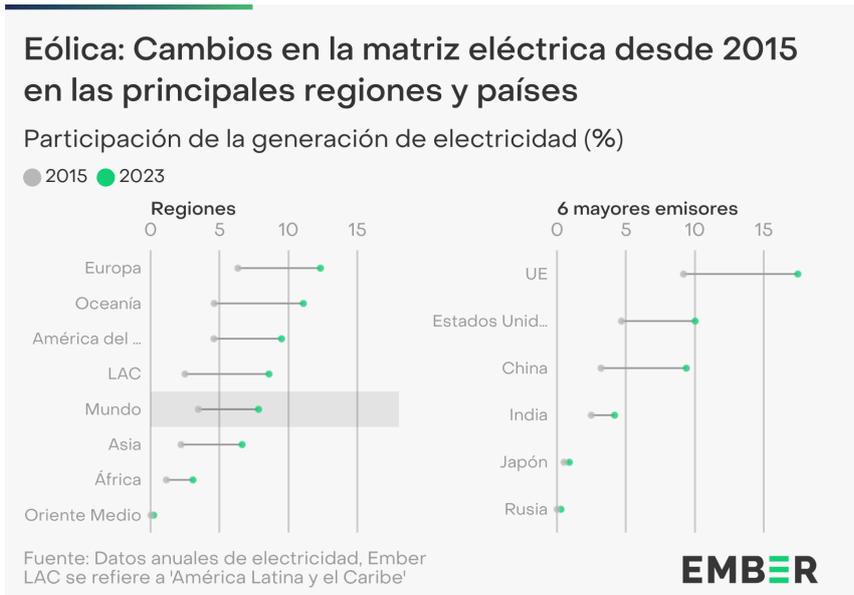
Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember

**EMBER**

Europa tuvo la participación más alta de generación de electricidad eólica, lo que fue impulsado principalmente por aumentos en la UE, donde la participación de generación de electricidad eólica alcanzó un máximo histórico de 17 % en 2023, casi el doble de la participación del 9 % de 2015. Durante el mismo período, la participación en el Reino Unido aumentó de 12 % a 28 % y la participación en Dinamarca alcanzó el 58 %, frente al aumento del 49 % en 2015.

También en algunos países de América, Asia y Oceanía, la electricidad eólica se desarrolló rápido. En Australia, la generación de electricidad eólica aumentó del 4,7 % en 2015 al 12,1 % en 2023. La participación de electricidad eólica en China aumentó del 3,2 % al 9,4 % en el mismo período. En EE. UU., la generación de electricidad eólica aumentó del 4,7 % en 2015 al 10 % en 2023 y en Brasil, la participación subió del 13 % en 2023, frente al 3,7 %.

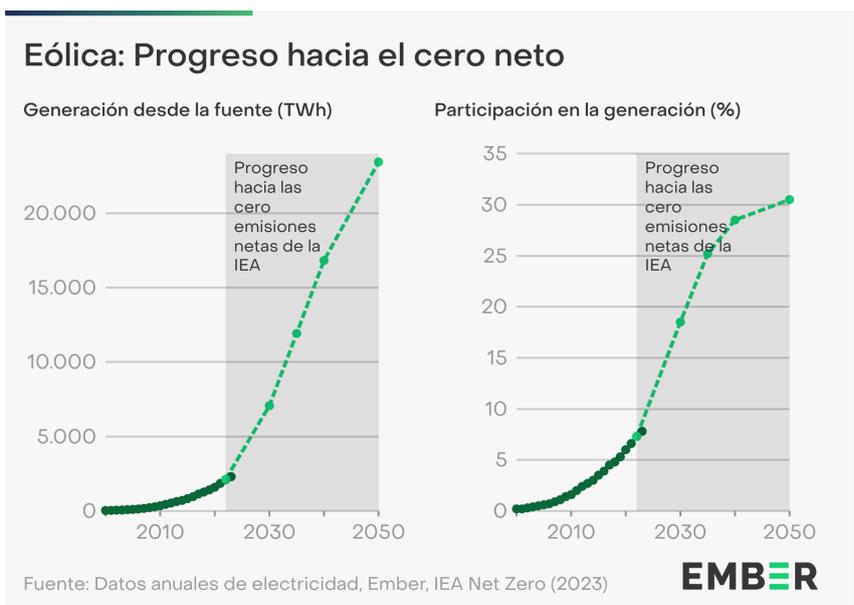
África y el Medio Oriente recientemente han visto más instalaciones de electricidad eólica, pero las participaciones aún están rezagadas. Marruecos sobresalió con un aumento en la participación de la generación de electricidad eólica desde 2015 a 2023 desde 8,4 % a 14,8 %.



## Electricidad eólica: progreso hacia las cero emisiones netas

**Para alcanzar las emisiones cero netas, la electricidad eólica debe crecer al doble de la tasa que hizo en 2023**

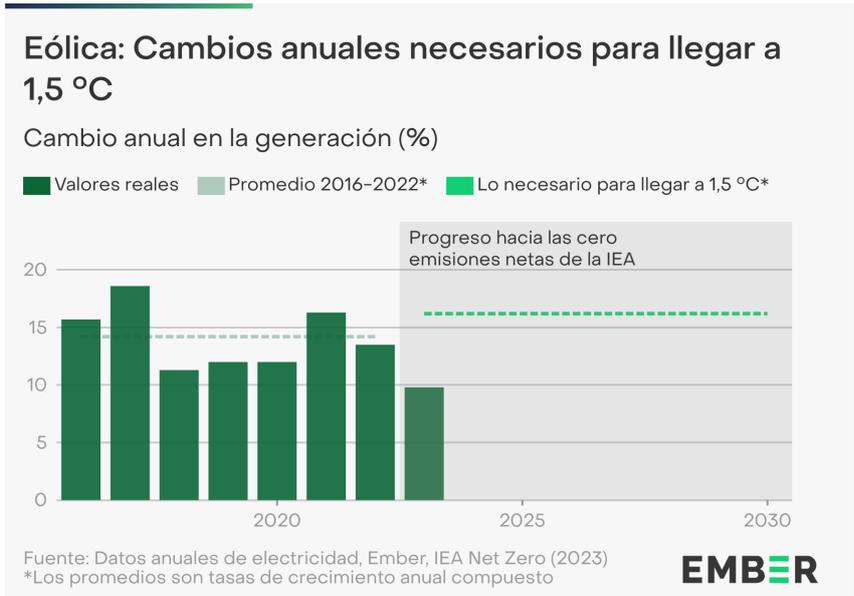
Según el [escenario de Cero Emisiones Netas de la IEA](#), es necesario que la generación de electricidad eólica a nivel mundial aumente a 7070 TWh para 2030 desde los actuales 2304 TWh hasta cubrir la creciente demanda y reemplazar los combustibles fósiles. Esto aumentaría la participación en la matriz eléctrica de 7,8 % a 18,5 %. Para 2050, según el escenario de NZE de la IEA, se espera que la electricidad eólica crezca aún más hasta representar el 31 % de la matriz eléctrica a nivel mundial.



No se espera que la generación de electricidad eólica aumente de manera uniforme en todo el mundo. Los mayores [aumentos se esperan](#) en China, EE. UU. y Europa.

La generación de electricidad eólica a nivel mundial aumentó un 9,8 % en 2023. Esto estuvo significativamente por debajo del crecimiento anual promedio del 14,2 % que se observó entre 2016 y 2022. Esto se debió en parte a las condiciones climáticas temporales en EE. UU. Además, las adiciones de capacidad, aunque son mayores en términos absolutos cada año, aún no están creciendo lo suficientemente rápido como para mantener altas las tasas de crecimiento porcentual.

Para alinearse con el escenario de NZE de la IEA, es necesario que la generación de electricidad eólica crezca en promedio un 16,2 % cada año hasta 2030. Esto es casi el doble de rápido que en 2023 y dos puntos porcentuales más alto que el crecimiento promedio entre 2015 y 2023.



# 4.3 Electricidad generada con carbón

## Información destacada

01

La electricidad generada con carbón generó el 35 % de la electricidad a nivel mundial en 2023, siendo China el responsable de más de la mitad de la generación mundial

02

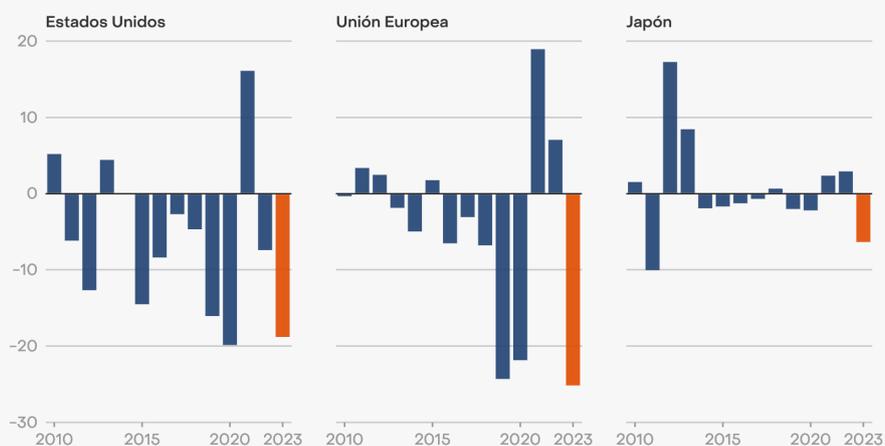
La baja producción de hidroelectricidad en solo cuatro países impulsó en gran parte el aumento en la generación con carbón a nivel mundial

03

Las economías de la OECD, incluidas la UE, Estados Unidos y Japón, experimentaron las caídas más significativas

### Hubo importantes caídas en el carbón en Estados Unidos, la Unión Europea y Japón en 2023

Cambio anual en la generación de electricidad a partir del carbón (%)



Fuente: Datos anuales sobre electricidad, Ember

EMBER

## Electricidad generada con carbón: estado actual

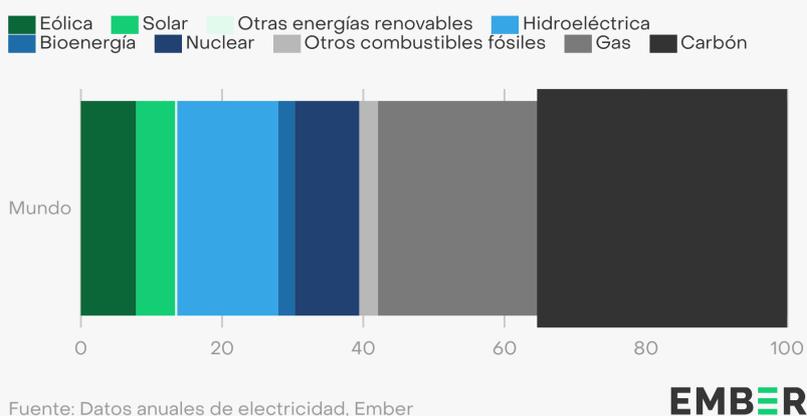
**La electricidad generada con carbón generó el 35 % de la electricidad a nivel mundial en 2023, siendo China el responsable de más de la mitad de la generación mundial**

La electricidad generada con carbón produjo un 35 % (10.434 TWh) de la electricidad a nivel mundial en 2023 y sigue siendo la fuente más grande de generación de electricidad.

La electricidad generada con carbón es el mayor contribuyente de emisiones en el sector eléctrico y, de hecho, la mayor fuente de emisiones en toda la economía a nivel mundial. El mundo debe moverse de manera rápida para reducir su papel en las próximas dos décadas y así tener una oportunidad de limitar el calentamiento global a 1,5 °C. Según el [escenario de cero emisiones netas de la IEA](#), las centrales de carbón en funcionamiento tendrán que eliminarse gradualmente para 2030 en las economías maduras y para 2045 en las economías emergentes.

### Carbón: El rol de en la matriz eléctrica a nivel mundial en 2023

Participación de la generación eléctrica, por fuente (%)



China produjo, por mucho, la mayor cantidad de electricidad a partir del carbón en 2023. Su producción de 5716 TWh representó más de la mitad (55%) de la generación con carbón total en 2023. India produjo la segunda mayor cantidad de electricidad a partir del carbón, pero con 1480 TWh esto solo representó una cuarta parte a la generación con carbón de China.

Solo 13 países generaron más de la mitad de su electricidad a partir del carbón. Kosovo tuvo la participación más alta de electricidad generada con carbón en su matriz eléctrica

(88 %). Mongolia (85 %) y Sudáfrica (81 %) tuvieron la segunda y tercera mayor participación, respectivamente. China e India también estuvieron entre las mejores diez participaciones de la generación con carbón, ya que produjeron 60 % y 75 % de su electricidad a partir del carbón.

Taiwán (5115 kWh) y Australia (4920 kWh) tuvieron la generación con carbón más alta per cápita; más de tres veces el promedio mundial de 1319 kWh.

### Carbón: Tabla de clasificación a nivel mundial en 2023

Generación (TWh)	Porcentaje (%)	Per cápita (kWh)
China 5.716	Kosovo 88	Taiwán 5.115
India 1.480	Mongolia 85	Australia 4.920
Estados Unidos 1.100	Sudáfrica 81	China 4.009
Japón 1.000	India 75	Kazajistán 3.954
Indonesia 1.000	Kazajistán 67	Corea del Sur 3.910
Corea del Sur 1.000	Marruecos 64	Kosovo 3.375
Rusia 1.000	Indonesia 62	Serbia 3.226
Sudáfrica 1.000	Las Filipinas 62	Sudáfrica 3.120
Alemania 1.000	Polonia 61	Bosnia herzegovina 3.054
Australia 1.000	China 60	Chequia 2.914
	Mundo 35	Mundo 1.319

Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember  
El gráfico solamente incluye países o regiones con generación de fuentes superiores a 5 TWh; en los casos en que no se dispone de datos de 2023, se usan los datos de 2022.

EMBER

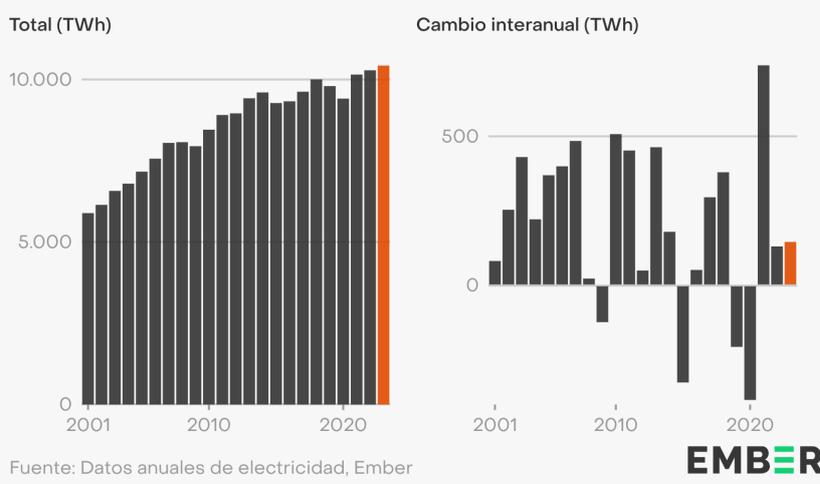
## Electricidad generada con carbón: cambio en 2023

**La baja producción de hidroelectricidad en cuatro países impulsó en su mayoría el aumento en la generación con carbón a nivel mundial, pero las economías de la OECD, incluida la UE, los Estados Unidos y Japón, experimentaron caídas significativas**

La generación con carbón alcanzó otro récord máximo en 2023. El año pasado, 10.434 TWh de electricidad se produjeron con carbón a nivel mundial.

La generación aumentó en 146 TWh (+1,4 %) frente a 2022, un poco más alta que el crecimiento anual que se observó desde 2021 a 2022 de 131 TWh (+1,3 %). Sin embargo, aunque la generación de electricidad a nivel mundial aumentó, la participación de carbón en la matriz eléctrica a nivel mundial, de hecho, ha disminuido 0,3 puntos porcentuales, del 35,7 % en 2022 al 35,4 % en 2023.

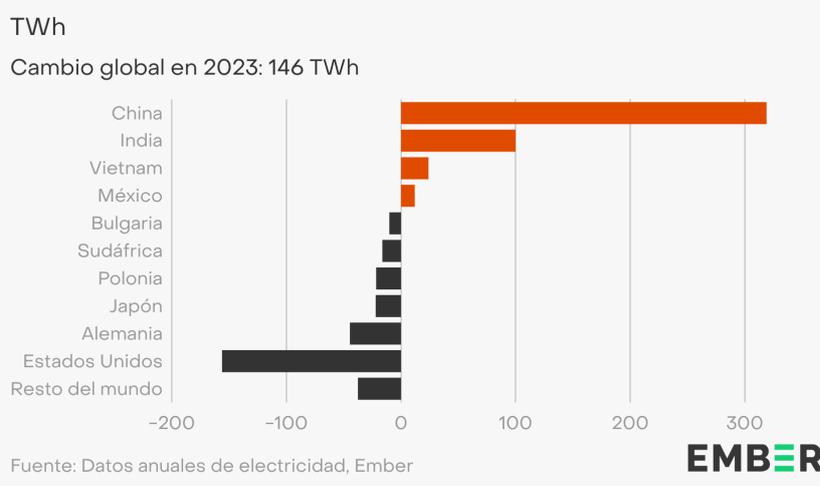
### Carbón: Generación a nivel mundial en 2023, en comparación con la tendencia histórica



De los países con datos disponibles de 2023, 38 experimentaron caídas en la generación con carbón y solo 14 tuvieron aumentos. Solo cuatro países tuvieron aumentos por encima de 10 TWh, impulsados en gran medida por condiciones de sequía que causaron la baja producción de hidroelectricidad.

La generación con carbón aumentó principalmente en China (+319 TWh, +5,9%) e India (+100 TWh, +7,3 %). Los aumentos menos significativos se registraron en Vietnam (+24 TWh, +23 %) y México (+12 TWh +55 %).

### Carbón: Los cambios más grandes en la generación en 2023



En EE. UU., la generación con carbón colapsó 156 TWh (-19 %). En Alemania, la generación con carbón cayó en 45 TWh (-25 %). Toda la UE experimentó una caída de 113 TWh (-25 %).

En enero y febrero de 2023, la generación con carbón se mantuvo por debajo de los valores de 2022. Sin embargo, debido a las sequías en China que redujeron la disponibilidad de la generación de hidroelectricidad, la generación con carbón tuvo grandes aumentos desde marzo a julio.

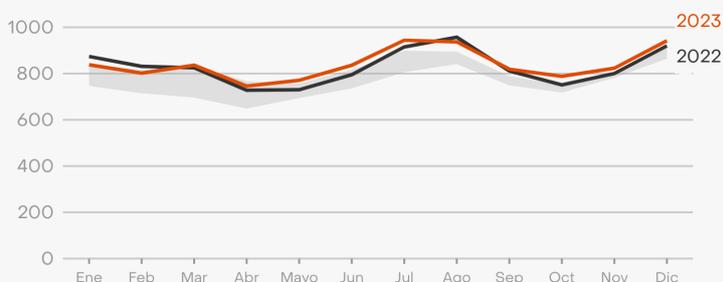
En la segunda mitad del año, la generación con carbón estuvo solo un poco por encima de los niveles de 2022, ya que la generación de hidroelectricidad en China volvió a los niveles anteriores. Como China representó más de la mitad de la generación con carbón a nivel mundial, los cambios en el país tienen un impacto a gran escala en la generación en todo el mundo.

La generación tiende a ser alta en los meses de invierno y de verano del hemisferio norte, cuando la demanda de electricidad alcanza el pico, ya que aumenta la demanda de calefacción y acondicionamiento de aire.

### Carbón: Generación de electricidad mensual a nivel mundial

Generación de electricidad (TWh)

El área gris representa el rango desde el 2019 al 2021



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember

EMBER

## Electricidad generada con carbón: tendencia a largo plazo

### La participación de electricidad generada con carbón en la matriz eléctrica ha disminuido desde su pico en 2013

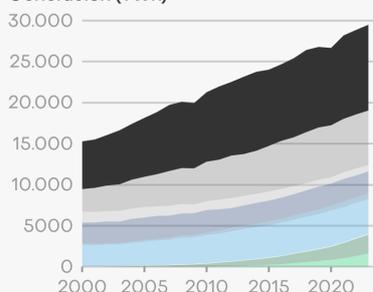
La generación de electricidad con carbón ha estado creciendo constantemente durante las últimas dos décadas. La generación se ha casi duplicado de 5809 TWh en 2000 a 10.434 TWh en 2023.

Al mismo tiempo, la participación del carbón en la matriz energética ha disminuido levemente, de un 38 % en 2000 a un 35 % en 2023. La participación de la generación con carbón aumentó a nivel mundial hasta 2013 cuando alcanzó un pico del 41 %. Aunque la generación con carbón continuó creciendo después de 2013, el crecimiento fue más lento en comparación con los aumentos en la demanda general de electricidad, lo que resultó en una disminución de la participación. En particular, las adiciones de la electricidad solar y la eólica en la última década han resultado en una disminución de seis puntos porcentuales de la participación del carbón en la matriz desde su pico en 2013.

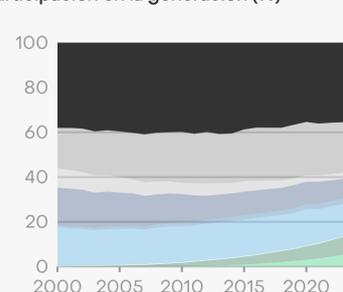
### Carbón: El rol en la matriz eléctrica a nivel mundial en el tiempo

Carbón Gas Otros combustibles fósiles Nuclear Bioenergía Hidroeléctrica Otras energías renovables Eólica Solar

Generación (TWh)



Participación en la generación (%)



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember

EMBER

Desde 2015, la participación de generación con carbón ha caído en todas las regiones. Las caídas más pronunciadas provinieron de América del Norte y se debieron al crecimiento del gas en Estados Unidos, que desplazó al carbón. Como consecuencia, la participación del carbón en la región bajó del 30 % en 2015 al 14 % en 2023. A nivel mundial, la participación del carbón bajó del 39 % al 35 % durante el mismo período.

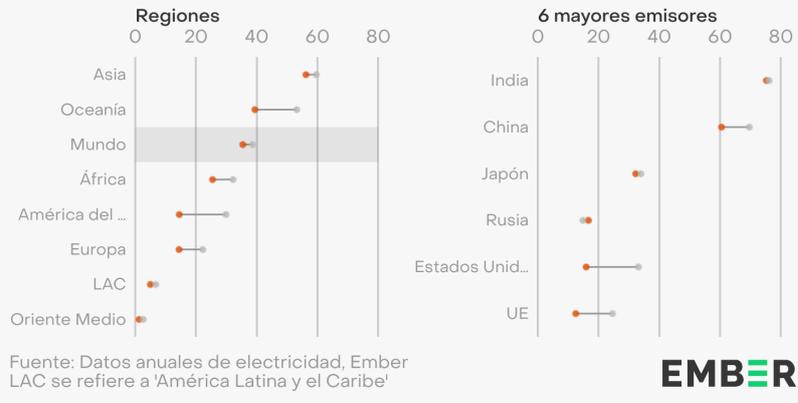
Entre los emisores más importantes, China, EE. UU. y la UE fueron los que experimentaron grandes caídas en la participación del carbón.

En EE. UU., la participación se redujo a más de la mitad al caer 17 puntos porcentuales, del 33 % al 16 % de la matriz eléctrica.

## Carbón: Cambios en la matriz eléctrica desde 2015 en las principales regiones y países

Participación de la generación de electricidad (%)

● 2015 ● 2023



## Electricidad generada con carbón: progreso hacia las cero emisiones netas

Los progresos hacia las cero emisiones netas prevén que la generación con carbón se reduzca a la mitad durante esta década, lo que representa un cambio abrupto de los aumentos continuos

De acuerdo con el [escenario de Cero Emisiones Netas de la IEA](#), es necesario que la generación con carbón se elimine casi completamente, pero de manera gradual para 2040. Para 2030, este progreso requiere que la generación con carbón se reduzca a la mitad de 10.434 TWh en 2023 a 5144 TWh. En consecuencia, la participación en la matriz eléctrica a nivel mundial disminuiría del 35 % actual a solo el 14 % para 2030.

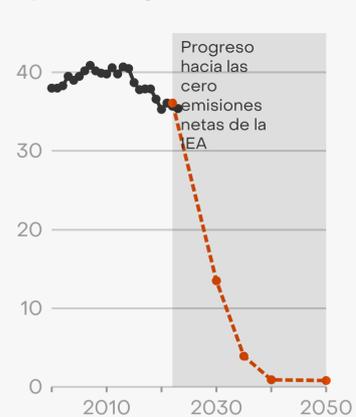
En este camino, los países de Europa y América del Norte, así como también otros países de la OECD, como Australia, Japón y Corea del Sur, que tienen una responsabilidad histórica más grande por las emisiones, eliminarían de manera gradual el carbón para 2035. El siguiente paso de los países menos desarrollados con grandes cantidades de generación con carbón, como China, India e Indonesia, es terminar con el crecimiento de la generación con carbón y comenzar una reducción gradual.

## Carbón: Progreso hacia el cero neto

Generación desde la fuente (TWh)



Participación en la generación (%)



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember, IEA Net Zero (2023)

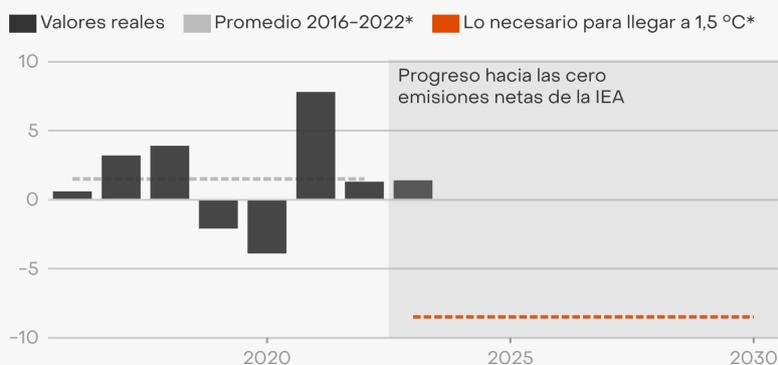
EMBER

Entre ahora y 2030, el escenario de NZE de la IEA exige un descenso del promedio de 8,5 % anual en la generación con carbón. En 2023, la generación aumentó el 1,4 %, mientras que el crecimiento promedio anual que se registró desde el Acuerdo de París en 2015 fue del 1,5 %.

Sin embargo, hay señales alentadoras en la OECD. Desde 2016 hasta 2022, la generación con carbón disminuyó en un promedio anual del 5 % en todos los países de la OECD. En 2023 la disminución se aceleró al 13 %.

## Carbón: Cambios anuales necesarios para llegar a 1,5 °C

Cambio anual en la generación (%)



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember, IEA Net Zero (2023)  
\*Los promedios son tasas de crecimiento anual compuesto

**EMBER**

# 4.4 Electricidad generada con gas

## Información destacada

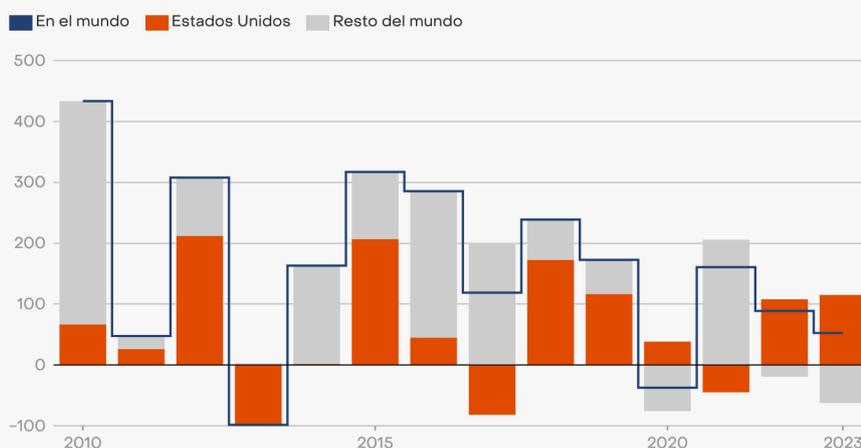
**01** Estados Unidos fue responsable de una cuarta parte de la generación con gas a nivel mundial en 2023, más de tres veces el segundo generador más grande, Rusia

**02** El crecimiento de la electricidad generada con gas en EE. UU. evitó una caída a nivel mundial en la generación con gas en 2023

**03** Los tres mayores emisores del sector eléctrico per cápita del mundo dependen en gran medida de la generación con gas: Baréin, Qatar y Kuwait

### Sin Estados Unidos, la generación con gas a nivel mundial habría caído en los últimos dos años

Cambio interanual en la generación de electricidad a partir del gas (TWh)



Fuente: Datos anuales sobre electricidad, Ember

## Electricidad generada con gas: estado actual

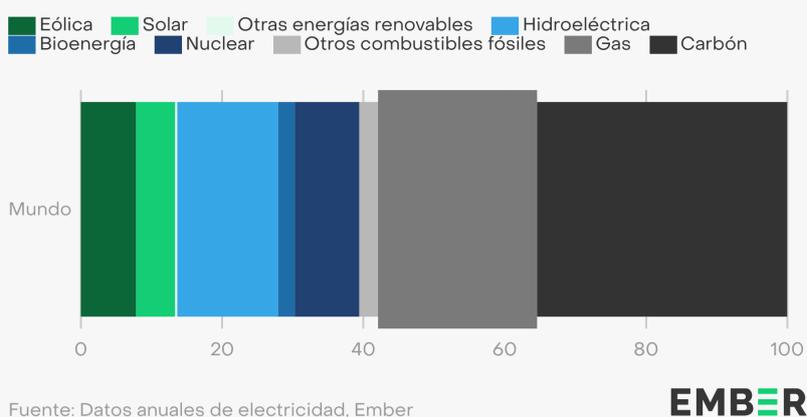
**Estados Unidos fue responsable de una cuarta parte de la generación con gas a nivel mundial en 2023, más de tres veces el segundo generador más grande, Rusia**

El gas de origen fósil produjo un 23 % (6634 TWh) de la electricidad a nivel mundial en 2023, la segunda fuente más grande a nivel mundial.

El gas, después del carbón, es el segundo mayor contribuyente de emisiones en el sector eléctrico. Aunque este tendrá un rol importante en el mediano plazo, porque colaborará con la flexibilidad del sistema eléctrico para acomodar mayores participaciones de electricidad eólica y electricidad solar, el uso continuo de la generación con gas se verá limitado a medida que los países avancen hacia sistemas de electricidad limpia.

### Gas: El rol de en la matriz eléctrica a nivel mundial en 2023

Participación de la generación eléctrica, por fuente (%)



En 2023, Estados Unidos tuvo la mayor generación de electricidad a partir del gas con 1802 TWh (42 % de la matriz). Esto fue más de tres veces el segundo más alto, Rusia, con 545 TWh (46 % de la matriz). La generación con gas en EE. UU. representó más de una cuarta parte (27 %) del total a nivel mundial.

Turkmenistán, Baréin y Qatar produjeron casi el 100 % de su electricidad a partir de gas. A nivel mundial, 15 países tuvieron una participación de gas de más del 80 %.

Los países del Medio Oriente que tienen demanda alta de electricidad y una matriz de generación dominada por el gas tuvieron la mayor generación con gas per cápita a nivel mundial. Baréin alcanzó los 24.281 kWh per cápita, superando a Qatar (20.177 kWh) y los Emiratos Árabes Unidos (13.632 kWh).

Los tres mayores emisores del sector eléctrico per cápita del mundo dependen en gran medida de la generación con gas: Baréin, Qatar y Kuwait

### Gas: Tabla de clasificación a nivel mundial en 2023

Generación (TWh)	Porcentaje (%)	Per cápita (kWh)
Estados Unidos: 1.802	Katar: 100	Baréin: 24.281
Rusia: 545	Turkmenistán: 100	Katar: 20.177
Japón	Baréin: 100	Emiratos Árabes Unidos: 13.632
China	Argelia: 99	Kuwait: 11.964
Irán	Trinidad y Tobago: 99	Omán: 9.512
Arabia Saudita	Túnez: 97	Singapur
México	Omán: 96	Arabia Saudita
Egipto	Singapur: 93	Trinidad y Tobago
Corea del Sur	Azerbaiyán: 93	Israel
Tailandia	Uzbekistán: 88	Estados Unidos
	Mundo: 23	Mundo

Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember  
El gráfico solamente incluye países o regiones con generación de fuentes superiores a 5 TWh; en los casos en que no se dispone de datos de 2023, se usan los datos de 2022.

EMBER

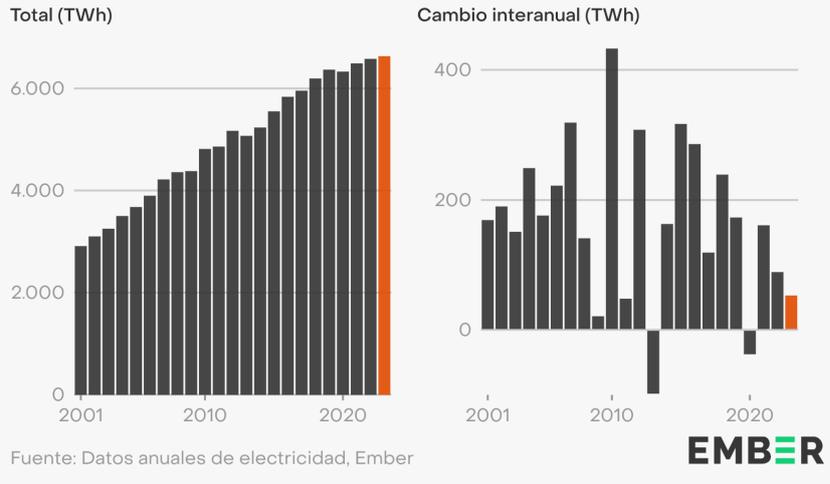
# Electricidad generada con gas: cambio en 2023

**El crecimiento de la electricidad generada con gas en EE. UU. evitó una caída a nivel mundial en la generación con gas en 2023**

La generación con gas alcanzó un nuevo récord máximo de 6634 TWh en 2023. La generación con gas aumentó en 53 TWh (+0,8 %) desde los 6582 TWh en 2022.

A pesar de que la generación total récord con gas, el aumento de 53 TWh es uno de los aumentos más bajos que se registraron desde el cambio de siglo. A medida que la generación aumentó, la participación del gas cayó apenas 0,3 puntos porcentuales, del 22,8 % en 2022 al 22,5 % en 2023, debido a que la demanda total de electricidad aumentó a una tasa más rápida.

## Gas: Generación a nivel mundial en 2023, en comparación con la tendencia histórica

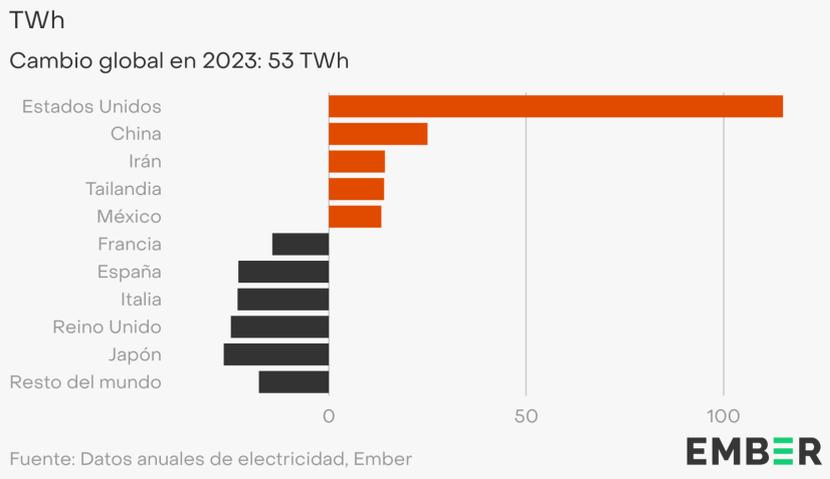


El crecimiento en la generación con gas en 2023 fue impulsado en mayor medida por Estados Unidos, que experimentó un aumento de 115 TWh, más del doble del crecimiento a nivel mundial y más de cuatro veces el aumento de 25 TWh en China. Irán registró el tercer mayor aumento en generación con gas en 2023 (+14 TWh).

En otras economías grandes, la generación con gas está cayendo. En 2023, Japón experimentó la caída más grande con 27 TWh, seguido por el Reino Unido con -24 TWh, ambas caídas en parte se debieron a los precios altos del gas y una caída en la demanda de electricidad.

En Italia (-23 TWh), España (-23 TWh) y Francia (-14 TWh) también se registraron caídas significativas.

## Gas: Los cambios más grandes en la generación en 2023



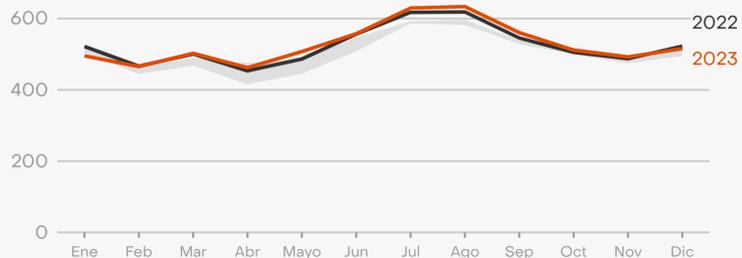
La generación mensual con gas a nivel mundial en el 2023 se mantuvo en gran medida parecida a la de 2022. Hubo fluctuaciones mínimas mensuales.

En julio y agosto se registraron dos récords máximos consecutivos en la generación con gas en un solo mes, con 629 TWh y 633 TWh respectivamente, al batir el récord anterior de 618 TWh que se estableció en agosto de 2022.

## Gas: Generación de electricidad mensual a nivel mundial

Generación de electricidad (TWh)

El área gris representa el rango desde el 2019 al 2021



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember

**EMBER**

## Electricidad generada con gas: tendencia a largo plazo

**La generación con gas se ha duplicado desde 2000, pero el crecimiento está desacelerado**

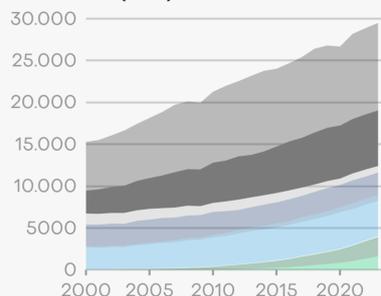
La generación con gas a nivel mundial ha aumentado sustancialmente durante las últimas dos décadas. Se duplicó con creces, al aumentar de 2745 TWh en 2000 a 6634 TWh en 2023.

Sin embargo, el crecimiento se ha estado desacelerando últimamente. En los cuatro años desde 2015 hasta 2019, la generación con gas aumentó 816 TWh. En los cuatro años desde entonces, la generación solo aumentó un tercio de eso (+265 TWh), lo que indica una desaceleración en el crecimiento del gas a nivel mundial.

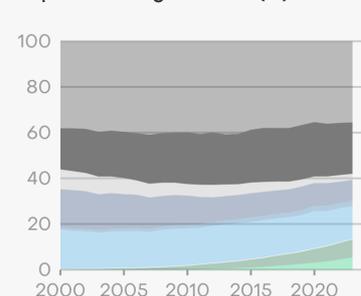
## Gas: El rol en la matriz eléctrica a nivel mundial en el tiempo

■ Carbón ■ Gas ■ Otros combustibles fósiles ■ Nuclear ■ Bioenergía  
■ Hidroeléctrica ■ Otras energías renovables ■ Eólica ■ Solar

Generación (TWh)



Participación en la generación (%)



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember

**EMBER**

La participación de la generación con gas en la matriz eléctrica a nivel mundial aumentó cuatro puntos porcentuales, del 18 % en 2000 al 23 % en 2023. La participación del gas alcanzó su pico máximo en 2019 a 24 %.

La participación de la generación con gas aumentó en el Medio Oriente y África desde 2015 hasta 2023, pero se ha estancado en Europa y ha caído en América Latina, Oceanía y Asia.

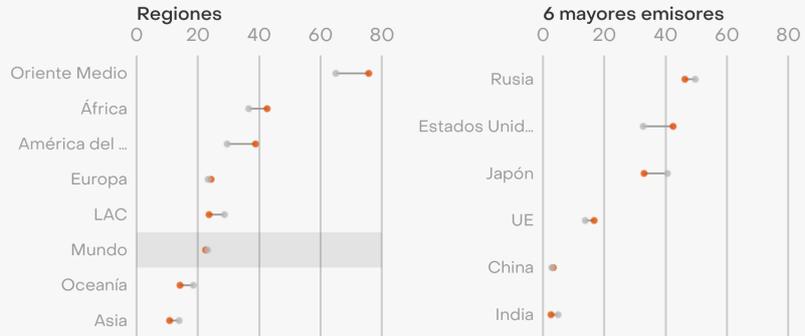
En EE. UU., la participación del gas aumentó del 33 % en 2015 al 42 % en 2023, ya que el país experimentaba un cambio significativo de la generación con carbón a la generación con gas. El aumento en la generación con gas en Estados Unidos contribuyó con el 43 % del aumento total a nivel mundial, desde 2015 hasta 2023.

El gas desempeña solo un papel pequeño en China e India. A diferencia de Estados Unidos, China e India no están planeando una transición de la generación con carbón a la generación con gas, sino que están centrando sus esfuerzos en el empleo de energías renovables.

## Gas: Cambios en la matriz eléctrica desde 2015 en las principales regiones y países

Participación de la generación de electricidad (%)

● 2015 ● 2023



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember  
LAC se refiere a 'América Latina y el Caribe'

EMBER

## Electricidad generada con gas: progreso hacia las cero emisiones netas

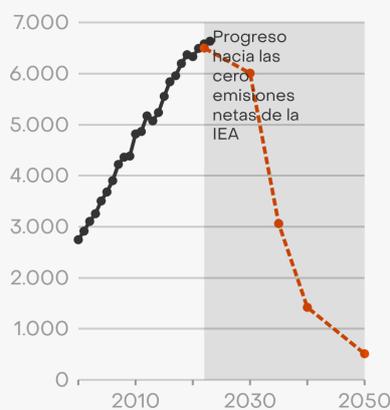
**El crecimiento del gas se está desacelerando, pero debería estar disminuyendo**

Según el [escenario de Cero Emisiones Netas de la IEA](#), es necesario que la generación con gas disminuya de manera moderada a 6007 TWh hasta 2030 desde los actuales 6634 TWh en 2023, con caídas más grandes en la siguiente década hasta 2040. Aunque el crecimiento ha sido desacelerado en los últimos años, esto representaría un cambio desde las tendencias actuales.

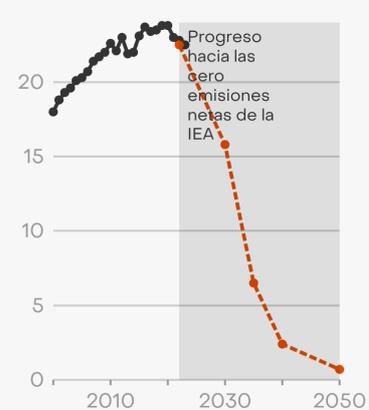
Este progreso prevé que la participación de la generación con gas, continua o no continua, disminuya del 23 % de la generación de electricidad a nivel mundial en 2023 al 16 % en 2030 y luego disminuya aún más a solo el 2,4 % en 2040.

## Gas: Progreso hacia el cero neto

Generación desde la fuente (TWh)



Participación en la generación (%)



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember, IEA Net Zero (2023)

EMBER

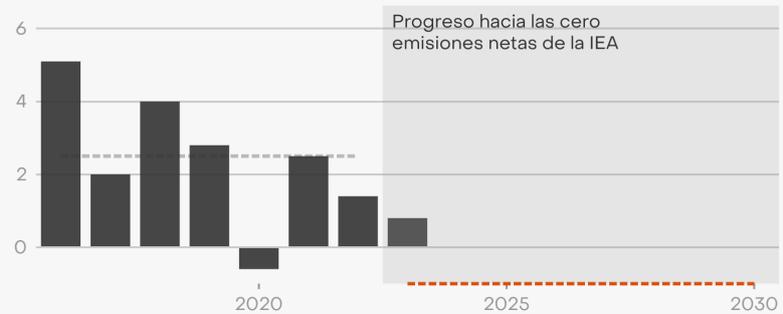
La reducción en la generación con gas para 2030 requiere una caída promedio anual del 1%. Desde 2016 hasta 2022, la generación con gas aumentó en un promedio de 2,5 % por año.

El aumento del 0,8 % en 2023, aunque está por debajo del promedio reciente, aún representa una tendencia en la dirección incorrecta. Sin embargo, la crisis energética a nivel mundial y los precios altos del gas durante los últimos dos años han causado caídas significativas en la generación con gas en Europa y en algunos países asiáticos, lo que destaca que un cambio rápido en la tendencia es posible.

## Gas: Cambios anuales necesarios para llegar a 1,5 °C

Cambio anual en la generación (%)

■ Valores reales ■ Promedio 2016-2022\* ■ Lo necesario para llegar a 1,5 °C\*



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember, IEA Net Zero (2023)  
\*Los promedios son tasas de crecimiento anual compuesto

**EMBER**

# 4.5 Hidroelectricidad

## Información destacada

01

La hidroelectricidad sigue siendo la fuente más grande de electricidad limpia a nivel mundial

02

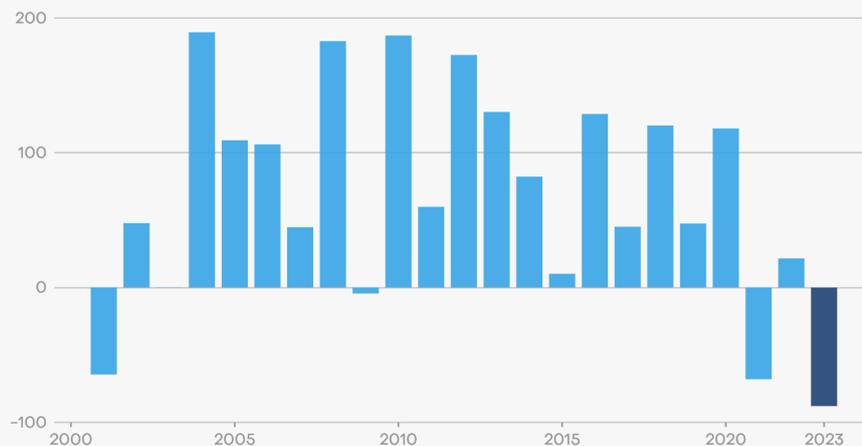
La generación de hidroelectricidad a nivel mundial cayó en una cantidad récord en 2023 hasta alcanzar su nivel más bajo en cinco años, ya que las sequías afectaron la producción en la primera mitad del año

03

La generación de hidroelectricidad se ha estancado desde 2019, con menos electricidad limpia agregada a la matriz en un momento crucial durante la transición

### La generación hidroeléctrica a nivel mundial cayó en una cantidad récord en 2023

Cambio interanual (TWh)



Fuente: Datos anuales sobre electricidad, Ember

EMBER

# Hidroelectricidad: estado actual

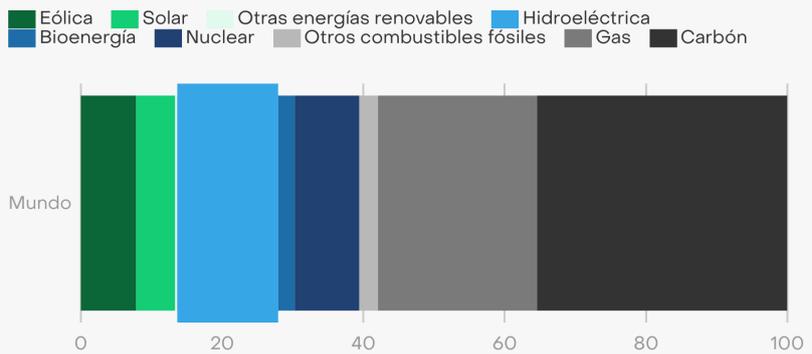
## La hidroelectricidad sigue siendo la fuente más grande de electricidad limpia a nivel mundial

La hidroelectricidad produjo un 14 % (4210 TWh) de la electricidad a nivel mundial en 2023.

La hidroelectricidad tiene un papel importante en la matriz eléctrica actual. No solo es la fuente más grande de electricidad limpia, sino que también proporciona flexibilidad para ayudar a adaptarse al gran flujo de electricidad eólica y electricidad solar. El mundo necesita nuevas plantas de generación de hidroelectricidad, pero en muchas regiones, los recursos hidroeléctricos ya se han ampliado y en otras, donde existe potencial, los proyectos podrían implicar costos ecológicos demasiado altos.

### Hidroeléctrica: El rol de en la matriz eléctrica a nivel mundial en 2023

Participación de la generación eléctrica, por fuente (%)



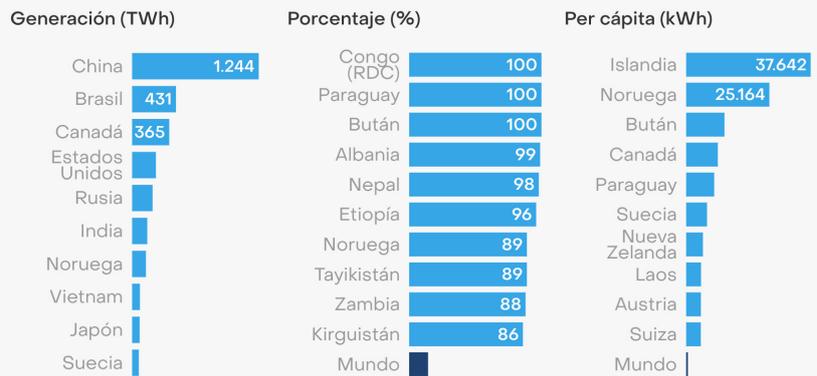
Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember



En 2023, China produjo la mayor cantidad de electricidad a partir de la energía hidroeléctrica con 1244 TWh (13 % de su matriz), superando a Brasil (431 TWh) y Canadá (365 TWh), los cuales dependen de la hidroelectricidad para aproximadamente el 60 % de su generación de electricidad.

Bután, Paraguay y República Democrática del Congo producen el 100 % de su electricidad a partir de la energía hidroeléctrica. Muchos otros países con la topografía correcta también dependen de manera unánime de la hidroelectricidad.

### Hidroeléctrica: Tabla de clasificación a nivel mundial en 2023



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember. El gráfico solamente incluye países o regiones con generación de fuentes superiores a 5 TWh; en los casos en que no se dispone de datos de 2023, se usan los datos de 2022.



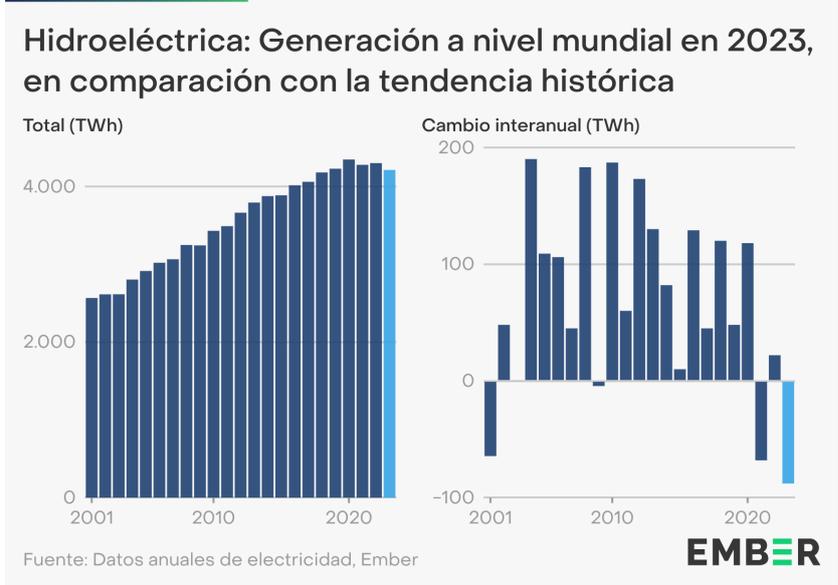
Islandia y Noruega lideran la generación de hidroelectricidad per cápita con 37.642 kWh y 25.164 kWh, respectivamente.

# Hidroelectricidad: cambio en 2023

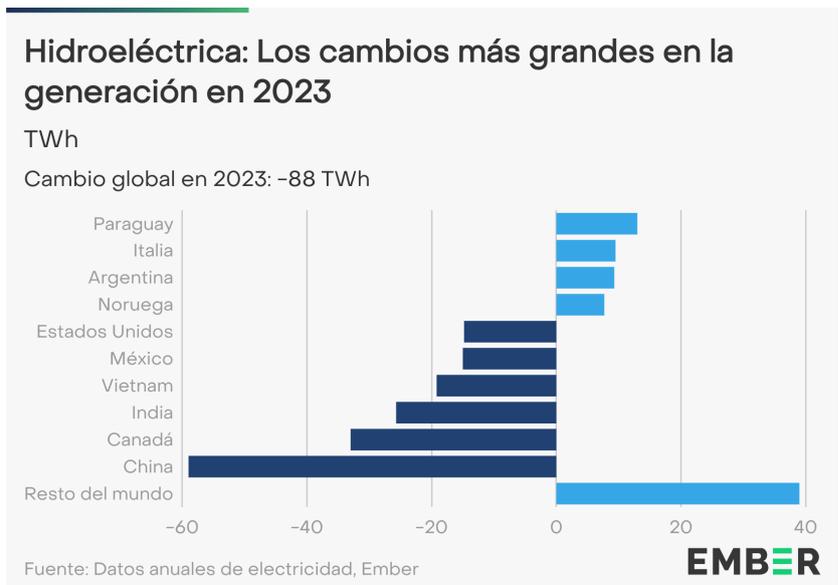
**La generación de hidroelectricidad a nivel mundial cayó en una cantidad récord en 2023 hasta alcanzar su nivel más bajo en cinco años, ya que las sequías afectaron la producción en la primera mitad del año**

A pesar de las continuas adiciones de nueva capacidad de hidroelectricidad, el crecimiento en la generación se ha estancado desde 2019. La generación de 4210 TWh en 2023 fue más baja que en 2019 (4226 TWh) y significativamente por debajo del nivel de 2020 (4344 TWh).

En 2023 hubo una caída récord en la generación de hidroelectricidad (-88 TWh, -2,0 %). Es crucial destacar que la caída en 2023 se produjo después de una caída igualmente grande en 2021 y solo una recuperación moderada en 2022. Esto provocó una caída en la generación de hidroelectricidad en la matriz eléctrica a nivel mundial, del 15 % en 2022 al 14 % en 2023.



Los mayores aumentos en la generación de hidroelectricidad en 2023 ocurrieron en Paraguay (+13,0 TWh, +30 %), Italia (+9,5 TWh, +34 %), Argentina (+9,3 TWh, +39 %) y Noruega (+7,7 TWh, +6 %). Todos estos países registraron una recuperación en la producción como resultado de tener condiciones deficientes de hidroelectricidad en 2022, en lugar de aumentos debido a la capacidad adicional.



La caída en la generación de hidroelectricidad a nivel mundial en 2023 fue impulsada principalmente por China, donde la hidroelectricidad cayó a 59 TWh, entonces representó el 67 % de la caída a nivel mundial. Lo que resultó en un incremento más grande en la generación con carbón.

Canadá, India, Vietnam, México y Estados Unidos también experimentaron caídas debido a las condiciones deficientes. A pesar del resto del mundo que registró aumentos en 2023, las caídas en China y otros países fueron suficientemente grandes como para causar un déficit significativo en hidroelectricidad a nivel mundial de 88 TWh comparado con 2022.

La generación de hidroelectricidad a nivel mundial tuvo un rendimiento inferior en la primera mitad de 2023. Esto se notó mucho en mayo y junio, cuando las sequías en China tuvieron el mayor impacto. La generación se mantuvo por debajo de los niveles de 2022 hasta agosto e incluso cayó por debajo de los niveles de generación observados entre 2019 y 2021 durante gran parte del primer semestre del año.

La generación se recuperó de manera parcial en la segunda mitad del año, con tres meses que registraron máximos de cinco años.

## Hidroeléctrica: Generación de electricidad mensual a nivel mundial

Generación de electricidad (TWh)

El área gris representa el rango desde el 2019 al 2021



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember

EMBER

## Hidroelectricidad: tendencia a largo plazo

**La generación de hidroelectricidad se ha estancado desde 2019, al agregar menos electricidad limpia agregada a la matriz en un momento crucial durante la transición**

El rol de la hidroelectricidad en la matriz eléctrica se ha vuelto más pequeño durante las últimas dos décadas. Durante este mismo período, mientras que la generación aumentó de 2629 TWh en 2000 a 4210 TWh en 2023, la participación en la matriz cayó de un 17 % a un 14 % debido a que la demanda total a nivel mundial casi se duplicó.

Durante las últimas dos décadas la capacidad de hidroelectricidad siguió en aumento, lo que provocó un crecimiento constante en la generación de hidroelectricidad hasta 2020. Sin embargo, tal como se ha observado en los

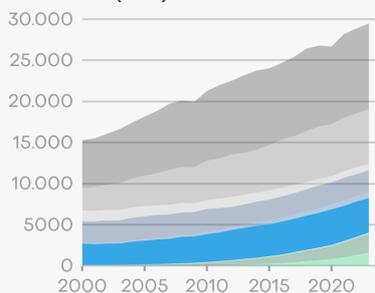
últimos años, las condiciones deficientes en América Latina, China, Estados Unidos y Europa han causado un estancamiento y pequeñas mermas en la generación.

Aunque los sucesos particulares como las sequías pueden ser temporales, la generación de hidroelectricidad se ha mantenido efectivamente sin cambios desde 2019, lo que significa que se ha agregado menos electricidad limpia la matriz en un punto crítico de la transición energética.

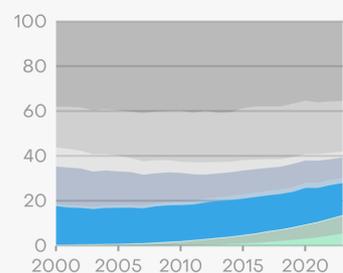
## Hidroeléctrica: El rol en la matriz eléctrica a nivel mundial en el tiempo

Carbón Gas Otros combustibles fósiles Nuclear Bioenergía  
Hidroeléctrica Otras energías renovables Eólica Solar

Generación (TWh)



Participación en la generación (%)



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember

EMBER

Desde 2015, la generación de hidroelectricidad ha permanecido estable en las matrices eléctricas de la mayoría de los países y regiones, ya que relativamente pocos experimentaron cambios estructurales en su generación de hidroelectricidad.

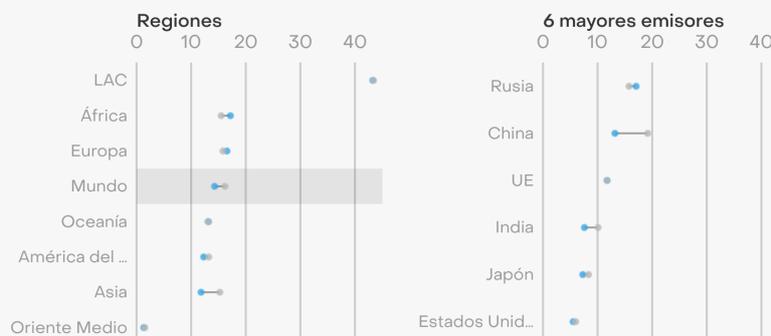
La generación de hidroelectricidad tiende a fluctuar de manera significativa año tras año. Entonces, pequeñas disminuciones en algunos países de Europa, como el cambio en Noruega del 96 % en 2015 al 89 % en 2023, no necesariamente representan una disminución estructural en la generación de hidroelectricidad.

Las participaciones de la generación de hidroelectricidad son mayores en América, Asia y Europa. Solo unos pocos países en África dependen de la hidroelectricidad para tener partes significativas de sus matrices eléctricas. La participación de la hidroelectricidad en Nigeria aumentó del 19 % en 2015 al 20 % en 2023. La participación promedio de generación de hidroelectricidad en el Medio Oriente fue solo del 1,3 % en 2023, un poco inferior al 1,5 % en 2015.

## Hidroeléctrica: Cambios en la matriz eléctrica desde 2015 en las principales regiones y países

Participación de la generación de electricidad (%)

● 2015 ● 2023



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember  
LAC se refiere a 'América Latina y el Caribe'

EMBER

## Hidroelectricidad: progreso hacia las cero emisiones netas

**La generación de hidroelectricidad necesita volver a crecer para alcanzar los objetivos de cero emisiones netas**

Según el [escenario de Cero Emisiones Netas de la IEA](#), es necesario que la generación de hidroelectricidad a nivel mundial aumente desde los actuales 4210 TWh hasta 5507 TWh en 2030 y que después alcance los 8225 TWh en 2050. Debido al rápido crecimiento en la demanda de electricidad, se espera que la participación de generación de hidroelectricidad disminuya al 11 % para 2050.

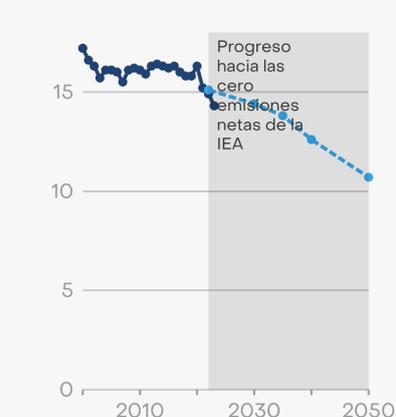
Si bien se espera que la mayor parte de las adiciones de electricidad limpia provengan de la electricidad eólica y la solar, otras fuentes de emisiones bajas como la hidroelectricidad y la electricidad nuclear son una parte clave de una transición de electricidad exitosa.

## Hidroeléctrica: Progreso hacia el cero neto

Generación desde la fuente (TWh)



Participación en la generación (%)



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember, IEA Net Zero (2023)

EMBER

En 2023, la generación de hidroelectricidad experimentó su caída absoluta más grande y la segunda caída porcentual más grande en al menos dos décadas. La caída del 2 % estuvo significativamente desfasada con el crecimiento promedio anual del 1,5 % que se observó desde 2016 a 2022.

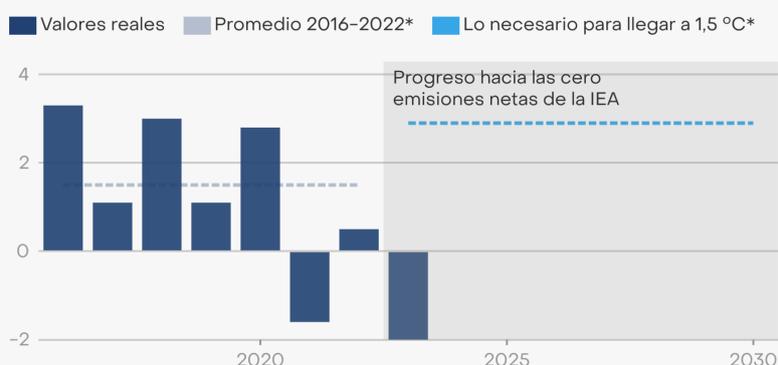
Para que la generación de hidroelectricidad crezca acorde con el escenario de NZE de la IEA, es necesario que el crecimiento anual hasta 2030 alcance un promedio del 2,9 % entre 2023 y 2030, es decir duplicar la tasa que se alcanzó entre 2016 y 2022.

La caída en 2023 es un paso en la dirección incorrecta.

La IEA supone que la producción de hidroelectricidad a partir de la capacidad adicional continuará a tasas históricas. Sin embargo, la perspectiva a nivel mundial a largo plazo sobre el impacto del cambio climático en la producción de hidroelectricidad es [incierta](#), ya que los efectos del cambio climático en el potencial de hidroelectricidad varían según la geografía. Si la hidroelectricidad no crece a las tasas necesarias, es posible que la electricidad solar y la eólica deban compensar.

## Hidroeléctrica: Cambios anuales necesarios para llegar a 1,5 °C

Cambio anual en la generación (%)



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember, IEA Net Zero (2023)  
\*Los promedios son tasas de crecimiento anual compuesto

**EMBER**

# 4.6 Electricidad nuclear

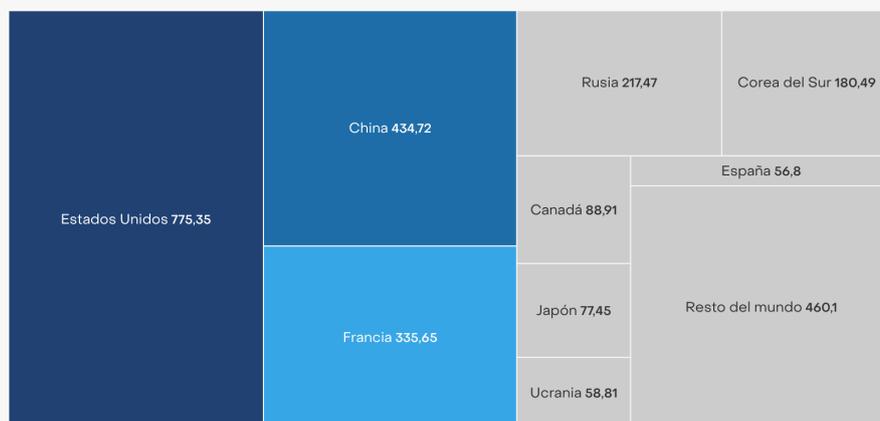


## Información destacada

- 01 Estados Unidos, China y Francia representaron más de la mitad de la generación nuclear a nivel mundial en 2023
- 02 La generación de electricidad nuclear se recuperó un poco de su nivel más bajo en cinco años en 2022
- 03 La participación de electricidad nuclear en la matriz eléctrica prácticamente es la mitad desde el año 2000

### Estados Unidos, China y Francia representaron más de la mitad de la generación nuclear a nivel mundial en 2023

Generación de electricidad (TWh)



Fuente: Datos anuales sobre electricidad, Ember  
Solo se etiquetan las economías con una participación en la generación nuclear global de más del 2 %.

## Electricidad nuclear: estado actual

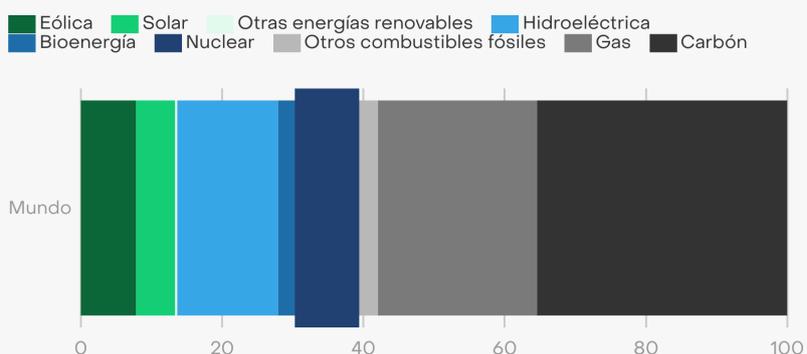
### Estados Unidos, China y Francia representaron más de la mitad de la generación nuclear a nivel mundial en 2023

En 2023, la electricidad nuclear representó el 9,1 % (2686 TWh) de la matriz eléctrica a nivel mundial.

La electricidad nuclear es una fuente importante de electricidad de bajo carbono. Muchos escenarios prevén que la capacidad de electricidad nuclear aumente de manera significativa durante las próximas décadas en consonancia con la creciente demanda de electricidad.

### Nuclear: El rol de en la matriz eléctrica a nivel mundial en 2023

Participación de la generación eléctrica, por fuente (%)



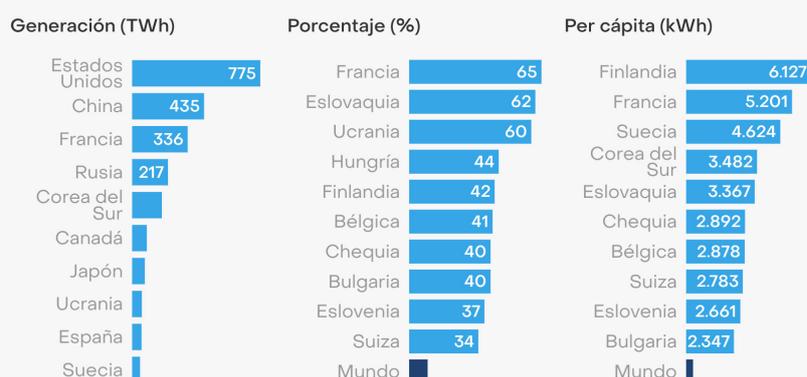
Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember

EMBER

En 2023, EE. UU. fue el mayor productor de electricidad a partir de la energía nuclear con 775 TWh y superó a China (435 TWh) y Francia (336 TWh). Juntos, estos tres países representan más de la mitad (58 %) de la generación de electricidad nuclear a nivel mundial.

Las mayores participaciones fueron en los países europeos, incluidos Francia (65 %), Eslovaquia (62 %) y Hungría (44 %). Según datos estimativos, Ucrania produjo el 60 % de su electricidad a partir de energía nuclear en 2023.

### Nuclear: Tabla de clasificación a nivel mundial en 2023



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember  
El gráfico solamente incluye países o regiones con generación de fuentes superiores a 5 TWh; en los casos en que no se dispone de datos de 2023, se usan los datos de 2022.

EMBER

Finlandia (6127 kWh) y Francia (5201 kWh) tienen la generación nuclear per cápita más alta.

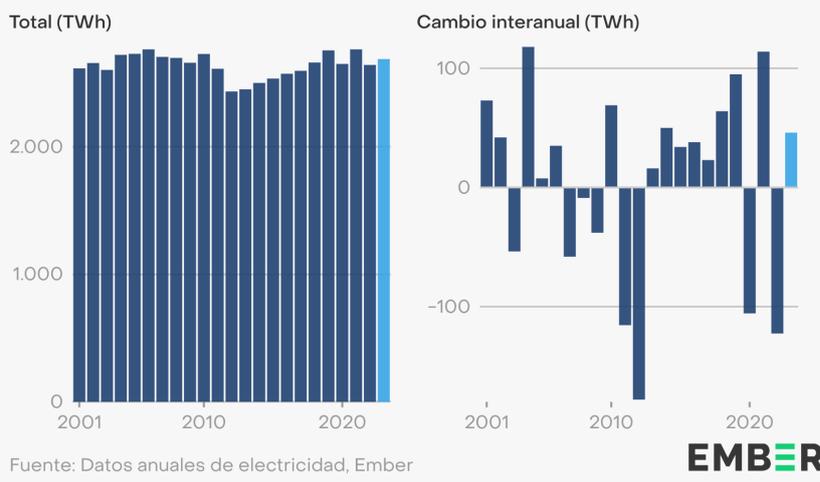
## Electricidad nuclear: cambio en 2023

**En 2023, la generación nuclear se recuperó un poco desde su nivel más bajo en cinco años en 2022**

En 2023, la generación nuclear aumentó ligeramente a 2686 TWh, es decir un aumento de 46 TWh (+1,8 %) desde su nivel más bajo en cinco años en 2022. Al mismo tiempo, la participación de la electricidad nuclear en la matriz se mantuvo casi invariable desde el 9,1 % en 2022.

Luego de un período de crecimiento constante desde 2013 en adelante, en los últimos cinco años se ha visto a la generación de electricidad nuclear a nivel mundial fluctuar de manera significativa. El cierre en algunas economías europeas, el mantenimiento en Francia y Japón, así como también el crecimiento en China, resultaron en la creciente volatilidad.

### Nuclear: Generación a nivel mundial en 2023, en comparación con la tendencia histórica



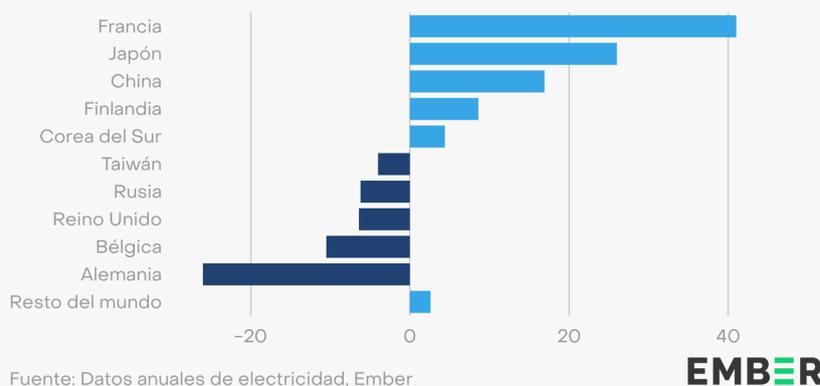
Francia tuvo el mayor aumento en la generación nuclear en 2023 (+41 TWh) y superó a Japón (+26 TWh) y China (+17 TWh). Las adiciones de Francia se debieron a una recuperación de la disponibilidad de reactores desde el año anterior. De manera similar, la puesta en marcha de reactores luego del mantenimiento causó el aumento de la generación en Japón. El aumento de China representa adiciones nuevas al parque nuclear del país.

Las mayores reducciones ocurrieron en Alemania (-26 TWh), que completó su eliminación progresiva planificada de la electricidad nuclear en 2023. Bélgica también tuvo una reducción significativa (-10 TWh) debido al cierre de reactores.

### Nuclear: Los cambios más grandes en la generación en 2023

TWh

Cambio global en 2023: 46 TWh



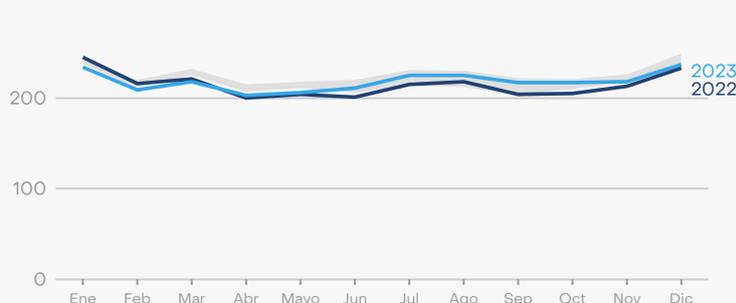
A pesar de comenzar el año por debajo del nivel de enero de 2022, la generación nuclear fue más alta para 2023 desde abril en adelante.

La generación nuclear tradicionalmente no tuvo grandes fluctuaciones estacionales. El mantenimiento se planifica para los meses de verano para minimizar la interrupción durante el invierno que es cuando la demanda de electricidad es más alta. Esto explica los valores de generación ligeramente más bajos durante el verano en el hemisferio norte, donde se encuentran la mayoría de las instalaciones nucleares.

### Nuclear: Generación de electricidad mensual a nivel mundial

Generación de electricidad (TWh)

El área gris representa el rango desde el 2019 al 2021



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember

EMBER

## Electricidad nuclear: tendencia a largo plazo

**El rol de la electricidad nuclear en la matriz eléctrica ha disminuido desde 2000**

La generación nuclear en 2023 fue solo un poco más alta que en 2000, ya que aumentó a 145 TWh (+6 %), de 2541 TWh a 2686 TWh. Sin embargo, los niveles de 2023 son el resultado de una caída y una recuperación después del desastre de Fukushima en 2011, que provocó la caída de la generación de manera significativa en 2011 y 2012, principalmente en Japón.

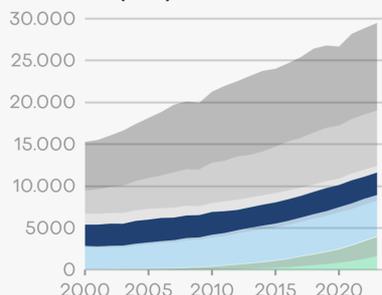
Debido a que la demanda de electricidad a nivel mundial se ha casi duplicado durante el mismo período, la participación de electricidad nuclear en la matriz eléctrica mundial ha disminuido de manera significativa.

En 2000, el 16,6 % de la electricidad a nivel mundial provino de la electricidad nuclear. Esta participación se había reducido a 9,1 % para 2023.

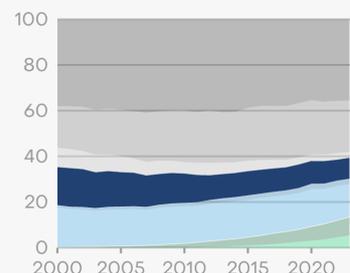
### Nuclear: El rol en la matriz eléctrica a nivel mundial en el tiempo

Carbón Gas Otros combustibles fósiles Nuclear Bioenergía  
Hidroeléctrica Otras energías renovables Eólica Solar

Generación (TWh)



Participación en la generación (%)



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember

EMBER

La participación a nivel mundial de la generación nuclear disminuyó del 10,6 % en 2015 al 9,1 % en 2023. Asia y el Medio Oriente fueron las únicas dos regiones que tuvieron un aumento en la participación de la electricidad nuclear, con la puesta en marcha de los nuevos reactores en los Emiratos Árabes Unidos, Japón y China.

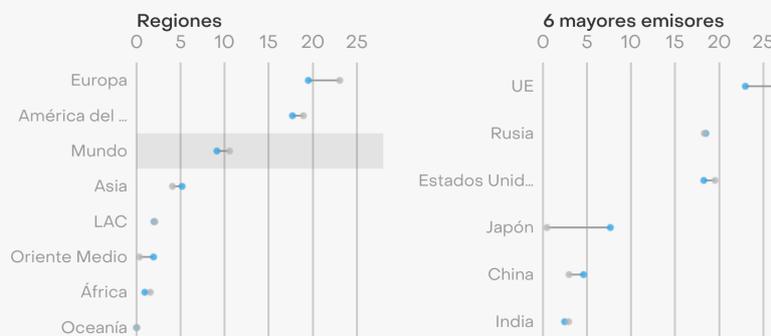
Europa experimentó un declive más fuerte debido a la eliminación gradual de Alemania, así como también a una producción más baja en Francia.

La participación de la electricidad nuclear de Japón aumentó de manera rápida desde apenas un 0,4 % en 2015 hasta un 7,6 % en 2023, ya que el país reanudó el funcionamiento de los reactores. Luego del desastre nuclear de Fukushima en 2011, apagaron todos los reactores nucleares de Japón.

## Nuclear: Cambios en la matriz eléctrica desde 2015 en las principales regiones y países

Participación de la generación de electricidad (%)

● 2015 ● 2023



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember  
LAC se refiere a 'América Latina y el Caribe'

EMBER

## Electricidad nuclear: progreso hacia las cero emisiones netas

**La electricidad nuclear debe crecer casi tres veces más rápido que la tasa de 2023 para alcanzar las emisiones netas cero**

El [escenario de Cero Emisiones Netas de la IEA](#), prevé que la generación nuclear aumente de manera significativa desde los 2686 TWh en 2023 hasta 3936 TWh en 2030 y que después alcance los 6015 TWh en 2050.

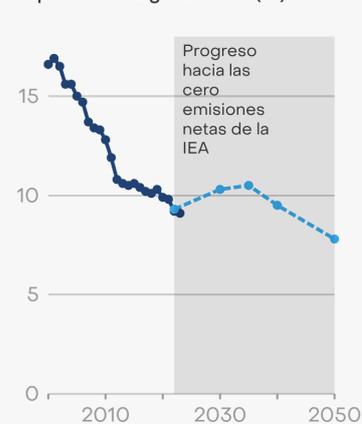
Con la demanda de electricidad también en aumento, la participación de la electricidad nuclear se mantendría más o menos estable durante las próximas tres décadas. Para 2030, la participación alcanzaría el 10,3 %, apenas por encima del 9,1 % en 2023, y disminuiría al 7,8 % para 2050.

## Nuclear: Progreso hacia el cero neto

Generación desde la fuente (TWh)



Participación en la generación (%)



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember, IEA Net Zero (2023)

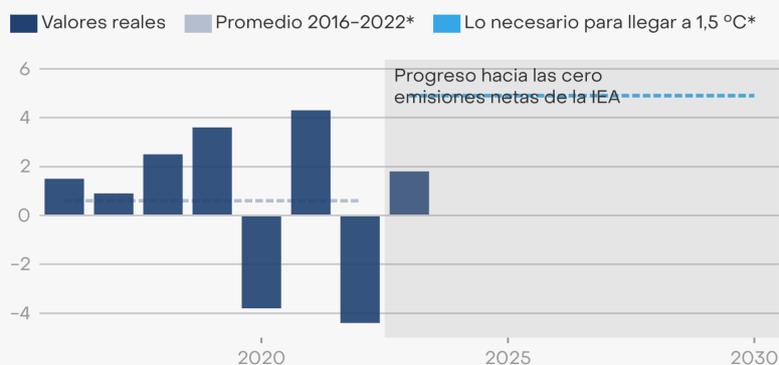
EMBER

Es posible que el lento desarrollo de las nuevas plantas nucleares signifique que se necesita el crecimiento adicional de la electricidad eólica y la solar para cubrir las adiciones de electricidad limpia que se requiere en un escenario de emisiones netas cero.

En el escenario de IEA, la generación nuclear crecería 4,9 % anual hasta 2030. La tasa promedio de crecimiento anual de 2016 a 2022 estuvo significativamente por debajo de esto, en un 0,6 %. Incluso, la tasa de crecimiento de 2023 del 1,8 % es más de tres veces más lenta de lo que se requiere en el escenario. El 2021 casi alcanzó el nivel requerido, con un aumento del 4,3 %, pero esto sucedió en el contexto de una recuperación después de la generación baja de 2020.

## Nuclear: Cambios anuales necesarios para llegar a 1,5 °C

Cambio anual en la generación (%)



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember, IEA Net Zero (2023)  
\*Los promedios son tasas de crecimiento anual compuesto

**EMBER**

# 4.7 Bioenergía



## Información destacada

01

La participación de la bioenergía se duplicó con creces desde 2000, pero sigue siendo baja en 2,4 %

02

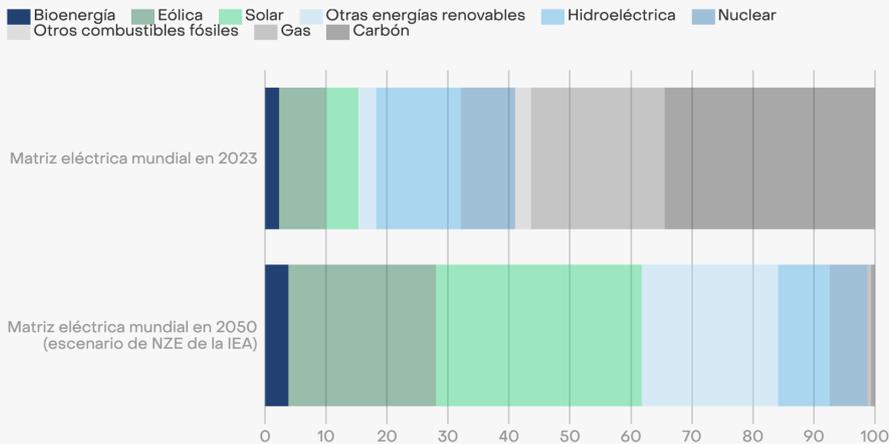
La generación de electricidad a partir de la bioenergía aumentó mayormente en China y Japón en 2023 y cayó principalmente en EE. UU.

03

Una mayor expansión de la bioenergía en los progresos hacia las cero emisiones netas presenta un riesgo de emisiones

### El papel de la bioenergía seguirá siendo limitado en un sector eléctrico de emisiones netas cero

Participación de la generación de electricidad a nivel mundial (%)



Fuente: Datos anuales sobre electricidad, Ember, NZE de la IEA (2023)

## Bioenergía: estado actual

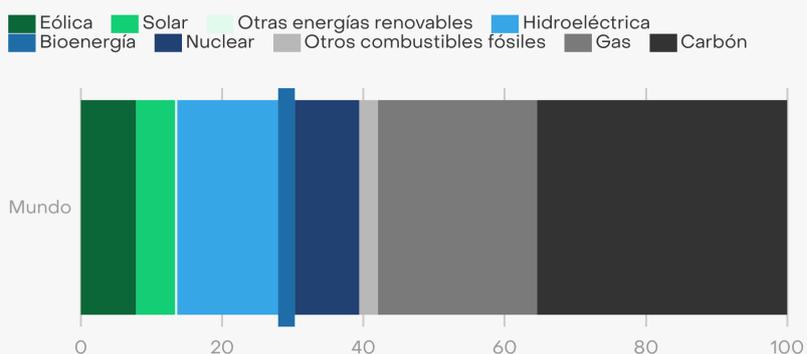
### La bioenergía produce el 2,4 % de la electricidad a nivel mundial

La electricidad a partir de la bioenergía produjo el 2,4 % (697 TWh) de la electricidad a nivel mundial en 2023.

Aunque en este informe la bioenergía está categorizada como una fuente renovable, su impacto sobre el clima depende, en gran medida, del tipo de materia prima que se utiliza y cómo se consigue. Una creciente evidencia científica muestra que, en algunos casos, usar la bioenergía para generar electricidad contribuye al cambio climático. Los impactos sociales y ecológicos más amplios también restringen su uso, lo que hace que la bioenergía sea un enfoque cuestionable para la descarbonización del sector eléctrico. Probablemente otro tipo de generación de electricidad limpia sea una opción más viable.

### Bioenergía: El rol de en la matriz eléctrica a nivel mundial en 2023

Participación de la generación eléctrica, por fuente (%)



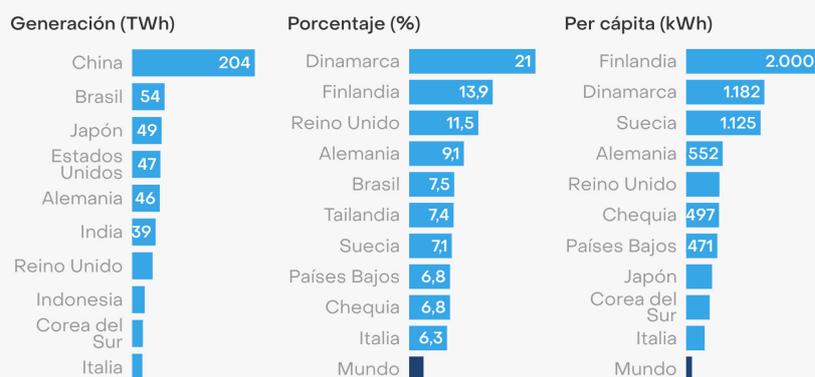
Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember

EMBER

China produjo la mayor cantidad de electricidad a partir de la bioenergía en 2023 con 204 TWh, lo que representa más de una cuarta parte de la generación a partir de la bioenergía a nivel mundial, seguida por Brasil (54 TWh) y Japón (49 TWh).

Dieciocho (18) países generaron más del 10 % de su electricidad a partir de la bioenergía en 2023. Dinamarca tuvo la participación más alta de bioenergía en su matriz eléctrica con un 21 % y superó a Finlandia (14 %) y el Reino Unido (12 %).

### Bioenergía: Tabla de clasificación a nivel mundial en 2023



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember  
El gráfico solamente incluye países o regiones con generación de fuentes superiores a 5 TWh; en los casos en que no se dispone de datos de 2023, se usan los datos de 2022.

EMBER

Finlandia tuvo la generación de electricidad a partir de bioenergía per cápita más alta con 2000 kWh y superó a Dinamarca (1182 kWh) y a Suecia (1125 kWh).

## Bioenergía: cambio en 2023

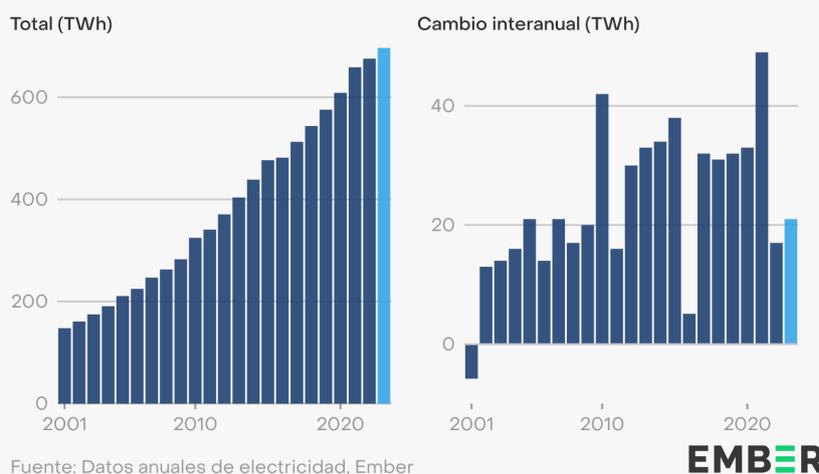
**En 2023, la generación de electricidad a partir de la bioenergía aumentó mayormente en China y Japón y cayó principalmente en EE. UU**

La bioenergía alcanzó un nuevo récord máximo de 697 TWh en 2023.

La generación de electricidad a partir de la bioenergía aumentó 21 TWh (+3,1 %) desde los niveles de 2022 (676 TWh). La participación de bioenergía en la matriz eléctrica a nivel mundial permaneció sin cambios con el 2,4 %.

El aumento de la bioenergía en 2023 fue un poco más grande que en 2022, pero más pequeño que los incrementos anuales entre 2017 y 2021. Sin embargo, esto no representa una desaceleración estructural, sino más bien una corrección del crecimiento récord en 2021 durante la crisis eléctrica, cuando los precios altos de los combustibles fósiles llevaron a un aumento en la bioenergía.

### Bioenergía: Generación a nivel mundial en 2023, en comparación con la tendencia histórica



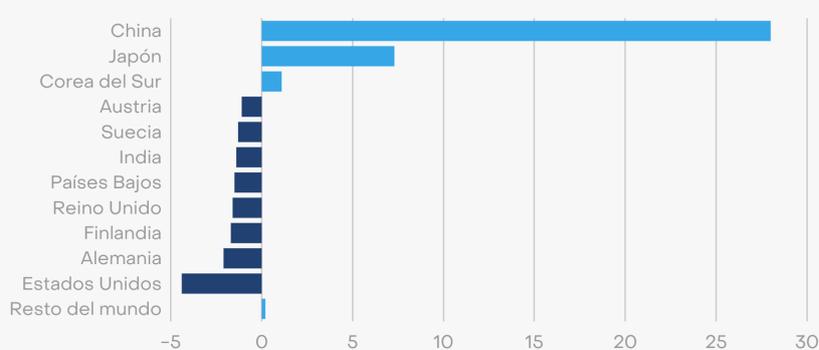
El mayor aumento en la bioenergía en 2023 fue en China que agregó 28 TWh (+16 %), seguido por Japón (+7,3 TWh, +18 %).

La disminución más grande en la generación de bioenergía ocurrió en EE. UU., ya que cayó 4,4 TWh (-8,5 %). En Alemania, la generación de bioenergía disminuyó 2,1 TWh (-4,4 %).

### Bioenergía: Los cambios más grandes en la generación en 2023

TWh

Cambio global en 2023: 21 TWh



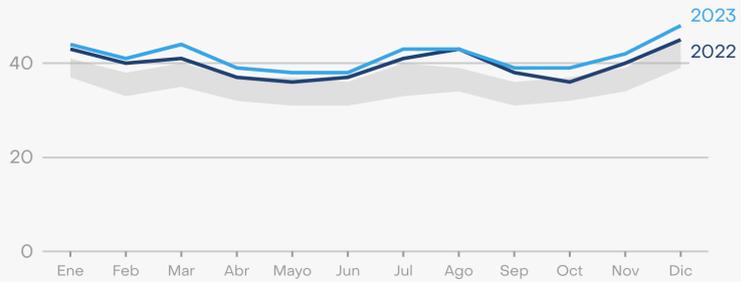
En 2023, la generación de bioenergía a nivel mundial fue más alta en cada mes en comparación con los años anteriores. En diciembre de 2023, la generación de bioenergía alcanzó un récord para el máximo histórico mensual con 48 TWh.

La bioenergía solo muestra las pequeñas variaciones estacionales en la generación. La generación en el mes pico de diciembre fue solo 9,1 TWh más alta que en junio, que fue el mes que tuvo los valores más bajos.

### Bioenergía: Generación de electricidad mensual a nivel mundial

Generación de electricidad (TWh)

El área gris representa el rango desde el 2019 al 2021



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember



## Bioenergía: tendencia a largo plazo

La participación de la bioenergía se duplicó con creces desde 2000, pero sigue siendo baja en 2,4 %

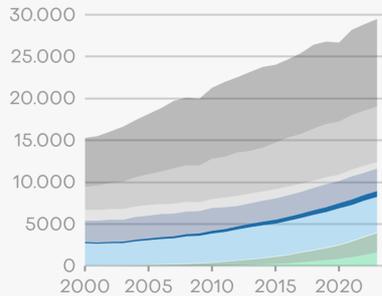
La generación de bioenergía se ha más que cuadruplicado desde 2000, ya que aumentó de 154 TWh a 697 TWh en 2023.

Si bien la generación ha aumentado de manera significativa, la bioenergía aún solo representa una pequeña parte de la matriz eléctrica a nivel mundial. La participación de la bioenergía pasó del 1 % en 2000 al 2,4 % en 2023.

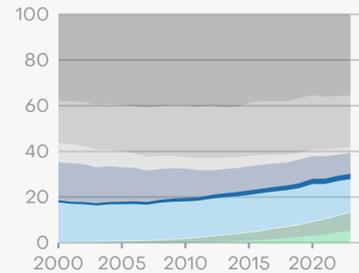
### Bioenergía: El rol en la matriz eléctrica a nivel mundial en el tiempo

Carbón Gas Otros combustibles fósiles Nuclear Bioenergía Hidroeléctrica Otras energías renovables Eólica Solar

Generación (TWh)



Participación en la generación (%)



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember



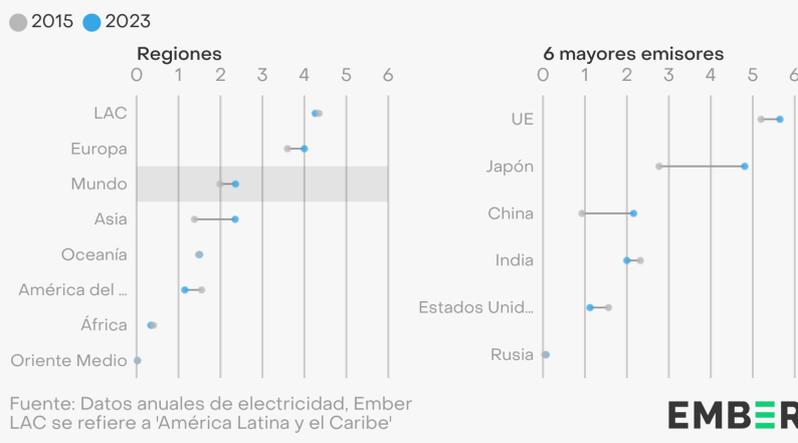
La participación de la bioenergía aumentó apenas en la mayoría de las regiones. El mayor aumento fue en Asia, donde aumentó del 1,4 % al 2,4 %.

En Japón tuvo un aumento significativo en su participación de bioenergía porque aumentó del 2,8 % en 2015 al 4,8 % en 2023.

En China, la participación de bioenergía aumentó un poco del 0,9 % al 2,2 % en el mismo período.

## Bioenergía: Cambios en la matriz eléctrica desde 2015 en las principales regiones y países

Participación de la generación de electricidad (%)



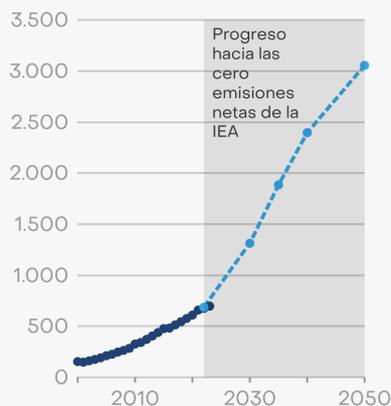
## Bioenergía: progreso hacia las cero emisiones netas

**Depender de la bioenergía en los progresos hacia las cero emisiones netas presenta un riesgo de emisiones**

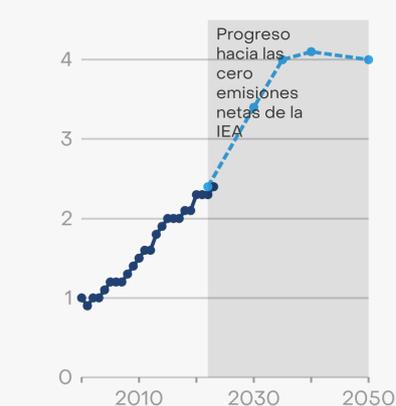
A pesar de las preocupaciones con respecto a las emisiones de la generación de bioenergía, el [escenario de Cero Emisiones Netas de la IEA](#) contempla un papel algo mayor para la bioenergía en la matriz eléctrica como una fuente flexible de electricidad. Algunos modelos dependen de la bioenergía con captura y almacenamiento de carbono (BECCS, por sus siglas en inglés) para conseguir las emisiones negativas. En el escenario de la IEA, la BECCS solo representaría el 17 % de la generación de bioenergía en 2050.

## Bioenergía: Progreso hacia el cero neto

Generación desde la fuente (TWh)



Participación en la generación (%)



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember, IEA Net Zero (2023)

**EMBER**

En el progreso, la participación de bioenergía en la matriz aumentaría al 3,6 % para 2030 y al 4 % para 2050, desde una participación actual del 2,4 %. Esto vería a la generación de bioenergía crecer desde la actual 697 TWh a 1313 TWh para 2030 y 3056 TWh en 2050.

Para alinearse con el escenario de NZE de la IEA, la generación de bioenergía tendría que crecer a una tasa promedio anual de 8,4 % entre 2023 y 2030.

Esta tasa no solo está significativamente por encima de la tasa de crecimiento de 2023 del 3,1 %, sino que también está crucialmente por encima de la tasa de crecimiento a largo plazo del 5,1 % que se observó entre 2016 y 2022.

El riesgo de emisiones, más los impactos sociales y ecológicos más amplios, limita el uso de la bioenergía para descarbonizar el sector eléctrico.

## Bioenergía: Cambios anuales necesarios para llegar a 1,5 °C

Cambio anual en la generación (%)



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember, IEA Net Zero (2023)  
\*Los promedios son tasas de crecimiento anual compuesto

**EMBER**

# Análisis de los principales emisores del sector eléctrico en 2023

En este capítulo, se proporciona un análisis más profundo de lo que ha sucedido en los países y las regiones que son los principales seis emisores del sector eléctrico del mundo. En conjunto, son responsables de aproximadamente el 72 % de las emisiones del sector eléctrico a nivel mundial.

En este capítulo las secciones están ordenadas de acuerdo con la cantidad de emisiones que se produjeron del sector eléctrico de ese país o esa región en 2023.

Un análisis del resumen del estado actual de la transición de electricidad en más de veinticinco países y regiones que están dentro de los mayores emisores de CO<sub>2</sub> a nivel mundial, se incluye en el Anexo: Panoramas de los países.

---

## Contenido del capítulo

---

104	5.1 China
112	5.2 Estados Unidos
120	5.3 India
128	5.4 Unión Europea
135	5.5 Rusia
141	5.6 Japón

# 5.1 China

## Información destacada

01

A nivel mundial, China representó el 37 % de la generación de electricidad solar y eólica y más de la mitad de la electricidad generada a partir del carbón en 2023

02

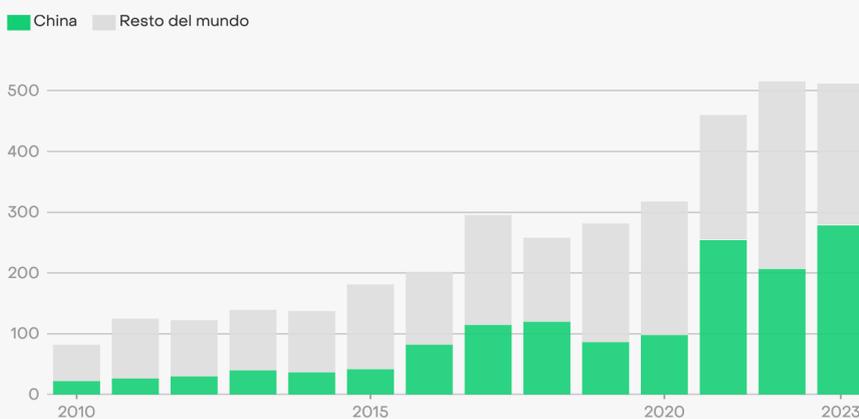
China agregó más de la mitad de la nueva generación de electricidad eólica y solar del mundo en 2023

03

Sin el crecimiento de la electricidad eólica y solar desde 2015, las emisiones del sector eléctrico de China habrían sido un 21 % más altas en 2023

### China agregó más de la mitad de la nueva generación de electricidad eólica y solar del mundo en 2023

Adiciones anuales de la generación de electricidad a partir de la electricidad eólica y solar (TWh)



Fuente: Datos anuales sobre electricidad, Ember

EMBER

## China: estado actual

**A nivel mundial, China generó el 37 % de la generación de electricidad solar y eólica y más de la mitad de la electricidad generada con carbón en 2023**

En 2023, China fue el mayor emisor de electricidad a nivel mundial al emitir 5491 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> (MtCO<sub>2</sub>) de la generación de electricidad, es decir más del triple que Estados Unidos (1570 MtCO<sub>2</sub>) e India (1404 MtCO<sub>2</sub>). Las emisiones de China se deben en gran parte a que dependen mucho del carbón para generar electricidad.

En 2023, China generó un 65 % (6102 TWh) de su electricidad a partir de combustibles fósiles y el 60 % de la generación de electricidad provino del

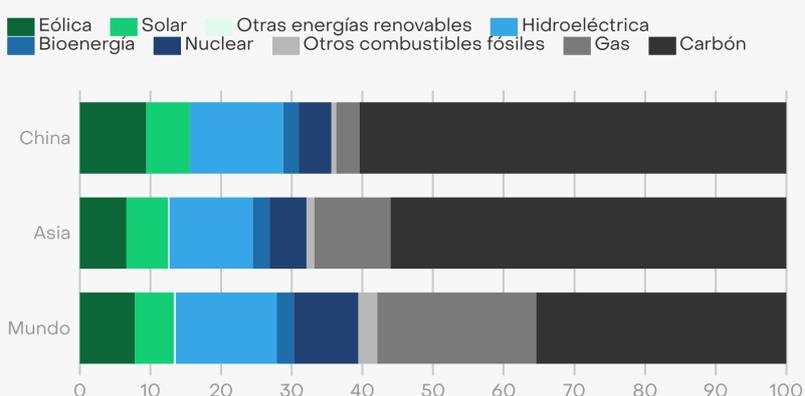
carbón. La participación del carbón de China está por encima del promedio a nivel regional en Asia, que es del 56 %, y significativamente por encima del promedio a nivel mundial del 35 %. En 2023, China representó más de la mitad (55 %) de la generación con carbón a nivel mundial.

La electricidad limpia representó el 35 % (3353 TWh) de la matriz eléctrica de China y la hidroelectricidad se mantuvo como la fuente única más grande de electricidad limpia en un 13 % (1244 TWh).

La electricidad eólica y la solar registraron una nueva participación récord del 16 % (1470 TWh) en 2023 y juntas superaron a la hidroelectricidad, como resultado de la rápida expansión de la nueva capacidad de la electricidad eólica y solar en China. En 2023, China representó el 37 % de la generación de electricidad a partir de la energía solar y eólica a nivel mundial y ahora genera la electricidad suficiente a partir de estas dos fuentes como para abastecer a todo Japón.

### China: Matriz eléctrica en 2023

Participación de la generación eléctrica, por fuente (%)



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember

**EMBER**

A 581 gCO<sub>2</sub> por kWh, la intensidad del carbono en la generación de electricidad de China está significativamente por encima del promedio a nivel mundial de 480 gCO<sub>2</sub>/kWh.

La demanda de electricidad de China ha crecido de manera rápida durante la última década mientras que el crecimiento de la población se ha estancado. A 6,6 MWh en 2023, la demanda per cápita de China era casi el doble del promedio a nivel mundial (3,7 MWh) y del promedio de Asia (3,5 MWh).

Las emisiones per cápita de China por la generación de electricidad (3,9 tCO<sub>2</sub>) fueron más del doble del promedio mundial de 1,8 tCO<sub>2</sub>.

La electricidad proporcionó el 28 % del consumo final de electricidad de China en 2022, en comparación con el promedio a nivel mundial del 21 %. China se encuentra en primer lugar en la curva de electrificación de su economía en general, ya que implementó las principales tecnologías, como vehículos eléctricos y bombas de calor, más rápido que cualquier otro país. Esto agregó casi 120 TWh a su demanda de electricidad en 2023, en comparación con menos de 90 TWh en el resto del mundo combinado.

### China: Estado del sector eléctrico en 2023



## China: cambio en 2023

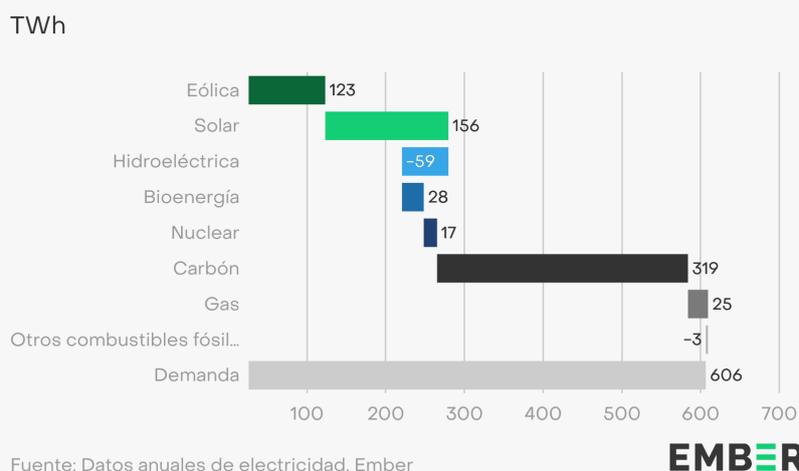
### China agregó más de la mitad de la nueva generación de electricidad eólica y solar del mundo en 2023

En 2023, la demanda de electricidad de China siguió creciendo, ya que subió un 6,9 % (+606 TWh) en comparación con el año anterior. Esto fue más alto que el crecimiento promedio anual de la demanda del 5,9 % entre 2013 y 2022 y muy por encima del bajo crecimiento de la demanda en 2022 del 3,7 % (+314 TWh).

La electricidad eólica (+123 TWh, +16 %) y solar (+156 TWh, +37 %) alcanzaron el 46 % del aumento de la demanda. Además, continúan siendo las fuentes con el crecimiento relativo más alto en la generación. A nivel mundial, China representó el 51 % del crecimiento de la electricidad solar y el 60 % del crecimiento de la electricidad eólica en 2023.

La generación con carbón (+319 TWh, +5,9 %) cubrió la mayor parte del aumento restante (53 %). Las condiciones hidroeléctricas deficientes significaron que la generación de hidroelectricidad cayera 59 TWh (-4,5 %), lo que provoca un mayor uso de combustibles fósiles. El aumento en la generación con carbón de China fue más del doble del aumento a nivel mundial de 146 TWh.

### China: Cambios en la generación de electricidad en 2023

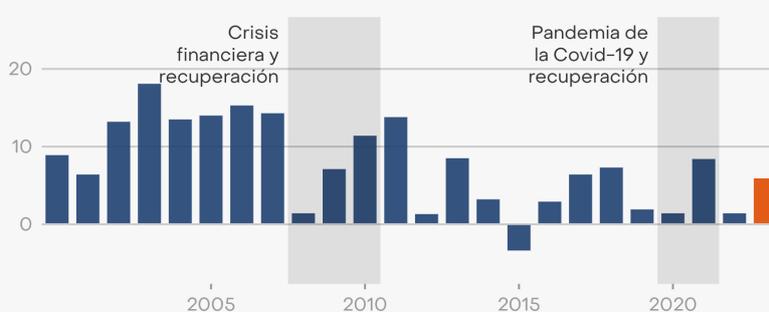


Como la generación con carbón aumentó en 2023, las emisiones del sector eléctrico de China aumentaron 5,9 % (+307 MtCO<sub>2</sub>), es decir seis veces más altas que el promedio a nivel mundial del 1 %. Entre 2016 y 2022, el crecimiento promedio anual de las emisiones en China fue del 4,2 %.

El crecimiento de las emisiones en 2023 viene después de un estancamiento en 2022, con un aumento de solo el 1,4 % ese año. Esto se debió al menor crecimiento de la demanda en 2022 (+314 TWh), causado por el impacto continuo de la política de “cero COVID” de China. Es más, la electricidad eólica y solar cubrieron dos tercios del aumento de la demanda de electricidad en China en 2022, frente al 46 % en 2023, lo que resultó en una menor necesidad de generación adicional con carbón.

## China: Cambios anuales en las emisiones del sector eléctrico

Cambio interanual en emisiones provenientes de la generación de electricidad (%)



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember

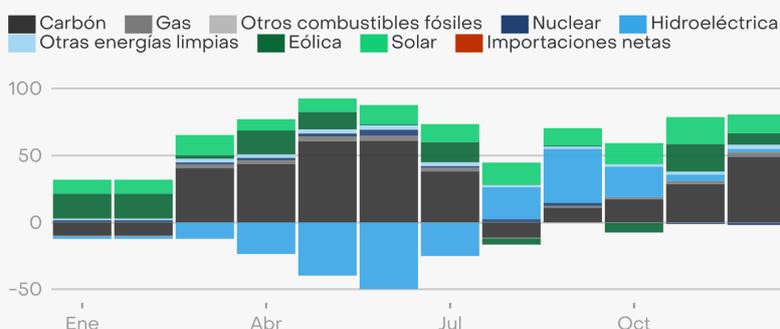
EMBER

De marzo a julio se observaron grandes caídas en la generación de hidroelectricidad en China debido a las sequías que causaron bajos niveles de embalses y menor producción. En consecuencia, la generación con carbón aumentó más durante ese período. En la segunda parte del año, la hidroelectricidad se recuperó un poco, aunque parte de esa recuperación se puede explicar por la baja generación durante los mismos meses en 2022, cuando las sequías ya habían comenzado a impactar en la generación de hidroelectricidad.

La electricidad solar y eólica crecieron de manera constante todo el año, y el mayor aumento se registró en noviembre. La generación de electricidad solar aumentó a 20 TWh frente a noviembre de 2022, lo que equivale a más de la generación anual de electricidad solar de los Países Bajos.

## China: La forma en que cambió la generación de electricidad durante 2023

Cambio interanual (TWh)



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember  
"Otras energías limpias" incluyen generación de bioenergía, electricidad geotérmica, mareomotriz y undimotriz

EMBER

## China: tendencia a largo plazo

**La generación con carbón en China tuvo un aumento cinco veces mayor desde 2000 y cubrió más de la mitad del aumento en la demanda**

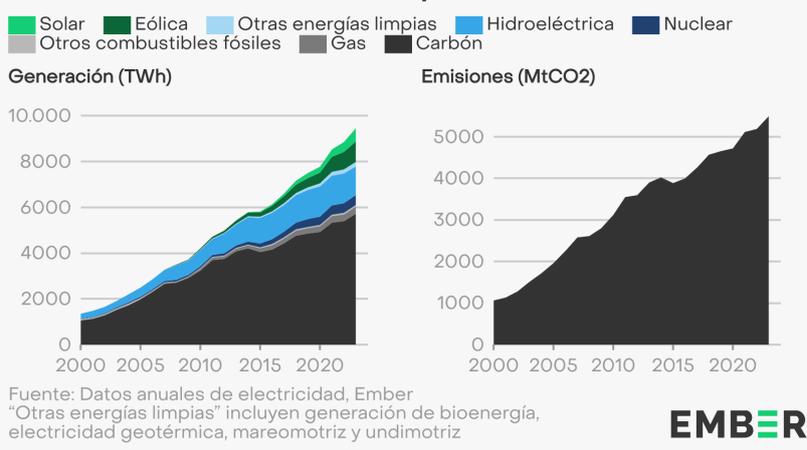
Junto con un crecimiento sostenido y fuerte en la demanda de electricidad, las emisiones del sector eléctrico de China también han aumentado de manera sustancial durante las últimas dos décadas. El rápido crecimiento económico significó que la demanda de electricidad fuera más de siete veces mayor en 2023 (9441 TWh) que en 2000 (1347 TWh).

Durante el mismo período, la generación con carbón aumentó más de cinco veces de 1060 TWh a 5716 TWh para cubrir más de la mitad del aumento en la demanda. Esto resultó en el aumento de las emisiones de 1062 MtCO<sub>2</sub> en 2000 a 5491 MtCO<sub>2</sub> en 2023.

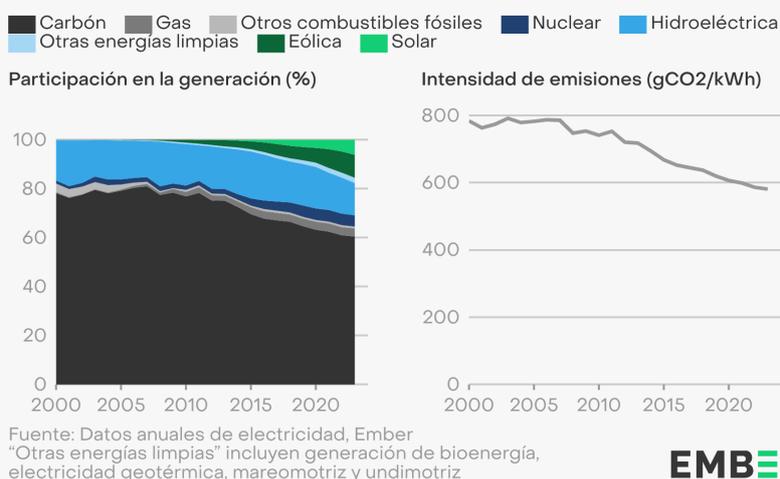
Sin embargo, los aumentos en las emisiones se han desacelerado en los últimos años. Mientras que las emisiones crecían a un promedio del 9 % anual entre 2001 y 2015, esta tasa ha disminuido a 4,4 % anual entre 2016 y 2023. La generación a partir de las fuentes limpias ha aumentado más de 13 veces de 2000 a 3353 TWh en 2023, con un crecimiento particularmente fuerte en la electricidad eólica y solar en los últimos años. De hecho, si la generación de la electricidad eólica y solar no hubiese aumentado desde 2015 y en cambio el carbón hubiese cubierto la demanda, las emisiones hubieran sido un 20 % más altas en 2023.

En 2000, China produjo 18 % (242 TWh) de su electricidad a partir de fuentes limpias. La participación se ha duplicado desde entonces y alcanzó el 35 % en 2023. La mayoría del crecimiento en la participación de fuentes limpias sucedió en los últimos años. La rápida adición de la electricidad eólica y solar y las adiciones de la electricidad nuclear aumentaron la participación de la electricidad limpia a nueve puntos porcentuales desde 2015.

### China: La forma en que han evolucionado la generación de electricidad y las emisiones del sector eléctrico en el tiempo



### China: ¿Cuán limpia es la generación de electricidad?



La electricidad eólica y solar crecieron de solo el 3,9 % de la generación en 2015 al 15,6 % en 2023. Esto significó que por primera vez la electricidad eólica y solar combinadas produjeron más electricidad en China que la hidroelectricidad.

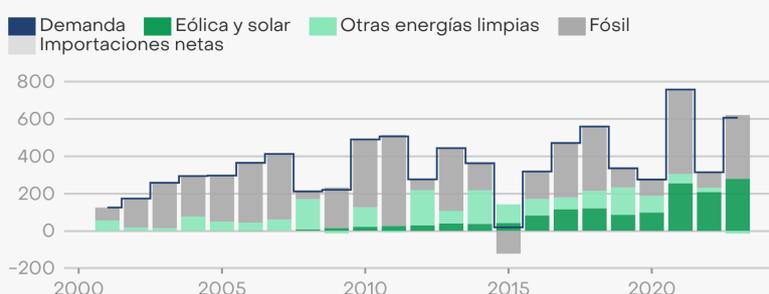
Como consecuencia de la participación más alta de generación limpia en la matriz, la intensidad del carbono de la electricidad de China disminuyó de 783 gCO<sub>2</sub>/kWh en 2000 a 581 gCO<sub>2</sub>/kWh.

A pesar de las adiciones significativas de la generación de electricidad eólica y solar, el crecimiento de la electricidad limpia aún no está desplazando a los combustibles fósiles, sino que simplemente está cubriendo parte de la nueva demanda de electricidad. A excepción de 2015, cuando el crecimiento de la demanda de electricidad fue excepcionalmente bajo, China todavía no ha visto que el crecimiento de la generación de electricidad limpia supere el crecimiento de la demanda en un solo año.

Las sólidas adiciones de electricidad eólica y solar en los últimos años han acercado al país a un pico en las emisiones del sector eléctrico. Sin embargo, la caída en la producción a partir de otra generación de electricidad limpia y el fuerte crecimiento de la demanda, evitó que esto ocurriera en 2023. Esta caída se debió principalmente al bajo rendimiento de la hidroelectricidad como resultado de las sequías, a pesar de las adiciones significativas de capacidad hidroeléctrica. Además, el crecimiento de las fuentes de electricidad limpia que no sean eólica y solar en 2021 y 2022 fue el más bajo en una década.

## China: La electricidad limpia ¿está desplazando a la electricidad generada a partir de combustibles fósiles?

Cambio anual en la generación de electricidad y demanda (TWh)



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember  
"Otras energías limpias" incluyen generación de electricidad nuclear, electricidad hidroeléctrica, bioenergía, electricidad geotérmica, mareomotriz y undimotriz

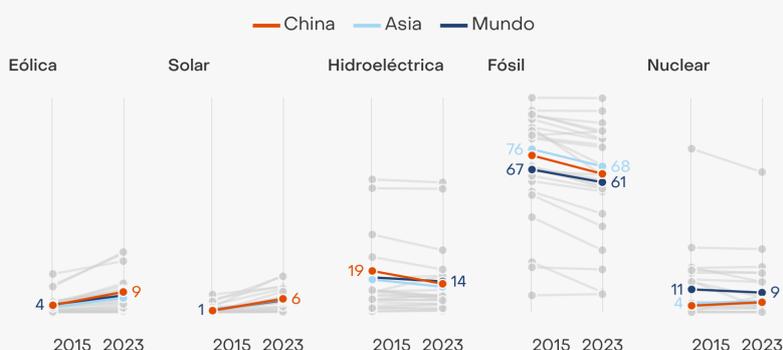
**EMBER**

Desde el Acuerdo de París en 2015, las tendencias en la matriz eléctrica de China han sido similares a las tendencias a nivel mundial. Al mismo tiempo, debido a su tamaño, el sector eléctrico de China está moldeando las tendencias mundiales.

En China, la participación de la electricidad eólica aumentó del 3,2 % en 2015 al 9,4 % en 2023, comparado con el aumento a nivel mundial del 3,5 % al 7,8 %. De manera similar, su participación de electricidad solar aumentó del 0,7 % en 2015 al 6,2 %, frente a un cambio a nivel mundial del 1,1 % al 5,5 %.

## China: La matriz eléctrica frente al resto del mundo

Participación de la generación de electricidad (%)



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember  
En el gráfico se muestran las 25 economías con la mayor demanda de electricidad

**EMBER**

La participación de China de la hidroelectricidad disminuyó más rápido que la tendencia a nivel mundial durante el mismo período. A la vez, China es uno de los pocos países que muestra crecimiento en la participación de electricidad nuclear, con un aumento del 3 % al 4,6 %. A nivel mundial, la generación de electricidad nuclear ha disminuido del 11 % de la matriz al 9 %.

En China, la generación de electricidad con combustibles fósiles cayó de un 73 % en 2015 a un 65 % en 2023, mientras que, a nivel mundial, bajó de un 66 % a un 61 % durante el mismo período.

## China: progreso hacia las cero emisiones netas

### Es posible que China haya alcanzado el pico de emisiones del sector eléctrico en 2023

Según el [escenario de Cero Emisiones Netas de la IEA](#), las emisiones del sector eléctrico de China y aquellas de las economías emergentes tendrían que alcanzar el cero para 2045. Esto requiere un cambio rápido desde la tendencia actual de emisiones crecientes.

Sin embargo, debido a la velocidad y escala del aumento de fuentes limpias en China, particularmente la eólica y solar, es posible que el país ya haya alcanzado un pico en las emisiones del sector eléctrico en 2023 o que alcance este hito en 2024 o 2025. El fuerte crecimiento de la electricidad solar y el empleo de la electricidad eólica en China durante los últimos meses de 2023, así como una recuperación esperada en la generación de hidroelectricidad, llevaron a la IEA a [pronosticar](#) una caída del 3 % en la generación con carbón en China en 2024. Esto es un cambio sustancial desde el año pasado, cuando la IEA pronosticó un aumento en 2024.

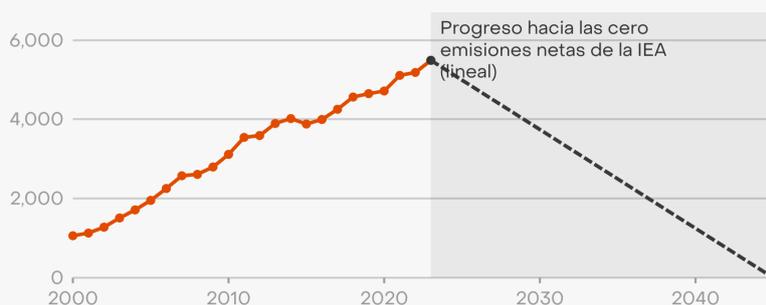
En 2023, China representó el 39 % de las emisiones del sector eléctrico a nivel mundial. El pico y la disminución de emisiones del sector eléctrico en China contribuirán de manera significativa al progreso hacia las emisiones cero netas a nivel mundial.

El escenario de NZE de la IEA prevé un crecimiento rápido en la electricidad eólica y solar en China, con el aumento de la electricidad solar que representa una cuarta parte de la matriz eléctrica para 2030 y la electricidad eólica que aumenta al 19 %.

A pesar de los grandes aumentos en 2023, el ritmo de las adiciones de la electricidad eólica y solar en China necesita continuar acelerándose para alcanzar esos objetivos.

### China: Emisiones del sector eléctrico y el progreso hacia las cero emisiones netas

Emisiones provenientes de la generación de electricidad (MtCO<sub>2</sub>)



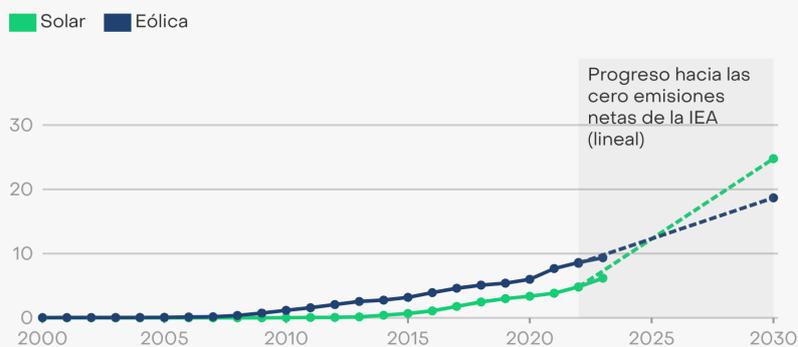
Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember, IEA Net Zero (2023)

**EMBER**

Según el [rastreador de objetivos de energía renovable de Ember](#), China no tiene un objetivo oficial actualizado para la capacidad de energías renovables para 2030, pero los modelos nacionales proyectan 1025 GW de electricidad solar y 800 GW de electricidad eólica para 2030.

## China: Generación de electricidad solar y eólica y el progreso hacia las cero emisiones netas

Participación de la generación de electricidad (%)



Fuente: Datos anuales sobre electricidad, Ember (línea sólida); cifras de Cero emisiones netas de la IEA (2023) de 2022 y 2030 (línea punteada)

**EMBER**

# 5.2 Estados Unidos

## Información destacada

01

Las emisiones per cápita del sector eléctrico de Estados Unidos son casi tres veces más altas que el promedio mundial, debido a la alta demanda y dependencia del gas.

02

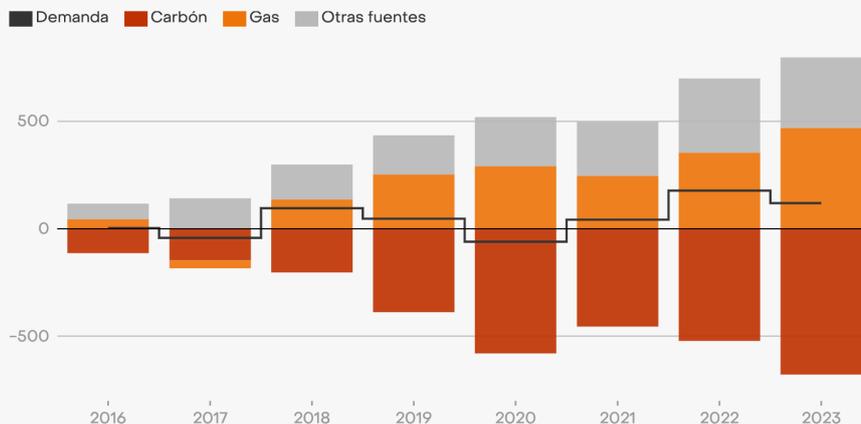
El crecimiento de la electricidad generada con gas en EE. UU. evitó una caída a nivel mundial en la generación con gas en 2023

03

Las emisiones del sector eléctrico de EE. UU. alcanzaron su pico máximo en 2007 y han disminuido un 33 % desde entonces

### En Estados Unidos, el gas de origen fósil está reemplazando la generación con carbón

Cambio acumulado en la generación de electricidad desde 2015 (TWh)



Fuente: Datos anuales sobre electricidad, Ember  
Otras fuentes incluyen electricidad eólica, solar, hidroeléctrica, nuclear, bioenergía, otras energías renovables, petróleo e importaciones netas.

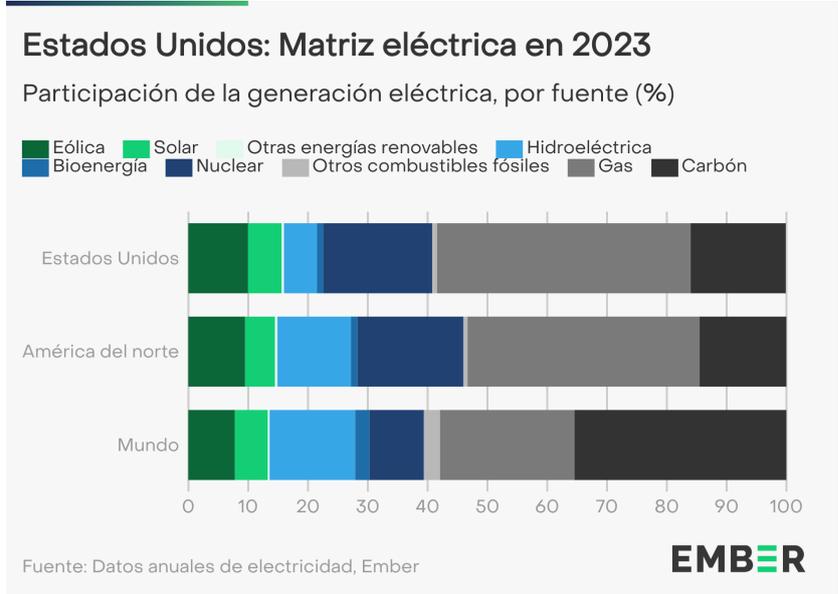
## Estados Unidos: estado actual

**Las emisiones per cápita del sector eléctrico de Estados Unidos son casi tres veces más altas que el promedio mundial, debido a la alta demanda y dependencia del gas.**

En 2023, Estados Unidos fue el segundo mayor emisor del sector eléctrico a nivel mundial al emitir 1570 millones de toneladas de CO2 de la generación de electricidad, luego de China (5491 MtCO2).

Esto fue impulsado en gran parte por una alta dependencia de la generación de electricidad a partir de combustibles fósiles, predominantemente el gas y por la alta demanda per cápita de electricidad.

En 2023, Estados Unidos generó 59 % (2510 TWh) de su electricidad a partir de combustibles fósiles, que es similar al promedio a nivel mundial del 61 %. El gas registró la participación más alta con el 42 % (1802 TWh), seguido por el carbón (16 %, 675 TWh) y otros combustibles fósiles (0,8 %, 33 TWh).

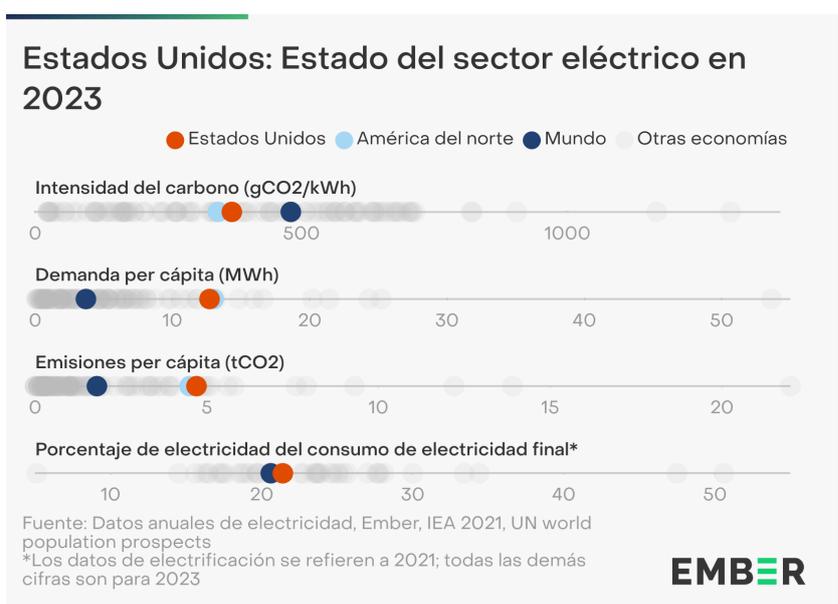


La electricidad limpia representó el 41 % de la matriz eléctrica de Estados Unidos, que es similar al promedio a nivel mundial del 39 %.

La participación de electricidad eólica y solar alcanzó un récord del 16 % (663 TWh), ligeramente por encima del promedio a nivel mundial del 13 %.

La generación de electricidad en EE. UU. tiene menos intensidad de carbono (369 gCO2/kWh) que el promedio a nivel mundial (480 gCO2/kWh) debido a la baja dependencia del carbón.

Sin embargo, las emisiones per cápita del sector eléctrico son casi tres veces más altas que el promedio mundial (4,7 tCO2 frente a 1,8 tCO2). Esto se debe a que EE. UU. tiene una alta demanda per cápita de electricidad de 12,7 MWh, que es más de tres veces el promedio mundial de 3,7 MWh.



La electricidad proporcionó el 21 % del consumo final de electricidad en EE. UU. en 2021, lo mismo que el promedio a nivel mundial del 21 %. Se espera que esto aumente a medida que sectores como el transporte y la industria se electrifiquen.

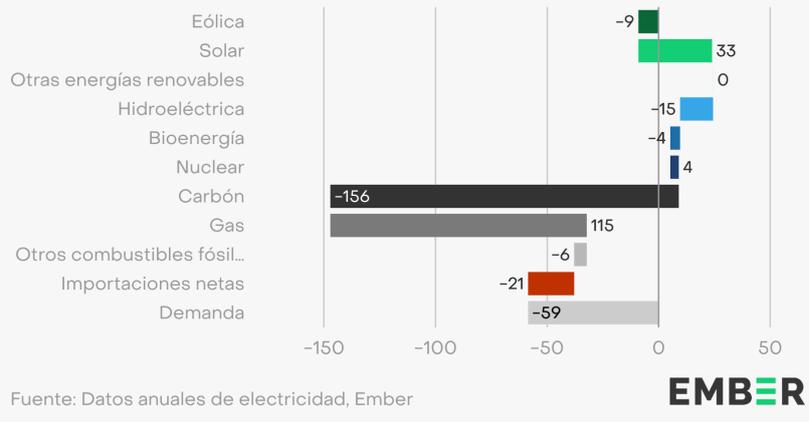
## Estados Unidos: cambio en 2023

### El crecimiento de la electricidad generada con gas en EE. UU. evitó una caída a nivel mundial en la generación con gas en 2023

En 2023, la demanda de electricidad en EE. UU. disminuyó un 1,4 % (-59 TWh), mientras que la demanda a nivel mundial aumentó un 2,2 %. La demanda en Estados Unidos ha crecido a una tasa promedio del 0,6 % entre 2013 y 2022. Una caída del 3,6 % en la demanda del sector residencial causó en gran parte la caída en 2023 (cálculos Ember a partir de [las rebajas de electricidad en EE. UU.](#)), principalmente debido a los precios altos de los servicios públicos, la inflación y el invierno relativamente templado.

#### Estados Unidos: Cambios en la generación de electricidad en 2023

TWh



La generación con carbón experimentó una caída abrupta del 19 % (-156 TWh) en 2023, [ya que las centrales eléctricas de carbón en Estados Unidos continuaron cerrando](#). Por consiguiente, la participación del carbón (16 %) estuvo tres puntos porcentuales abajo en la matriz eléctrica de EE.UU. comparado con la participación de 2022 (19 %). En consonancia con la tendencia del gas en reemplazo de la generación con carbón en EE. UU., el gas tuvo el aumento absoluto más grande de todas las fuentes de generación en 2023, con un aumento del 6,8 % (+115 TWh).

El crecimiento del gas en EE. UU. evitó una caída a nivel mundial en la generación con gas en 2023. A excepción de EE. UU., el resto del mundo registró una caída de 62 TWh en la generación con gas en 2023, mientras que EE. UU. aumentó casi el doble de esa cantidad (+115 TWh).

La generación de electricidad solar en EE. UU. creció 33 TWh (+16 %) en 2023, lo que significa que es el segundo mayor aumento absoluto de cualquier país, detrás solo de China. EE. UU. contribuyó con el 11 % del crecimiento de la electricidad solar a nivel mundial. La generación de electricidad eólica cayó un 2,1 % (-9,1 TWh) debido a las malas condiciones eólicas, pero las crecientes instalaciones de capacidad en 2023 y en adelante sugieren un [crecimiento en 2024](#).

En 2023, las emisiones del sector eléctrico de EE. UU. cayeron un 5,1 % (-85 MtCO<sub>2</sub>) en comparación con 2022, similar a la disminución en Japón (-7,3 %), pero más lenta que en la UE (-19 %). Esta reducción fue el producto de una disminución abrupta en la generación con carbón, un aumento en la generación de electricidad solar y una demanda total de electricidad más baja. Esto contrasta con el aumento de emisiones del 1 % a nivel mundial y una caída del 7,6 % en el G7.

En 2023, Estados Unidos registró la 7.ª caída anual en las emisiones del sector eléctrico en los últimos 10 años. La caída en las emisiones en 2023 fue el doble de su promedio anual de disminución de emisiones (-2 %) durante los diez años entre 2013 y 2022.

### Estados Unidos: Cambios anuales en las emisiones del sector eléctrico

Cambio interanual en emisiones provenientes de la generación de electricidad (%)



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember

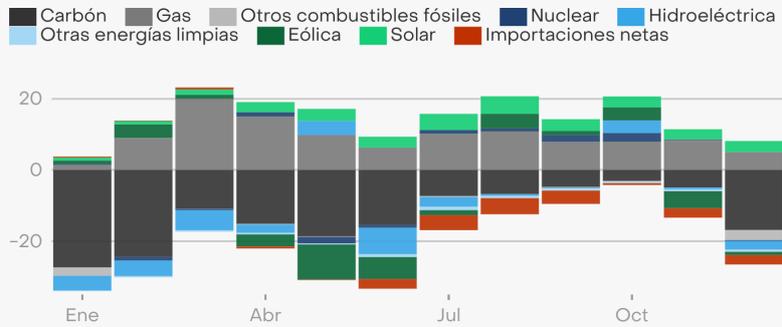


La generación con carbón en EE. UU. disminuyó más si se compara con 2022 durante el primer semestre del año, donde se reemplazó en gran medida por la generación adicional con gas. Durante la primera parte del año también hubo caídas en la generación de hidroelectricidad en la mayoría de los meses debido a las condiciones de sequías

La generación de electricidad solar también tuvo aumentos interanuales de manera constante a lo largo del año con mayores adiciones durante el verano de EE. UU. Las condiciones eólicas deficientes significaron que la generación de electricidad eólica mensual se mantuviera por debajo de los niveles de 2022 durante la mayor parte del año. La caída más grande en la generación eólica se registró en mayo (-9,9 TWh).

### Estados Unidos: La forma en que cambió la generación de electricidad durante 2023

Cambio interanual (TWh)



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember  
 "Otras energías limpias" incluyen generación de bioenergía, electricidad geotérmica, mareomotriz y undimotriz



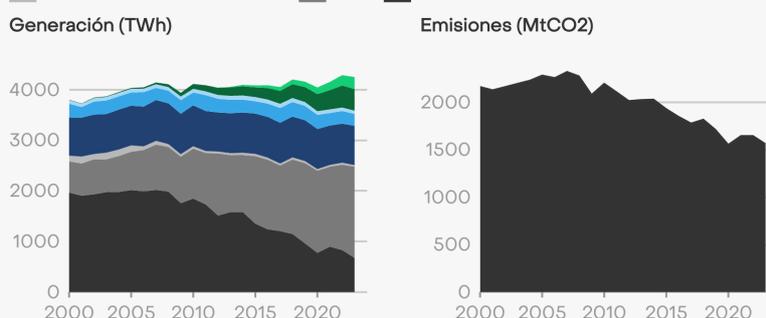
## Estados Unidos: tendencia a largo plazo

Las emisiones del sector eléctrico de EE. UU. alcanzaron su pico máximo en 2007 y han disminuido un 33 % desde entonces debido a la disminución en la generación con carbón.

Las emisiones del sector eléctrico de EE. UU. han estado disminuyendo desde que alcanzó su pico en 2007. En 2023, las emisiones fueron de 1570 MtCO<sub>2</sub>, aproximadamente un 33 % más bajas que el nivel máximo de 2331 MtCO<sub>2</sub>. La reducción en las emisiones del sector eléctrico de EE. UU. desde 2007 se impulsó por el crecimiento en la electricidad eólica y solar, así como también el gas en reemplazo del carbón. A pesar del aumento en la demanda de electricidad, se ha logrado la caída en las emisiones. En 2023, la demanda de electricidad fue de 4270 TWh, aproximadamente 11 % más alta que en 2000.

### Estados Unidos: La forma en que han evolucionado la generación de electricidad y las emisiones del sector eléctrico en el tiempo

■ Solar ■ Eólica ■ Otras energías limpias ■ Hidroeléctrica ■ Nuclear  
■ Otros combustibles fósiles ■ Gas ■ Carbón



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember  
 "Otras energías limpias" incluyen generación de bioenergía, electricidad geotérmica, mareomotriz y undimotriz

**EMBER**

Hasta 2015, el carbón fue la fuente principal de electricidad en Estados Unidos. Sin embargo, a medida que la generación con carbón se volvía menos viable económicamente y más firmemente regulada, se retiraron muchas centrales eléctricas de carbón a lo largo de la década de 2010.

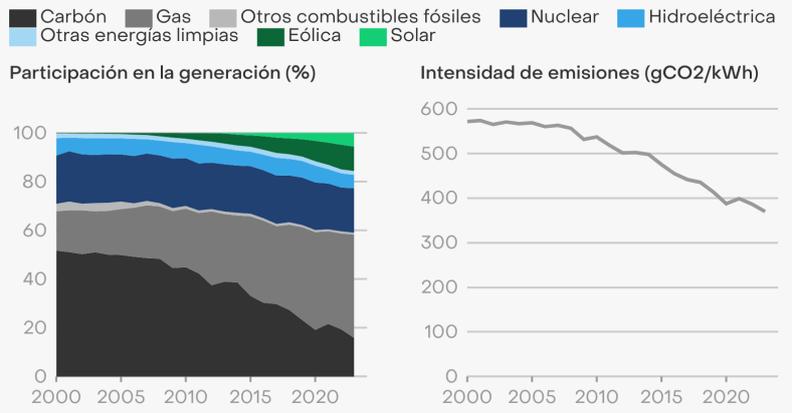
La mayoría de la producción de las plantas que se retiraron se reemplazó con gas, junto con las cantidades crecientes de electricidad eólica y solar. Para 2015, el gas había superado al carbón como la fuente más grande de electricidad en EE. UU. En realidad, el 69 % de la caída de la generación con carbón desde 2015 se cubrió con el aumento del gas. El aumento en la generación con gas en Estados Unidos en ese período contribuyó con el 43 % al aumento total del gas a nivel mundial.

Entre las fuentes de electricidad limpia, la eólica es la que más ha crecido desde 2000, seguida de la electricidad solar. La generación de electricidad eólica aumentó de 5,6 TWh en 2000 a 425 TWh en 2023. Mientras tanto, la generación de electricidad solar alcanzó un récord máximo de 238 TWh en 2023, frente a los 0,5 TWh en 2000.

Desde 2000, la participación de la generación de electricidad limpia en la matriz eléctrica de Estados Unidos ha aumentado de manera significativa. En 2000 la electricidad eólica y solar representaban solo el 0,2 % de la generación eléctrica del país, sin embargo, para 2023 ya habían alcanzado el 16 %.

La intensidad de las emisiones del sector eléctrico de Estados Unidos cayó de manera significativa a 369 gCO<sub>2</sub>/kWh en 2023, una disminución del 35 % desde los niveles de 2000 (571 gCO<sub>2</sub>/kWh). Esto se debió a varios factores, siendo el aumento en el empleo de la electricidad solar y eólica y la reducción de la generación con carbón los principales colaboradores.

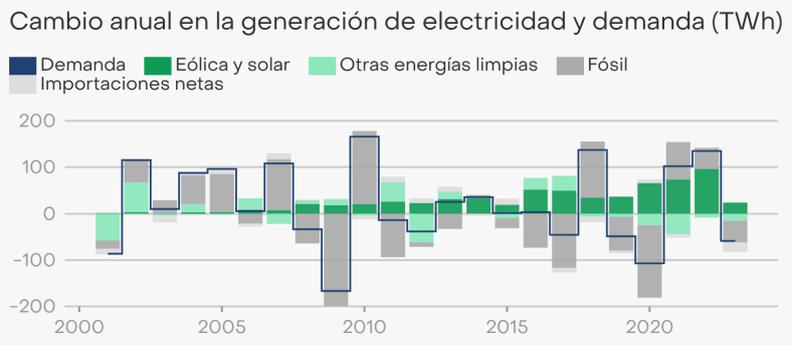
### Estados Unidos: ¿Cuán limpia es la generación de electricidad?



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember  
 "Otras energías limpias" incluyen generación de bioenergía, electricidad geotérmica, mareomotriz y undimotriz  
**EMBER**

En 2023, la generación de electricidad con combustibles fósiles cayó como resultado de la demanda de electricidad en descenso. El aumento en la producción de electricidad solar redujo aún más la necesidad de generación de electricidad con combustibles fósiles, pero la disminución podría haber sido aún mayor si otras fuentes de generación limpia, principalmente la hidroeléctrica y la eólica, no hubieran disminuido. De hecho, en todos los años desde 2018 hubo caídas en la generación de electricidad limpia además de la eólica y la solar, que se debió en gran medida a las caídas en la hidroelectricidad a causa de las sequías continuas.

### Estados Unidos: La electricidad limpia ¿está desplazando a la electricidad generada a partir de combustibles fósiles?

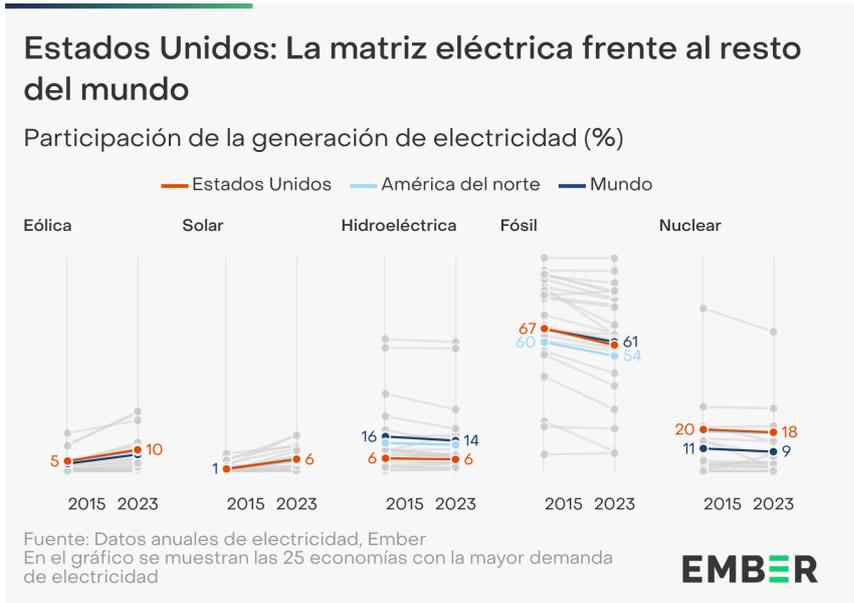


Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember  
 "Otras energías limpias" incluyen generación de electricidad nuclear, electricidad hidroeléctrica, bioenergía, electricidad geotérmica, mareomotriz y undimotriz  
**EMBER**

Además, el 2016 fue el último año que tuvo la demanda de electricidad en aumento y que, a su vez, tuvo una disminución en la generación con combustibles fósiles. Como se espera que la demanda de electricidad aumente a causa de la electrificación del transporte y la industria, acelerar el empleo de la electricidad eólica y solar, así como también evitar otras caídas en otra generación de electricidad limpia, es clave para reducir la generación y emisiones por los combustibles fósiles.

La matriz eléctrica en Estados Unidos se ha vuelto más limpia desde el Acuerdo de París en 2015. La participación de combustibles fósiles en la matriz eléctrica a nivel mundial cayó ocho puntos porcentuales, del 67 % en 2015 al 59 % en 2023.

Durante el mismo período de tiempo, la electricidad eólica y la solar crecieron diez puntos porcentuales en EE. UU., del 5,6 % en 2015 al 15,6 % en 2023, lo cual fue más rápido que el cambio a nivel mundial durante el mismo período. A nivel mundial, las participaciones de electricidad eólica y solar aumentaron del 4,5 % en 2015 al 13,3 % en 2023 (+8,8 puntos porcentuales). Las participaciones de otras fuentes limpias disminuyeron, ya que la hidroelectricidad y la electricidad nuclear disminuyeron en 0,5 y 1,3 puntos porcentuales, respectivamente.

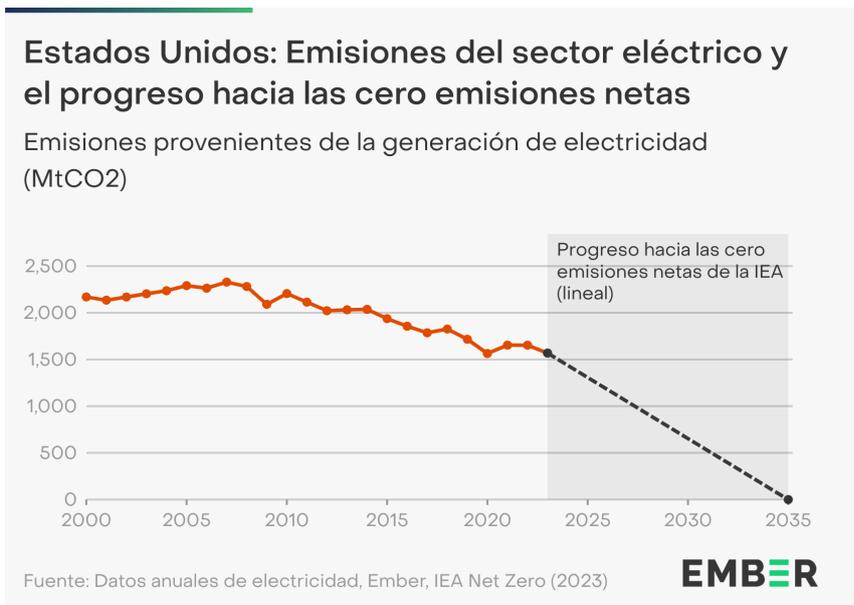


## Estados Unidos: progreso hacia las cero emisiones netas

**Las emisiones del sector eléctrico de EE. UU. tienen que disminuir tres veces más rápido para encaminarse hacia las cero emisiones netas**

Según el [escenario de Cero Emisiones Netas de la IEA](#), las emisiones del sector eléctrico de EE. UU. y otras economías avanzadas tendrían que alcanzar el cero para 2035.

Desde 2015, las emisiones han estado disminuyendo en un promedio de 50 MtCO<sub>2</sub> cada año. Para alinearse con el escenario de NZE de la IEA, esto debería acelerarse a una caída de 139 MtCO<sub>2</sub> anual de 2024 en adelante.

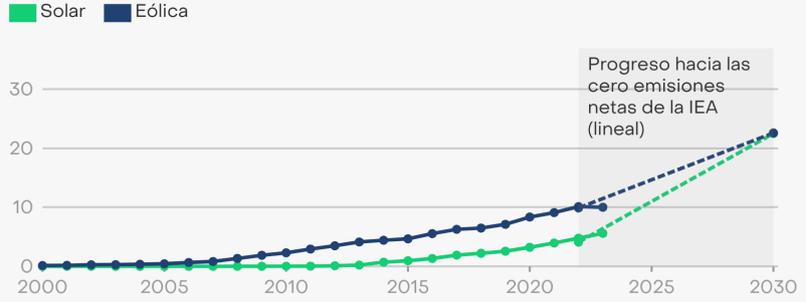


La IEA calcula que la generación de electricidad eólica necesita alcanzar el 22,6 % de la matriz eléctrica de EE. UU. en 2030, más del doble de su participación del 10 % en 2023. De manera similar, la generación de electricidad solar necesita alcanzar el 22,5 %, frente a una participación del 5,6 % en 2023.

Se espera que la Ley de Reducción de la Inflación y otras políticas que apoyan la electricidad limpia, como la Ley Bipartidista de Infraestructura, coloquen a Estados Unidos en curso para alcanzar [una capacidad renovable de 938 GW para 2030](#). Para cumplir este objetivo implícito, que se define en el [rastreador de energía renovable de Ember](#), EE. UU. necesita agregar en promedio 73 GW de capacidad renovable cada año hasta 2030, que equivale a tres veces la capacidad agregada en 2022.

### Estados Unidos: Generación de electricidad solar y eólica y el progreso hacia las cero emisiones netas

Participación de la generación de electricidad (%)



Fuente: Datos anuales sobre electricidad, Ember (línea sólida); cifras de Cero emisiones netas de la IEA (2023) de 2022 y 2030 (línea punteada)



# 5.3 India

## Información destacada

01

India superó a Japón y se convirtió en el tercer mayor generador de electricidad solar en 2023, ya que proporciona 5,9 % del aumento en electricidad solar a nivel mundial

02

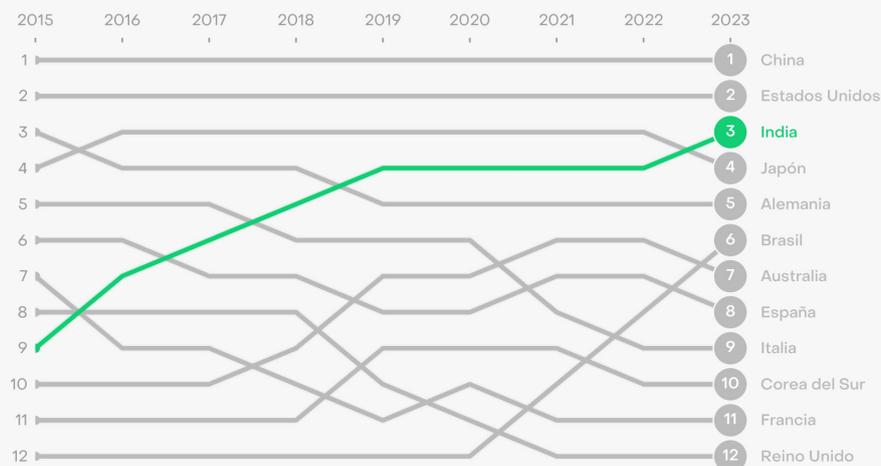
La generación de electricidad solar en 2023 fue 17 veces mayor que en 2015, pero el carbón aún cubre la mayoría del crecimiento de la demanda de India

03

Las emisiones per cápita del sector eléctrico de India son las cuartas más bajas en el G20, a pesar de depender mucho del carbón

### India es ahora el tercer mayor generador de electricidad solar

Clasificaciones a nivel mundial de electricidad solar (TWh)



Fuente: Datos anuales sobre electricidad, Ember

EMBER

## India: estado actual

**Las emisiones per cápita del sector eléctrico de India son las cuartas más bajas en el G20, a pesar de depender mucho del carbón**

En 2023, India fue el tercer mayor emisor del sector eléctrico a nivel mundial al emitir 1404 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> de la generación de electricidad, luego de China (5491 MtCO<sub>2</sub>) y Estados Unidos (1570 MtCO<sub>2</sub>).

En 2023, India generó 78 % (1536 TWh) de su electricidad a partir de combustibles fósiles, que es más alto que el promedio a nivel mundial del 61 % y el promedio a nivel regional del 68 % en Asia.

En India, el carbón tiene la participación más grande con el 75 % (1480 TWh), por lo tanto, se posicionó segunda en tener la participación más alta de generación con carbón en el G20, seguida de Sudáfrica.

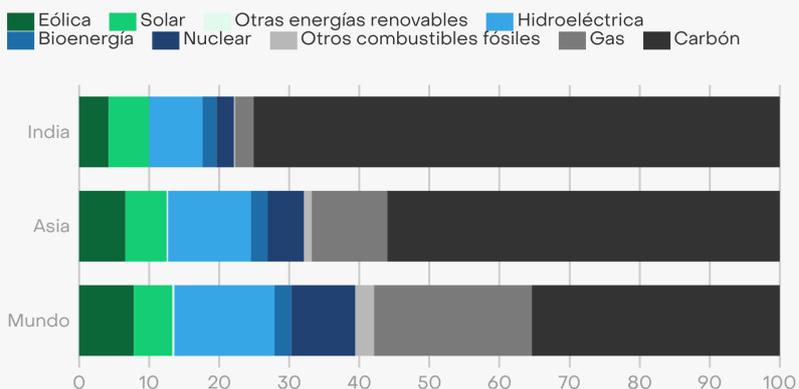
La generación con gas produjo el 2,6 % (51 TWh) y otros combustibles fósiles, el 0,2 % (4,0 TWh).

La electricidad limpia representó el 22 % de la matriz eléctrica de India, en comparación con el promedio a nivel mundial de 39 % y el 32 % en Asia.

La participación de la electricidad eólica y la solar alcanzó un máximo histórico del 9,9 % (196 TWh), aunque todavía India está 3,5 puntos porcentuales por debajo del promedio a nivel mundial del 13,4 %. En Asia, China (16 %), Japón (12 %) y Vietnam (13 %) tienen las participaciones más altas de electricidad eólica y solar en sus matrices energéticas.

### India: Matriz eléctrica en 2023

Participación de la generación eléctrica, por fuente (%)



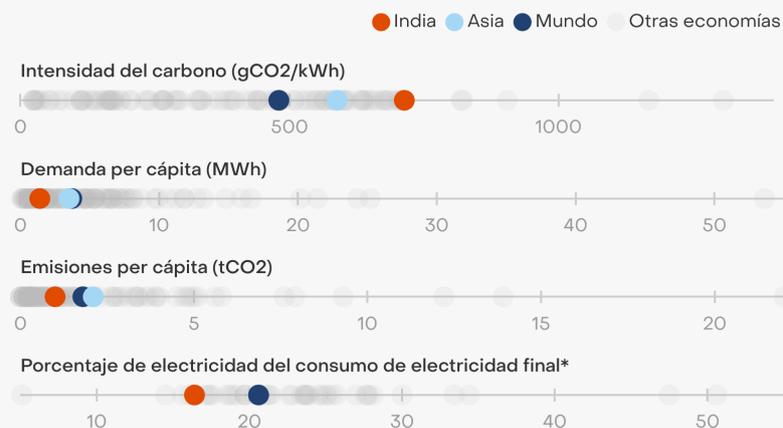
Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember

**EMBER**

La generación de electricidad de India tiene más intensidad de carbono (713 gCO<sub>2</sub> por kWh) que el promedio a nivel mundial (480 gCO<sub>2</sub>/kWh), y el carbón representa tres cuartas partes de la generación en 2023.

Sin embargo, las emisiones per cápita del sector eléctrico de India son un poco más de la mitad del promedio a nivel mundial (1,0 tCO<sub>2</sub> frente a 1,8 tCO<sub>2</sub>) e incluso más bajas que el promedio en Asia (2,1 tCO<sub>2</sub>). También son las cuartas más bajas en el G20.

### India: Estado del sector eléctrico en 2023



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember, IEA 2021, UN world population prospects  
\*Los datos de electrificación se refieren a 2021; todas las demás cifras son para 2023

**EMBER**

Esto se debe a que la demanda per cápita de electricidad en India (1,4 MWh) es significativamente inferior al promedio mundial (3,7 MWh) y menos de la mitad del promedio en Asia (3,5 MWh).

La electricidad proporcionó el 16 % del consumo final de electricidad de India en 2022, que es significativamente inferior al promedio a nivel mundial del 21 %. Se espera que esto aumente a medida que la economía de India se electrifique.

## India: cambio en 2023

**India superó a Japón y se convirtió en el tercer mayor generador de electricidad solar en 2023, ya que proporciona 5,9 % del aumento en electricidad solar a nivel mundial**

La demanda de electricidad de India aumentó un 5,4 % (99 TWh) en 2023, en comparación con el año anterior, lo que equivale a más del doble que el aumento a nivel mundial (+2,2 %). Esto corresponde con la tasa de crecimiento promedio anual de la demanda en la última década (+5,4 %) y fue menor que en 2022, cuando aumentó de manera significativa (+8,3 %) en medio de una recuperación económica después de la pandemia de la COVID-19.

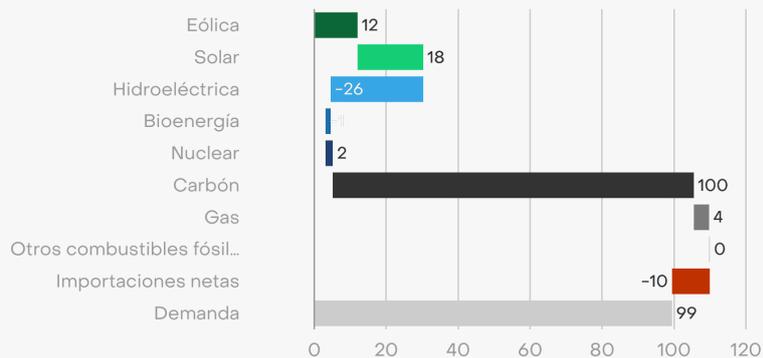
La generación de electricidad eólica y solar aumentó en conjunto 30 TWh. Esto cubrió el 30 % del aumento de la demanda en India. India informó el tercer mayor aumento en electricidad eólica y solar a nivel mundial después de China y Brasil. La generación solar sola creció 18 TWh al proporcionar el 5,9 % del aumento de la electricidad solar a nivel mundial en 2023. Por consiguiente, India superó a Japón y se convirtió en el tercer mayor generador de electricidad solar en 2023.

La generación con carbón presentó el mayor aumento en términos absolutos entre las fuentes de generación de China (+7,3 %, +100 TWh). India también tuvo el segundo mayor aumento en la generación con carbón a nivel mundial, después de China, y estuvo entre solo cuatro países que tienen un aumento mayor a 10 TWh. El 26 % del aumento en la generación con carbón en India se debió al déficit de 26 TWh en la generación de hidroelectricidad a causa de las sequías. Como resultado, la participación de carbón en la generación de electricidad de India aumentó un punto porcentual de 2022 a 75 % en 2023.

En 2023, debido a la creciente generación con carbón, las emisiones del sector eléctrico de India aumentaron un 7,2 % (+94 MtCO<sub>2</sub>) en comparación con 2022. Este aumento fue por lejos más alto que el aumento a nivel mundial del 1 % y también más alto que en la mayoría de los países del G20, incluido China (+5,9 %). México fue el único país del G20 con un gran incremento relativo en las emisiones en 2023 (+11 %, +17 MtCO<sub>2</sub>).

### India: Cambios en la generación de electricidad en 2023

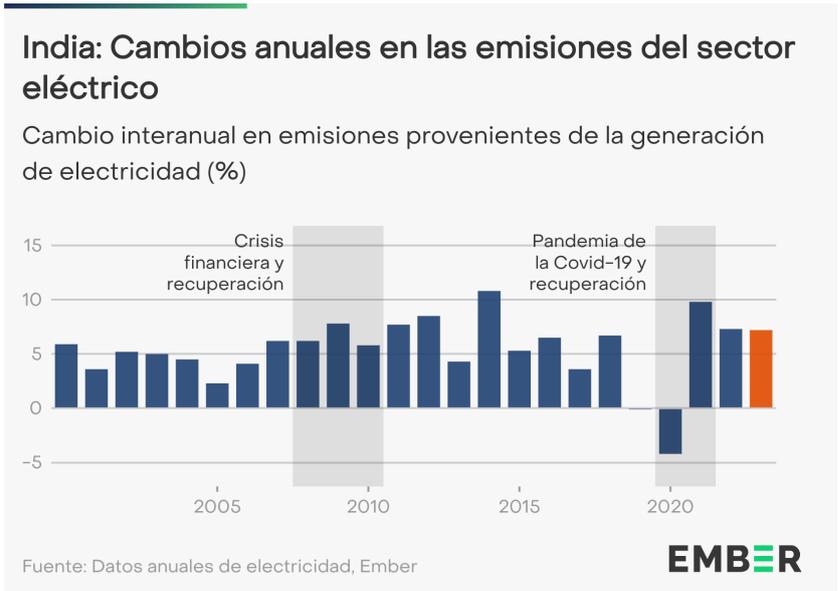
TWh



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember

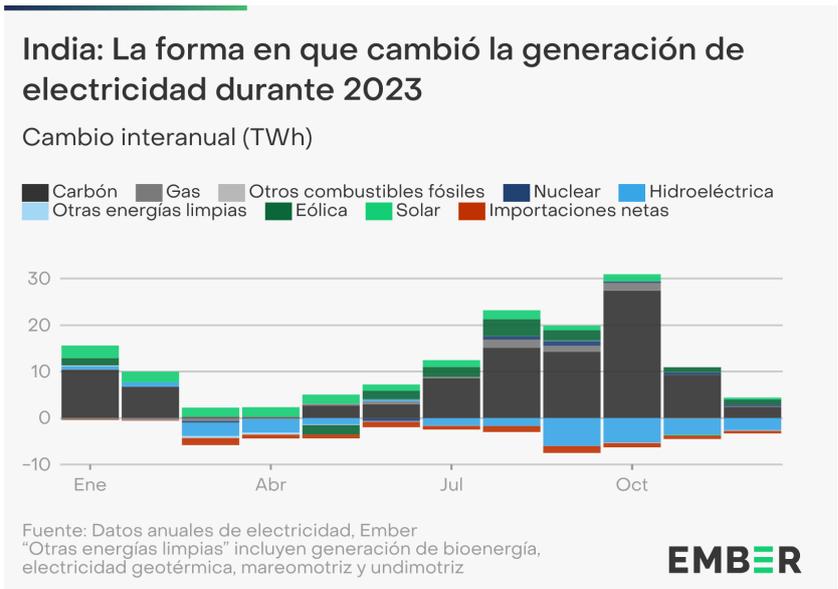
**EMBER**

Este es el tercer aumento consecutivo anual en las emisiones del sector eléctrico de India desde la pandemia de la COVID-19 y la caída consecuente en la demanda de electricidad, que causó la disminución del 4,2 % de las emisiones en 2020.



La generación de hidroelectricidad de India cayó durante la mayor parte de 2023 en comparación con 2022, pero especialmente en la segunda mitad del año debido a las sequías. Como resultado, los aumentos en la generación con carbón fueron más grandes para compensar la caída de la hidroelectricidad. La generación con carbón aumentó principalmente de agosto a octubre, con la generación en octubre de 2023 que estuvo 27 TWh por encima de los niveles de octubre de 2022.

La generación de electricidad solar también aumentó durante todo el año, aunque el mayor aumento de 2,7 TWh ocurrió en enero.



# India: tendencia a largo plazo

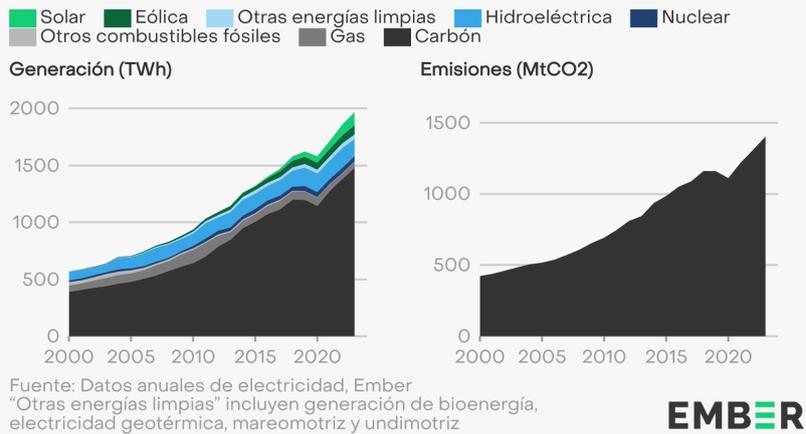
**La generación de electricidad solar en 2023 fue 17 veces mayor que en 2015, pero el carbón aún cubre la mayoría del crecimiento de la demanda de India**

La generación de electricidad solar de India ha estado aumentando de manera significativa durante las últimas dos décadas, de solo 0,01 TWh en 2000 a 113 TWh en 2023. La mayoría del crecimiento sucedió en los últimos cinco años. La generación en 2023 fue 17 veces mayor que en 2015 (6,6 TWh). La electricidad solar se más que duplicó (+145 %, +67 TWh) desde 2019.

Sin embargo, el carbón ha representado el aumento más grande desde 2000, al aumentar casi cuatro veces (+1090 TWh) de 390 TWh en 2000 a 1480 TWh en 2023.

Como resultado, las emisiones del sector eléctrico de India también se han triplicado con creces desde 2000. Sin embargo, si la generación de electricidad eólica y solar no hubiese crecido durante las últimas dos décadas y el carbón hubiera cubierto esta demanda, las emisiones del sector eléctrico de India habrían sido un 13 % más altas en 2023. Dado el crecimiento actual de la demanda de electricidad y la generación con carbón, es poco probable que las emisiones alcancen su punto máximo pronto.

## India: La forma en que han evolucionado la generación de electricidad y las emisiones del sector eléctrico en el tiempo

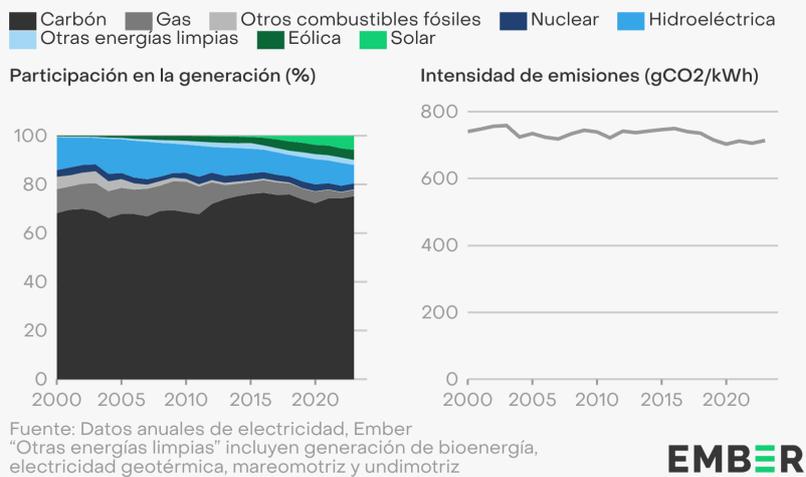


Aunque las emisiones totales del sector eléctrico de India han aumentado, la intensidad de las emisiones de electricidad ha disminuido apenas.

La participación de la generación con carbón aumentó del 68 % en 2000 al 75 % en 2023. La generación a partir del gas y otros combustibles fósiles disminuyó.

En 2000, la electricidad eólica y la solar representaban solo el 0,3 % de la generación eléctrica de India, porcentaje que aumentó al 9,9 % en 2023. Otra generación de electricidad limpia cayó, con la disminución de la participación de la hidroelectricidad del 13 % al 7,6 %. La electricidad nuclear ha seguido representando entre el 2 % y el 3 % de la generación de electricidad en India.

## India: ¿Cuán limpia es la generación de electricidad?



Sin embargo, las adiciones de electricidad eólica y solar fueron suficientes como para aumentar la participación general de la electricidad limpia del 17 % en 2000 al 22 % en 2023.

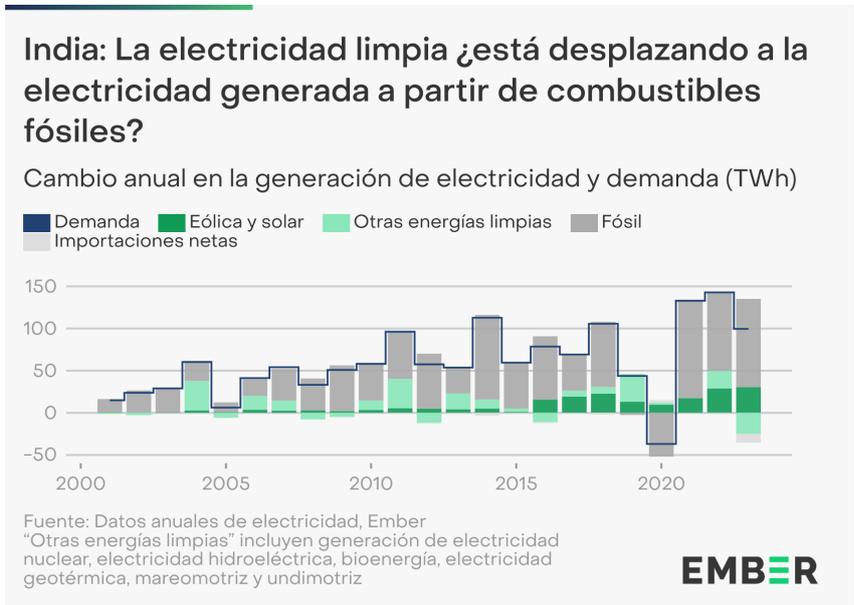
Como consecuencia, la intensidad de las emisiones del sector eléctrico de India cayó levemente a 713 gCO<sub>2</sub>/kWh, por debajo del nivel de 2000 (740 gCO<sub>2</sub>/kWh).

A pesar del progreso, la electricidad eólica, la electricidad solar y otras fuentes con baja emisión de carbono aún no están creciendo lo suficientemente rápido como para cubrir la demanda de electricidad rápidamente en aumento de India, lo que provoca un aumento continuo de las emisiones del sector eléctrico.

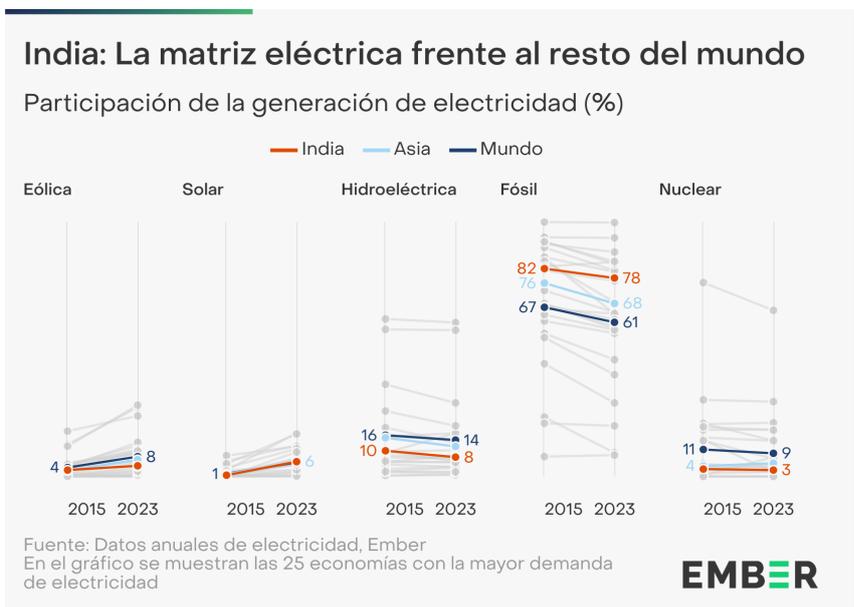
En 2023, el crecimiento en la generación de electricidad limpia cubrió solo el 5,2 % del aumento de la demanda en India. Si bien la electricidad eólica y la electricidad solar cubrieron el 30 % del aumento,

la baja producción de la hidroelectricidad creó un déficit. Solo ha habido dos años en los que el crecimiento de la electricidad limpia superó los aumentos de la demanda: en 2019 debido a buenas condiciones hidroeléctricas y un bajo crecimiento de la demanda y en 2020 debido a una caída de la demanda inducida por la pandemia.

Acelerar las adiciones de electricidad limpia probablemente será clave para cubrir la demanda de electricidad en aumento. La reciente volatilidad en las condiciones hidroeléctricas pone aún más énfasis en la necesidad del crecimiento de otras fuentes limpias como la electricidad eólica y solar.



Aunque el crecimiento de la electricidad limpia no está aumentando lo suficientemente rápido como para cubrir el aumento en la demanda, las redes eléctricas de India se han vuelto más limpias desde el Acuerdo de París en 2015. La participación de combustibles fósiles en la matriz eléctrica de India cayó cuatro puntos porcentuales, del 82 % al 78 %. Sin embargo, en comparación, la participación de la generación con combustibles fósiles en la matriz eléctrica a nivel mundial cayó más rápido, ya que disminuyó seis puntos porcentuales.



La participación de la generación de hidroelectricidad cayó durante este período en India (2,5 puntos porcentuales), pero menos que la caída promedio en Asia (3,4 puntos porcentuales).

Tanto la electricidad eólica como la solar aumentaron su participación de generación de electricidad. La generación de electricidad solar se disparó de solo el 0,5 % en 2015 al 5,8 % en 2023. Esto corresponde con la tendencia a nivel mundial y en Asia. En India, la generación de electricidad eólica aumentó levemente de 2,5 % a 4,2 %, pero se quedó atrás del crecimiento de la electricidad eólica a nivel mundial.

## India: progreso hacia las cero emisiones netas

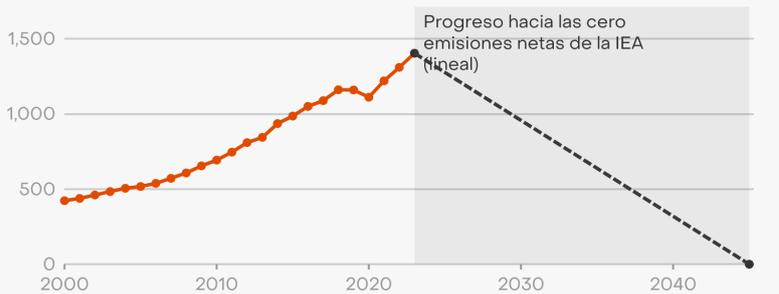
### Las emisiones de India siguen aumentando a medida que el crecimiento de la demanda supera al crecimiento de la electricidad limpia

Se espera que las emisiones del sector eléctrico aumenten durante varios años hasta que las fuentes limpias crezcan lo suficientemente rápido como para cubrir todo el aumento en la demanda de electricidad, que llevaría a alcanzar un pico en las emisiones de los combustibles fósiles y al comienzo de su declive.

Sin embargo, para alinearse con el escenario de cero emisiones netas de la IEA, el sector eléctrico tendría que descarbonizarse para 2045. Esto exige un cambio de la trayectoria de las emisiones actuales de India.

### India: Emisiones del sector eléctrico y el progreso hacia las cero emisiones netas

Emisiones provenientes de la generación de electricidad (MtCO<sub>2</sub>)



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember, IEA Net Zero (2023)

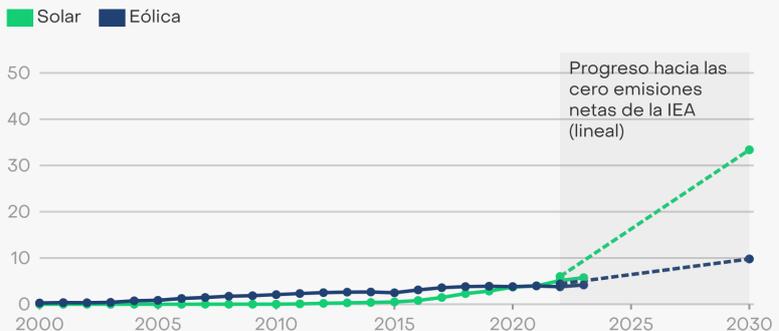


El gobierno de India ha establecido objetivos ambiciosos para las energías renovables, lo que permitirá que la generación de electricidad solar alcance los 602 TWh y a la generación de electricidad eólica alcance los 237 TWh para 2030. Para alcanzar estos objetivos, se requeriría una tasa de crecimiento anual del 27 % para la electricidad solar y 16 % para la electricidad eólica, lo cual se logró en 2023.

Según los [cálculos de Ember](#), estos objetivos necesitarían aumentar aún más para ser compatibles con el escenario de NZE de la IEA, lo que requerirá 101 mil millones de dólares de financiación adicional.

### India: Generación de electricidad solar y eólica y el progreso hacia las cero emisiones netas

Participación de la generación de electricidad (%)



Fuente: Datos anuales sobre electricidad, Ember (línea sólida); cifras de Cero emisiones netas de la IEA (2023) de 2022 y 2030 (línea punteada)



La generación necesitaría crecer a 819 TWh para la electricidad solar y a 259 TWh para la electricidad eólica para alcanzar el objetivo del escenario de la IEA para India en 2030, que sería una participación del 33 % para la electricidad solar y del 9,8 % para la generación de electricidad eólica.

India es uno de los pocos países que planifica [triplicar la capacidad renovable para 2030](#), al pretender alcanzar los 509 GW. Según el [análisis Ember](#), las adiciones anuales de capacidad necesitan aumentar de manera significativa para que India cubra este objetivo de capacidad.

# 5.4 Unión Europea

## Información destacada

01

En 2023, la electricidad eólica superó a la generada con gas en la UE para convertirse en la segunda fuente de electricidad más grande con un 17,5 %, lo que equivale a más del doble del promedio a nivel mundial de 7,8 %

02

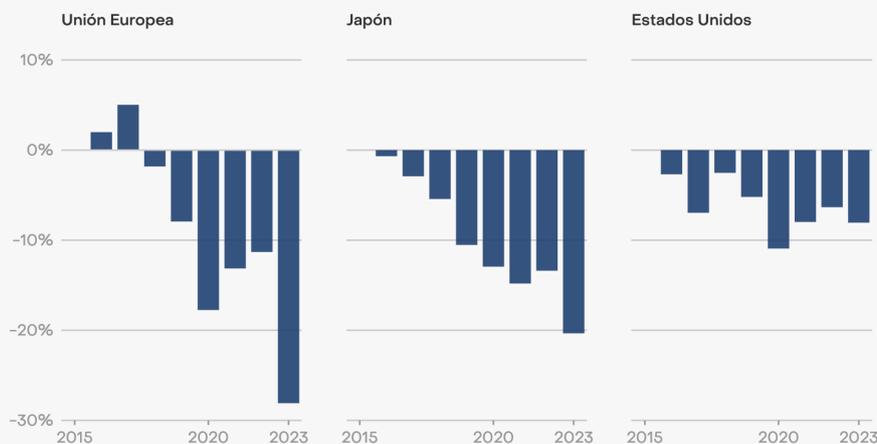
La UE contribuyó con el 17 % del crecimiento de la electricidad solar y eólica a nivel mundial en 2023

03

En los últimos diez años, la UE ha tenido el segundo descenso más grande en la generación con carbón, después de EE. UU., que ha hecho bajar las emisiones

### La UE ha experimentado el mayor cambio lejos de los combustibles fósiles entre los principales emisores de la OCDE

Cambios en la generación de electricidad a partir de combustibles fósiles desde 2015



Fuente: Datos anuales sobre electricidad, Ember

EMBER

## Unión Europea: estado actual

**En 2023, la electricidad eólica superó a la generada con gas en la UE para convertirse en la segunda fuente de electricidad más grande con un 17,5 %, lo que equivale a más del doble del promedio a nivel mundial de 7,8 %**

En 2023, la Unión Europea fue el cuarto mayor emisor del sector eléctrico a nivel mundial al emitir 657 millones de toneladas de CO2 de la generación de electricidad, después de China, Estados Unidos e India.

La UE tuvo la participación más baja de combustibles fósiles en su matriz eléctrica de los cuatro principales emisores, con solo el 33 %. Esto es aproximadamente la mitad de la participación de combustibles fósiles en la producción de electricidad a nivel mundial (61 %). En la UE, el gas tiene un papel más grande (16,7 %, 449 TWh) que el carbón (12,5 %, 336 TWh). En comparación con toda Europa, que incluye a Rusia y Turquía entre otros, la UE depende menos de los combustibles fósiles.

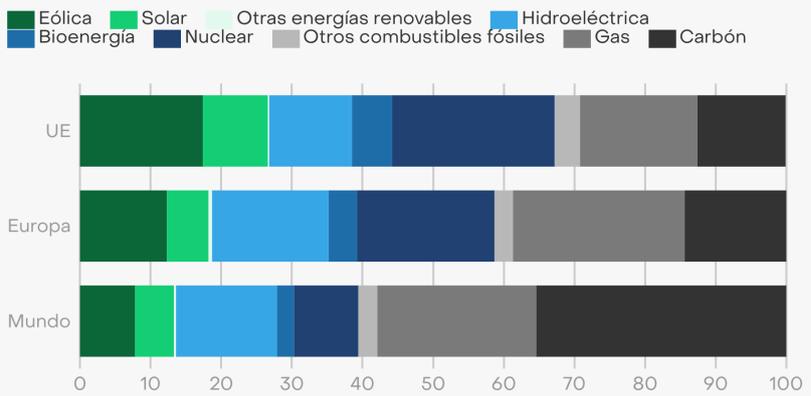
La electricidad limpia constituyó el 67 % de la matriz eléctrica de la UE. La electricidad nuclear siguió siendo la fuente más grande de electricidad (23 %, 619 TWh). La electricidad eólica se convirtió en la segunda fuente de electricidad más grande en la UE con una participación del 17,5 %, por primera vez más alto que el gas que representó el 16,7 %. En 2023, la participación de electricidad eólica y solar alcanzó un máximo histórico del 26,6 % (718 TWh), que equivale a casi el doble del promedio a nivel mundial de 13,4 %.

La intensidad del carbono de la generación de electricidad en la UE es de 244 gCO2 por kWh, que es casi la mitad del promedio a nivel mundial (480 gCO2/kWh). Esto se debe a que la UE tiene una mayor participación de electricidad limpia que el promedio a nivel mundial.

Las emisiones per cápita del sector eléctrico de la UE son de 1,5 tCO2, menos que el promedio mundial de 1,8 tCO2.

### UE: Matriz eléctrica en 2023

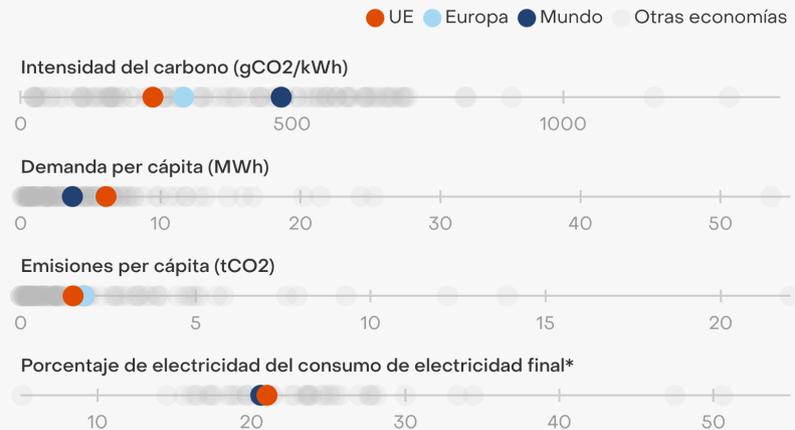
Participación de la generación eléctrica, por fuente (%)



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember

EMBER

### UE: Estado del sector eléctrico en 2023



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember, IEA 2021, UN world population prospects  
 \*Los datos de electrificación se refieren a 2021; todas las demás cifras son para 2023

EMBER

Mientras tanto, la demanda per cápita de electricidad de la UE (6,1 MWh) es casi dos tercios más alta que el promedio a nivel mundial (3,7 MWh).

La electricidad proporcionó el 21 % del consumo final de electricidad de la UE en 2021, que fue similar al promedio a nivel mundial. Se espera que esto aumente a medida que los estados miembros de la UE se electrifiquen más.

## Unión Europea: cambio en 2023

### La UE contribuyó con el 17 % del crecimiento de la electricidad solar y eólica a nivel mundial en 2023

En 2023, la demanda de electricidad de UE disminuyó un 3,4 % (-94 TWh). La caída fue en su mayoría impulsada por las reducciones en la producción en las industrias que consumen gran cantidad de electricidad. Durante la década pasada, la demanda de electricidad de la UE ha disminuido a una tasa promedio anual de 0,4 %. La caída del porcentaje en 2023 fue similar a la de 2022, cuando la UE empezó a luchar contra la crisis del gas a raíz de la invasión de Rusia a Ucrania

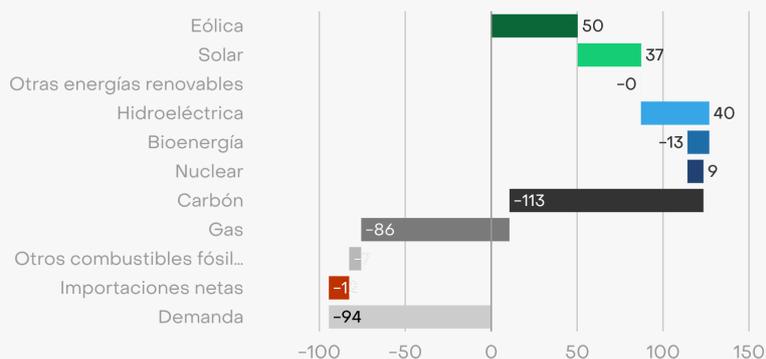
Gracias a un fuerte aumento en la electricidad limpia (+123 TWh, +7,3 %), tanto la

generación con carbón como con gas disminuyeron de manera significativa, en un 25 % (-113 TWh) y un 16 % (-86 TWh), respectivamente. Esta fue la caída absoluta más grande en la generación con combustibles fósiles en la UE desde al menos el año 2000. La electricidad eólica tuvo el incremento absoluto más alto en la generación de la historia de la UE, al aumentar 50 TWh (+12 %). La electricidad solar también creció de manera sustancial 37 TWh (+18 %).

La electricidad eólica y solar crecieron principalmente en Francia (+14 TWh), Alemania (+13 TWh), España (+12 TWh) y Países Bajos (+12 TWh). Como resultado, la UE contribuyó con el 17 % del crecimiento de la electricidad solar y eólica a nivel mundial en 2023.

### UE: Cambios en la generación de electricidad en 2023

TWh



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember

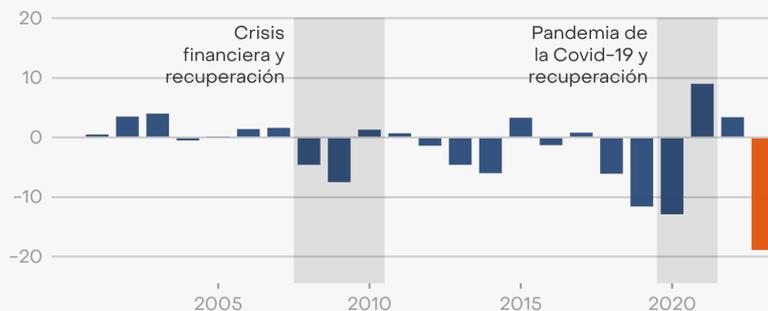
**EMBER**

En 2023, las emisiones del sector eléctrico de UE disminuyeron un 19 % (-154 MtCO<sub>2</sub>) en comparación con 2022, debido a una caída en la generación con carbón y gas, una disminución en la demanda total de electricidad y el crecimiento de la generación de electricidad limpia. Esto contrasta con el mundo y el G20, donde las emisiones del sector eléctrico aumentaron un 1 %.

Esto es la reducción absoluta más grande en las emisiones del sector eléctrico que ha tenido la UE desde 2000. El cambio de porcentaje interanual en las emisiones (-19 %) fue casi siete veces mayor que la disminución promedio de emisiones entre 2013 y 2022 (-2,8 %).

## UE: Cambios anuales en las emisiones del sector eléctrico

Cambio interanual en emisiones provenientes de la generación de electricidad (%)



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember

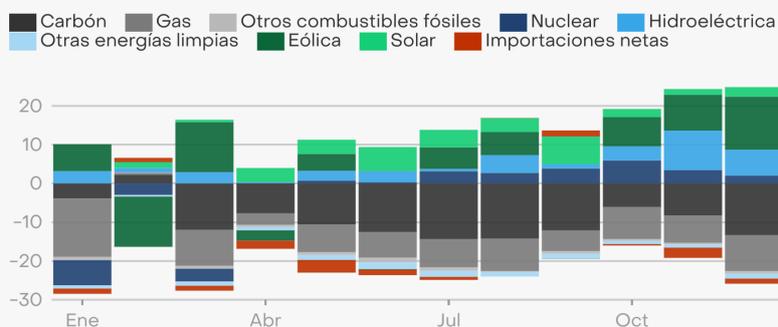
EMBER

La menor demanda de electricidad al mismo tiempo que el fuerte crecimiento de la electricidad eólica y solar en la UE llevaron a que tanto la generación con carbón como con gas cayeran durante todo el año 2023. La generación con combustibles fósiles en la UE disminuyó principalmente en diciembre debido a las condiciones hidroeléctricas y eólicas favorables, con una caída de 23 TWh (-24 %) comparado con diciembre de 2022.

Los incrementos más altos en la generación de electricidad solar se registraron en el verano porque fue en septiembre (+7,1 TWh) y en junio (+6,2 TWh) cuando se vieron los mayores aumentos interanuales.

## UE: La forma en que cambió la generación de electricidad durante 2023

Cambio interanual (TWh)



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember  
"Otras energías limpias" incluyen generación de bioenergía, electricidad geotérmica, mareomotriz y undimotriz

EMBER

# Unión Europea: tendencia a largo plazo

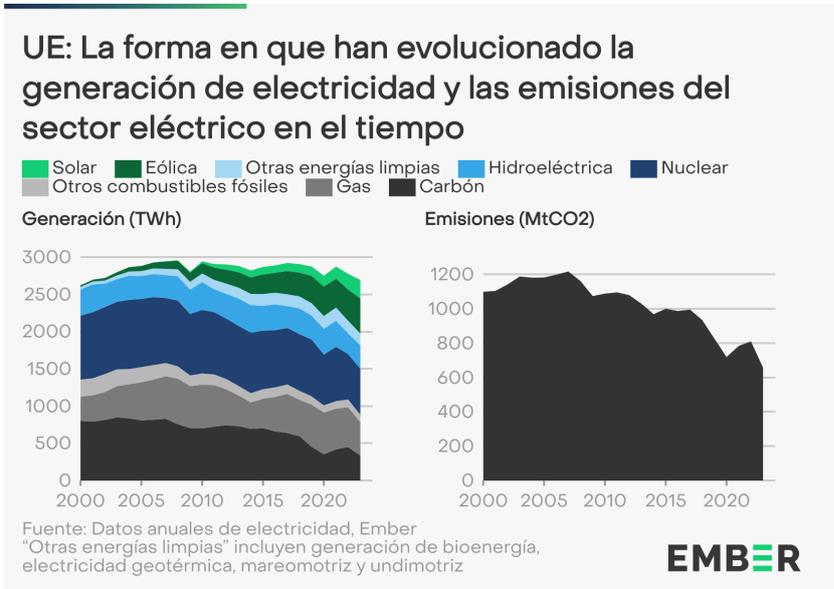
**Durante la última década, la UE ha tenido el segundo descenso más grande en la generación con carbón, después de EE. UU., al hacer bajar las emisiones**

A principios de la década de 2000, la demanda de electricidad en la UE estaba en una tendencia al alza, ya que aumentaba a una tasa anual promedio del 1,5 %. Sin embargo, desde la crisis financiera mundial, esta tendencia se ha revertido a un descenso promedio de 0,6 % anual entre 2008 y 2023.

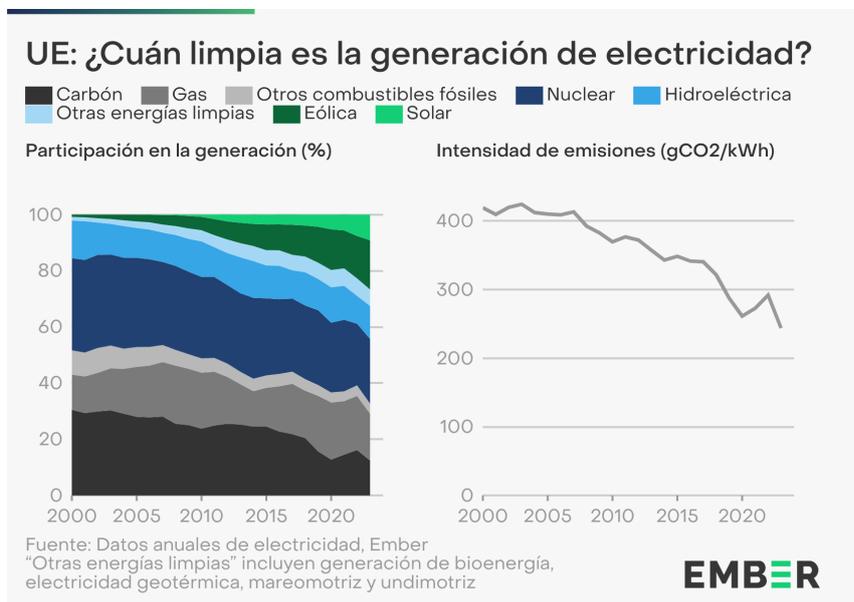
La demanda de electricidad también cayó de manera abrupta en 2020 debido a la crisis de la COVID-19. La demanda en la UE se recuperó hacia los niveles de 2019 en 2021, pero cayó más del 3 % tanto en 2022 como en 2023.

Por el contrario, la generación de electricidad limpia ha crecido notablemente, ya que aumentó en un 43 % desde 2000 a 2023. La electricidad eólica y la solar son las mayores colaboradoras con el aumento en la generación limpia, especialmente en los últimos diez años. La electricidad eólica aumentó de 209 TWh en 2013 a 470 TWh en 2023. La electricidad solar se triplicó de 84 TWh en 2013 a 248 TWh en 2023.

En los últimos diez años, la generación con carbón en la UE disminuyó 393 TWh, que es la segunda mayor caída después de EE. UU. (-906 TWh). Las emisiones del sector eléctrico de la UE alcanzaron su pico histórico en 2007 y han estado en una trayectoria descendente desde entonces, ya que alcanzaron su nivel más bajo en 2023, 46 % por debajo del pico.



Mientras que la participación de la generación de hidroelectricidad de la UE se mantuvo estable entre el 10 % y el 14 % desde 2000 hasta 2023, la participación de la electricidad nuclear en la matriz de la UE comenzó a caer de manera gradual después de 2010, del 29 % en 2010 al 23 % en 2023. La electricidad eólica y solar creció del 0,8 % al 27 % de la matriz eléctrica total desde 2000 a 2023. La generación con combustibles fósiles disminuyó del 52 % de la matriz en 2000 al 33 % en 2023.



En 2023, la intensidad de las emisiones del sector energético de la UE cayó a 244 gCO<sub>2</sub>/kWh, es decir 58 % por debajo del nivel de 2000 (419 gCO<sub>2</sub>/kWh). El promedio mundial tuvo un declive de 7 % en el mismo período.

Las emisiones del sector eléctrico de la UE alcanzaron su pico histórico en 2007, ya que el crecimiento de la electricidad limpia ha sido lo suficientemente grande como para desplazar a los combustibles fósiles. Como resultado, el sector eléctrico de la UE se está descarbonizando de manera rápida.

Sin embargo, esto se ha logrado principalmente en el contexto de la demanda en descenso de electricidad en la UE. El año 2008 fue el único que tuvo la demanda en aumento de electricidad en la UE, donde el crecimiento de la electricidad limpia fue más alto que el crecimiento de la demanda, lo que dio como resultado un descenso en la generación con combustibles fósiles. Aparte de 2008, las reducciones en la generación con combustibles fósiles solo han ocurrido en años donde la demanda cayó.

En 2023, el aumento absoluto en la generación de electricidad limpia de la UE (+123 TWh), junto con la caída de la demanda (-94 TWh), fue lo suficientemente grande como para impulsar la caída significativa en la generación con combustibles fósiles (-206 TWh).

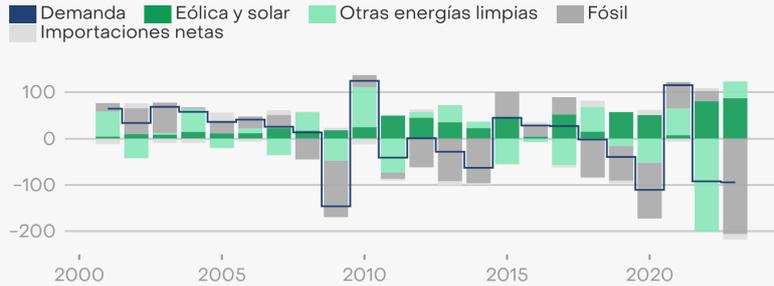
En 2022, la generación deficiente de hidroelectricidad debido a las sequías hizo que la generación con combustibles fósiles aumentara, a pesar de las adiciones récord de electricidad eólica y solar. En 2023, la generación se recuperó a su nivel usual. No está claro si la generación hidroeléctrica se estabilizará a medida que ya que el clima extremo y las condiciones empeoran.

La red eléctrica de la UE se ha vuelto más limpia desde el Acuerdo de París en 2015. La participación de la electricidad con combustibles fósiles cayó diez puntos porcentuales, del 43 % al 33 %, lo que representa el doble del descenso en puntos porcentuales en la generación con combustibles fósiles a nivel mundial.

La electricidad eólica es la fuente que ha conseguido la participación más grande de la electricidad de la UE al aumentar nueve puntos porcentuales, del 9,2 % en 2015 al 17,5 % en 2023.

### UE: La electricidad limpia ¿está desplazando a la electricidad generada a partir de combustibles fósiles?

Cambio anual en la generación de electricidad y demanda (TWh)

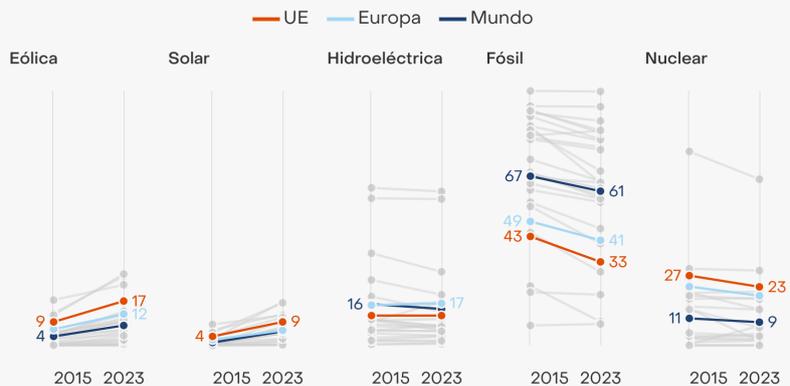


Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember  
 "Otras energías limpias" incluyen generación de electricidad nuclear, electricidad hidroeléctrica, bioenergía, electricidad geotérmica, mareomotriz y undimotriz



### UE: La matriz eléctrica frente al resto del mundo

Participación de la generación de electricidad (%)



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember  
 En el gráfico se muestran las 25 economías con la mayor demanda de electricidad



La electricidad solar aumentó cinco puntos porcentuales, del 3,5 % en 2015 al 9,2 % en 2023. El aumento en la participación de la electricidad eólica estuvo mucho más inclinado en la UE en comparación con el promedio a nivel mundial, mientras que el aumento en la participación de la electricidad solar coincidió con las tendencias mundiales.

## Unión Europea: progreso hacia las cero emisiones netas

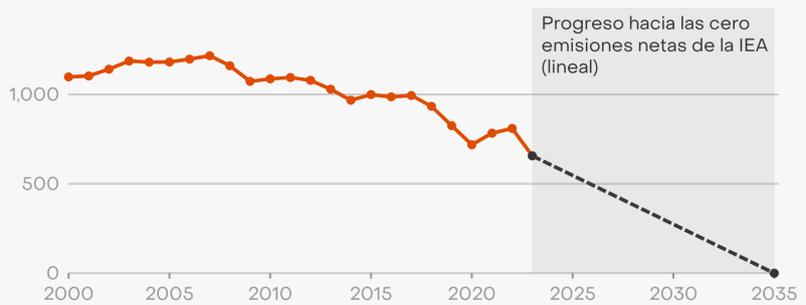
### El crecimiento de la electricidad eólica y solar de la UE está encaminado para alcanzar los objetivos

Según el [escenario de cero emisiones netas de la IEA](#), la UE y otras economías maduras necesitan reducir sus emisiones del sector eléctrico a casi cero para 2035.

Desde 2015, la UE ha registrado una caída promedio anual de 43 MtCO<sub>2</sub>. Entonces, para alinearse con el escenario de NZE de la IEA, se necesita una caída promedio anual de 54 MtCO<sub>2</sub>. Esta trayectoria es alcanzable, si la UE continúa expandiendo el empleo de las fuentes de electricidad limpia a la tasa actual, sobre todo la electricidad eólica y solar.

#### UE: Emisiones del sector eléctrico y el progreso hacia las cero emisiones netas

Emisiones provenientes de la generación de electricidad (MtCO<sub>2</sub>)



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember, IEA Net Zero (2023)



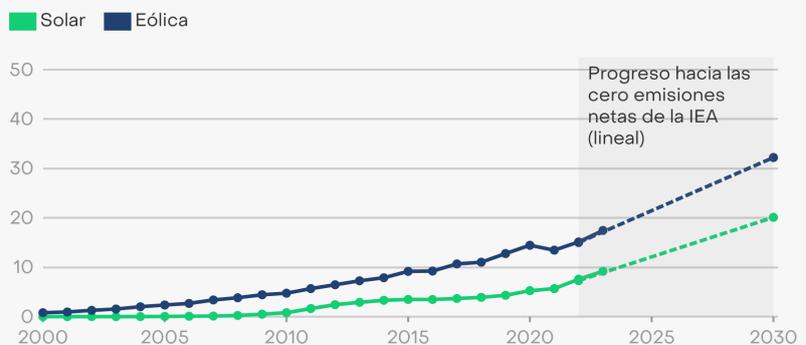
En el escenario de NZE de la IEA, el porcentaje de la electricidad eólica y solar aumenta de manera rápida durante la década de 2020. La electricidad eólica alcanzaría una participación del 32 % y la solar del 20 % para 2030. En conjunto, estas dos fuentes representarían más de la mitad de la generación de electricidad de la UE en 2030.

En los últimos años, la generación de electricidad eólica y solar ha aumentado conforme a esta trayectoria.

La Unión Europea aspira a alcanzar [1236 GW de capacidad renovable para 2030](#) y el 72 % de participación de energía renovable en la generación total como se propone en el plan [REPowerEU](#). Este objetivo es alcanzable si las adiciones anuales de capacidad continúan en su última trayectoria de crecimiento.

#### UE: Generación de electricidad solar y eólica y el progreso hacia las cero emisiones netas

Participación de la generación de electricidad (%)



Fuente: Datos anuales sobre electricidad, Ember (línea sólida); cifras de Cero emisiones netas de la IEA (2023) de 2022 y 2030 (línea punteada)



# 5.5 Rusia

## Información destacada

01

Las emisiones del sector eléctrico de Rusia aumentaron un 2 % en 2023, más rápido que el promedio a nivel mundial

02

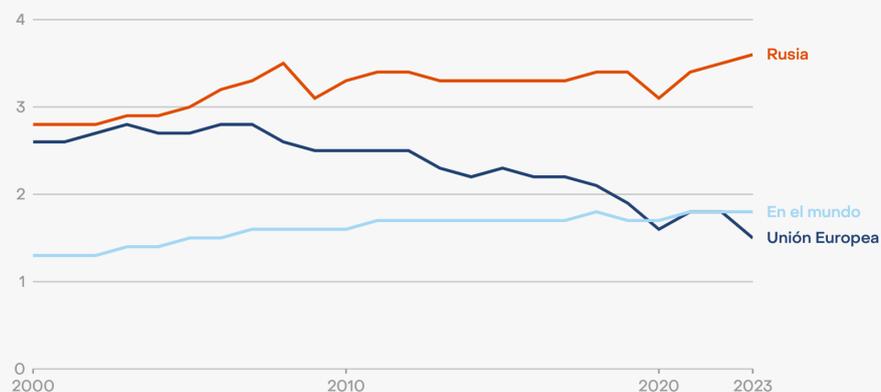
Las emisiones per cápita en Rusia fueron el doble del promedio a nivel mundial en 2023

03

La matriz eléctrica de Rusia permanece casi invariable en comparación con hace dos décadas

**Mientras las emisiones del sector eléctrico per cápita de la UE caen por debajo del promedio mundial, las de Rusia continúan creciendo**

Toneladas de CO<sub>2</sub> por cápita provenientes de la generación de electricidad



Fuente: Datos anuales sobre electricidad, Ember  
Las emisiones equivalen a CO<sub>2</sub>

## Rusia: estado actual

### Las emisiones per cápita en Rusia fueron el doble del promedio a nivel mundial en 2023

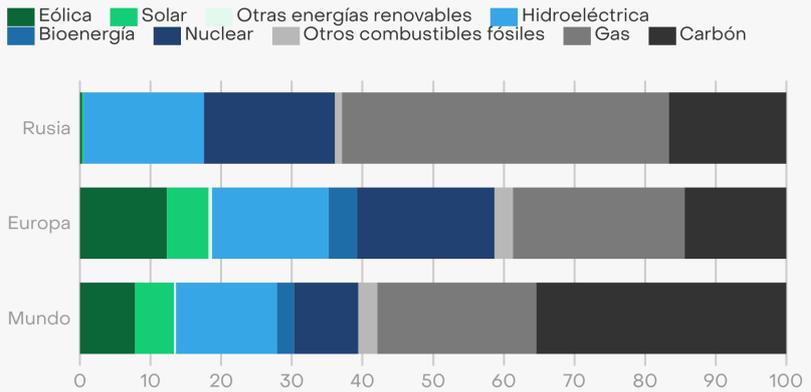
En 2023, Rusia fue el quinto mayor emisor del sector eléctrico a nivel mundial al emitir 519 millones de toneladas de CO2.

Los combustibles fósiles representan el 64 % de la matriz eléctrica del país. La generación con gas es la mayor fuente de combustible fósil, con un 46 % (545 TWh), seguida por el carbón (17 %, 196 TWh).

La electricidad limpia representó el 36 % de la matriz con el 18 % (217 TWh) que proviene de la electricidad nuclear y el 17 % (201 TWh) de la hidroelectricidad. La electricidad eólica y solar permanecieron marginales con solo el 0,5 % (5,4 TWh). Por el contrario, la generación eólica y solar en su vecina, la UE, fue 133 veces mayor (718 TWh).

#### Rusia: Matriz eléctrica en 2023

Participación de la generación eléctrica, por fuente (%)



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember

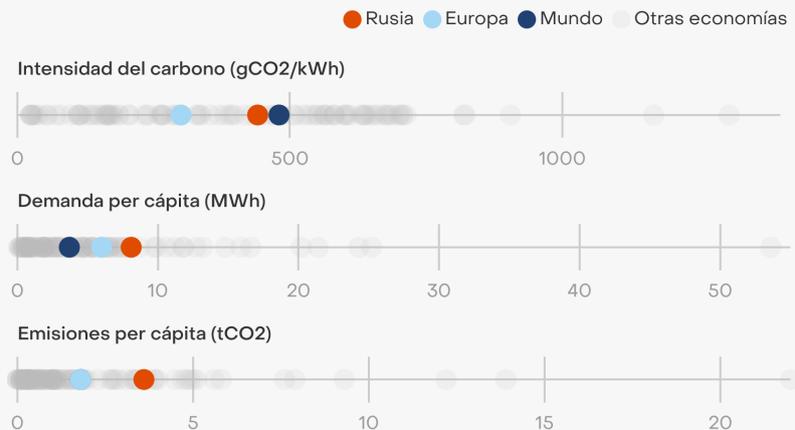
EMBER

A 441 gCO2 por kWh, la producción de electricidad de Rusia tiene apenas menos intensidad de carbono que el promedio a nivel mundial (480 gCO2/kWh), pero está significativamente por encima del promedio de los países europeos, que es de 300 gCO2/kWh.

Las emisiones per cápita en Rusia fueron de 3,6 tCO2, que equivale al doble del promedio a nivel mundial de 1,8 tCO2.

La demanda per cápita de Rusia de 8,1 MWh en 2023 fue más del doble del promedio a nivel mundial de 3,7 MWh.

#### Rusia: Estado del sector eléctrico en 2023



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember, IEA 2021, UN world population prospects  
 \*Los datos de electrificación se refieren a 2021; todas las demás cifras son para 2023

EMBER

## Rusia: cambio en 2023

**Las emisiones del sector eléctrico de Rusia aumentaron 2 % en 2023, más rápido que el promedio a nivel mundial del 1 %**

Los cambios en el sector eléctrico de Rusia fueron mínimos en 2023. La demanda eléctrica creció 19 TWh, lo que constituyó un aumento moderado del 1,6 %.

La generación con gas cubrió la mayoría de este aumento al crecer 11 TWh (+2 %) frente a 2022. Un descenso en las exportaciones (aumento en importaciones netas) cubrió la mayor parte de la producción adicional de electricidad requerida.

La electricidad nuclear tuvo un pequeño descenso de 6,2 TWh (-2,8 %), mientras que la electricidad con carbón y la hidroeléctrica crecieron 3,9 TWh y 2,9 TWh, respectivamente.

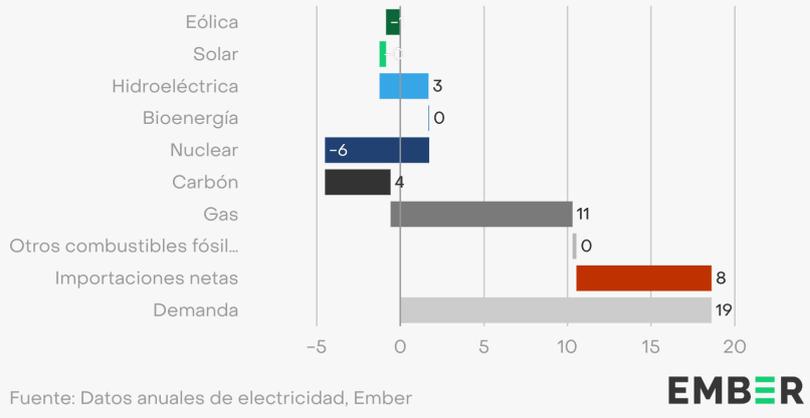
La electricidad eólica y solar combinadas tuvieron una pequeña reducción de 1,2 TWh, debido a las condiciones climáticas desfavorables, a partir de una base de generación ya baja de solo 6,6 TWh en 2022.

Las emisiones del sector eléctrico de Rusia aumentaron un 2 % en 2023, como consecuencia de un aumento moderado en la demanda que fue cubierta principalmente por la generación con carbón y con gas.

El aumento del 2 % en 2023 marca el tercer año consecutivo de emisiones en aumento, en comparación con la vecina de Rusia, la UE, que registró una caída del 19 % de emisiones sin precedentes. Las emisiones del sector eléctrico de Rusia aumentaron más rápido que el aumento a nivel mundial del 1 %.

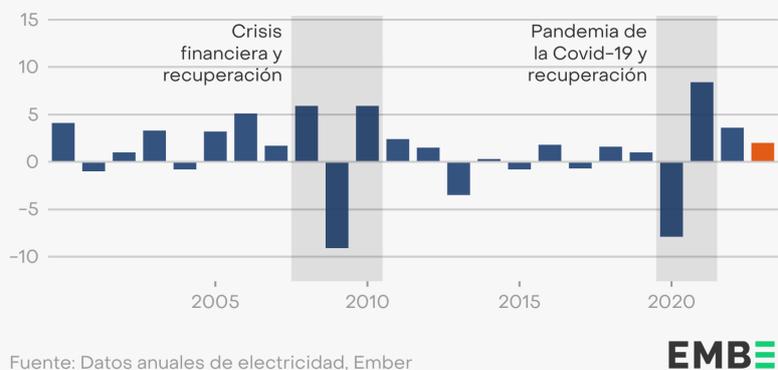
### Rusia: Cambios en la generación de electricidad en 2023

TWh



### Rusia: Cambios anuales en las emisiones del sector eléctrico

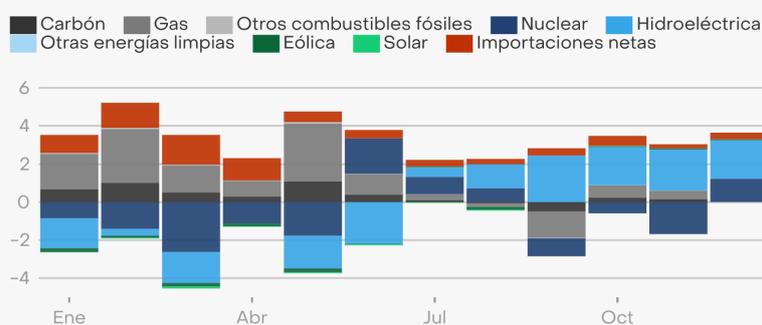
Cambio interanual en emisiones provenientes de la generación de electricidad (%)



A pesar de que los cambios en la generación durante 2022 se mantuvieron pequeños a lo largo de 2023, existe un patrón claro entre la primera y la segunda mitad del año. En la primera mitad del año, la producción inferior de las plantas nucleares e hidroeléctricas en comparación con 2022 llevó a un crecimiento más fuerte en la generación con carbón y con gas, así como también a menores exportaciones (mayores importaciones netas). Por ejemplo, mayo tuvo una caída de 1,8 TWh en la generación de electricidad nuclear y una caída de 1,7 TWh en la generación de hidroelectricidad. A esto lo compensó un aumento de 1,1 TWh en el carbón, una reducción en las exportaciones y un aumento de 3 TWh en el gas, el mayor aumento interanual en el gas de cualquier mes en 2023.

## Rusia: La forma en que cambió la generación de electricidad durante 2023

Cambio interanual (TWh)



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember  
"Otras energías limpias" incluyen generación de bioenergía, electricidad geotérmica, mareomotriz y undimotriz

EMBER

En la segunda parte del año hubo una recuperación en las condiciones hidroeléctricas en comparación con 2022, y la generación aumentó de manera constante e interanual desde julio hasta diciembre.

## Rusia: tendencia a largo plazo

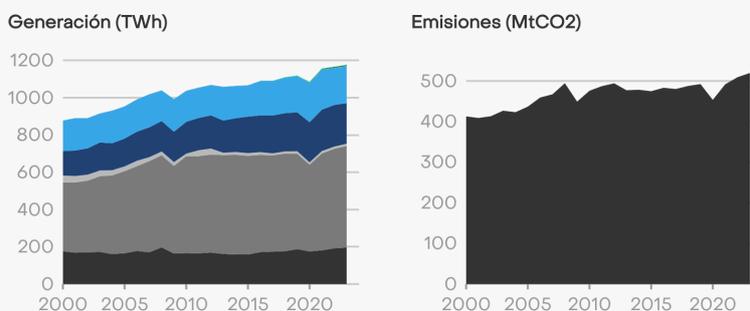
### La matriz eléctrica de Rusia permanece casi invariable en comparación con hace dos décadas

La demanda de electricidad en Rusia ha estado creciendo durante las últimas dos décadas con breves interrupciones desde la crisis financiera de 2008 y la pandemia por la COVID-19 de 2020. La demanda de electricidad en 2023 (1169 TWh) fue 35 % más alta en comparación con 2000 (864 TWh).

De manera similar, la generación con combustibles fósiles, principalmente el gas, ha aumentado el 29 % desde 2000 hasta 2023. El aumento de 170 TWh desde 583 TWh hasta 753 TWh cubrió más de la mitad (56 %) del incremento en la demanda de electricidad de Rusia durante ese período. Al resto lo cubrió un aumento moderado en la generación de electricidad nuclear e hidroeléctrica.

### Rusia: La forma en que han evolucionado la generación de electricidad y las emisiones del sector eléctrico en el tiempo

Solar, Eólica, Otras energías limpias, Hidroeléctrica, Nuclear, Otros combustibles fósiles, Gas, Carbón



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember  
"Otras energías limpias" incluyen generación de bioenergía, electricidad geotérmica, mareomotriz y undimotriz

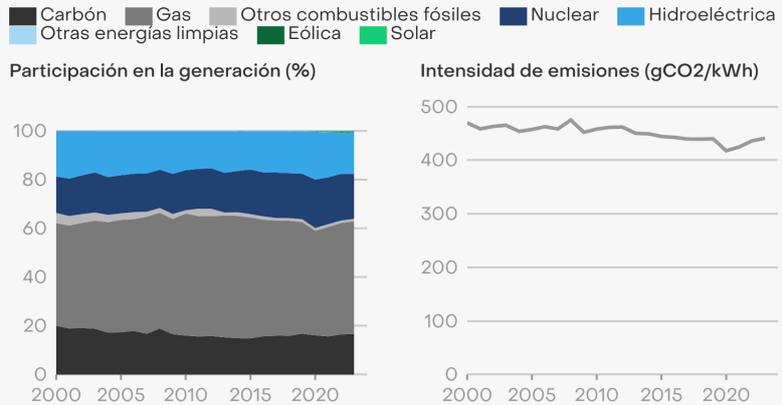
EMBER

Por consecuencia del aumento en la generación de electricidad con combustibles fósiles, las emisiones incrementaron un 26 %, de 413 MtCO2 en 2000 a 519 MtCO2 en 2023.

La matriz eléctrica de Rusia permanece casi invariable en comparación con hace dos décadas. Como resultado, la intensidad de las emisiones de la generación de electricidad de 441 gCO<sub>2</sub>/kWh en 2023 fue solo 6,2 % inferior a lo que fue en 2000 (470 gCO<sub>2</sub>/kWh). En contraste, la Unión Europea vio caer su intensidad de emisiones en un 42 % a 244 gCO<sub>2</sub>/kWh durante el mismo período.

La continua dependencia de la electricidad con combustibles fósiles de Rusia se explica de manera parcial por la disponibilidad de los recursos domésticos del carbón y del gas. Sin embargo, Rusia no solo está rezagada con respecto a la Unión Europea. Las naciones del Medio Oriente que son ricas en combustibles fósiles, como los Emiratos Árabes Unidos y Arabia Saudita, han comenzado a diversificar sus matrices eléctricas.

### Rusia: ¿Cuán limpia es la generación de electricidad?



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember "Otras energías limpias" incluyen generación de bioenergía, electricidad geotérmica, mareomotriz y undimotriz

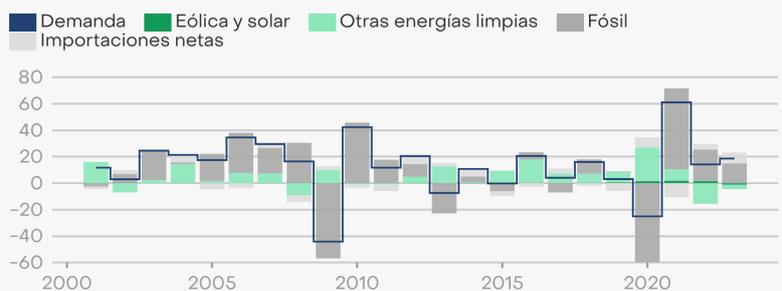


Los cambios en la generación nuclear e hidroeléctrica dominan las adiciones de electricidad limpia. Las adiciones en la generación con combustibles fósiles cubren principalmente la creciente demanda de electricidad. En cambio, las grandes caídas en la generación con combustibles fósiles son el resultado de las caídas en la demanda de electricidad.

La última caída significativa en la generación con combustibles fósiles se debió a la reducción en la demanda durante la pandemia por la COVID-19 en 2020.

### Rusia: La electricidad limpia ¿está desplazando a la electricidad generada a partir de combustibles fósiles?

Cambio anual en la generación de electricidad y demanda (TWh)



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember "Otras energías limpias" incluyen generación de electricidad nuclear, electricidad hidroeléctrica, bioenergía, electricidad geotérmica, mareomotriz y undimotriz

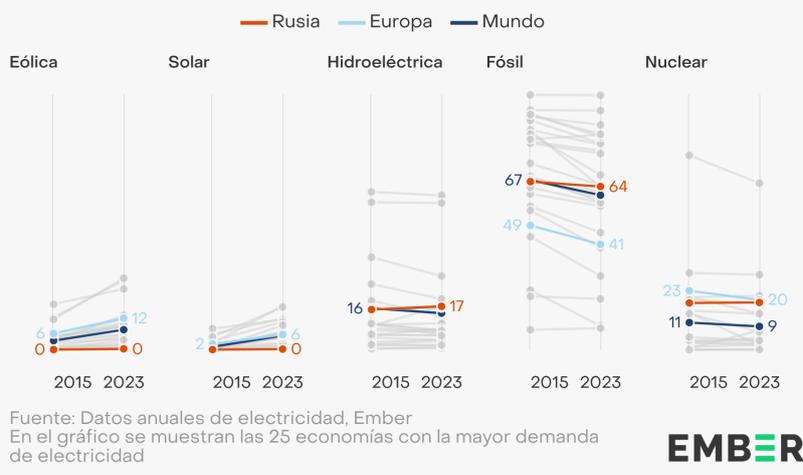


La matriz eléctrica de Rusia en gran parte se ha mantenido invariable desde el Acuerdo de París en 2015. La participación de la generación con combustibles fósiles ha disminuido solo dos puntos porcentuales desde 2015, es decir del 66 % al 64 %, a pesar de que Rusia anunció un [objetivo de reducción de emisiones del 70 %](#) en toda la economía mundial para 2030 en comparación con los niveles de 1990.

Otras fuentes también han permanecido en gran medida en los mismos niveles que en 2015. Crucialmente, la adopción de electricidad eólica y solar de Rusia queda rezagada frente al mundo y sus vecinos. En 2023, la electricidad eólica y la solar solo representaron el 0,3 % y 0,2 %, respectivamente. Desde 2015, el porcentaje de electricidad eólica aumentó del 6,3 % al 12,3 % y el porcentaje de electricidad solar aumentó del 2,2 % al 5,9 % en toda Europa, con tendencias similares a nivel mundial.

## Rusia: La matriz eléctrica frente al resto del mundo

Participación de la generación de electricidad (%)



EMBER

## Rusia: progreso hacia las cero emisiones netas

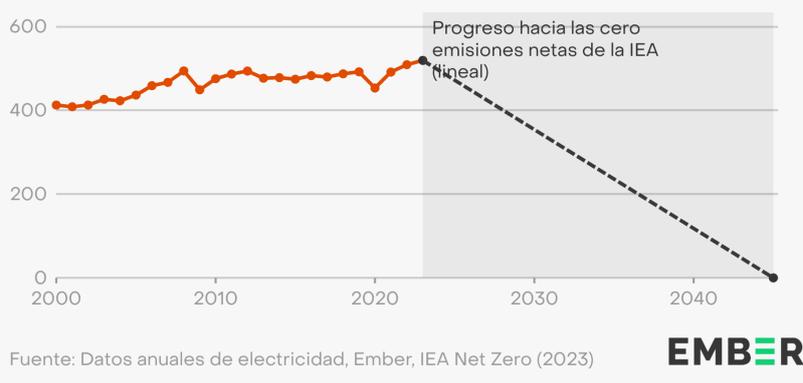
**Las emisiones del sector eléctrico de Rusia están aumentando, cuando deberían estar disminuyendo**

Según el [escenario de cero emisiones netas de la IEA](#), Rusia necesita reducir sus emisiones del sector eléctrico a casi cero para 2045.

Entre 2016 y 2023, las emisiones del sector eléctrico de Rusia han estado aumentando un promedio de 5,6 MtCO<sub>2</sub> por año. Entonces, esta tendencia debería revertirse a una caída anual de 24 MtCO<sub>2</sub> para alinearse con el escenario de NZE de la IEA. Con el crecimiento en fuentes limpias, y en particular la electricidad eólica y la solar rezagadas con respecto a otros países, Rusia corre el riesgo actual de no cumplir los objetivos climáticos por un amplio margen si no acelera el despliegue de estas tecnologías.

## Rusia: Emisiones del sector eléctrico y el progreso hacia las cero emisiones netas

Emisiones provenientes de la generación de electricidad (MtCO<sub>2</sub>)



EMBER

# 5.6 Japón

## Información destacada

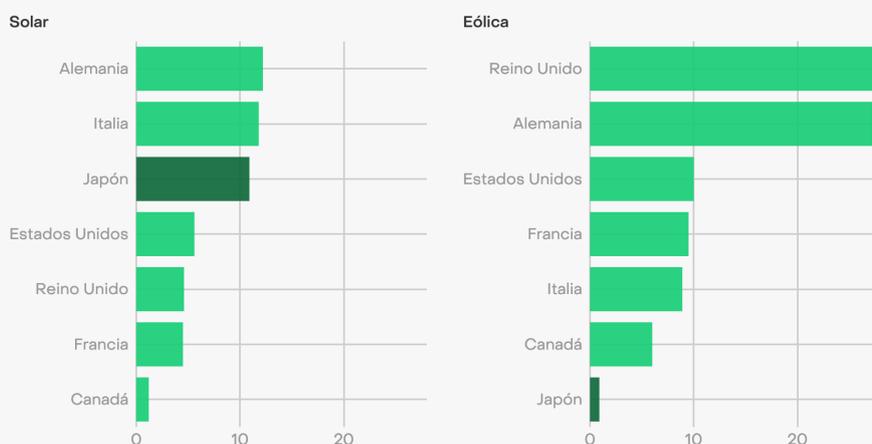
**01** La electricidad solar generó el 11 % de la electricidad de Japón en 2023, el doble del promedio a nivel mundial, pero la generación de electricidad eólica se mantuvo baja, ya que representó solo el 0,9 % de la matriz

**02** Las emisiones del sector eléctrico de Japón cayeron un 7,3 % en 2023, apenas por debajo del promedio del 7,6 % del G7

**03** La intensidad de las emisiones de la electricidad de Japón fue un 14 % más alta en 2023 que en 2000, mientras que todos los demás países del G7 tuvieron descensos

**Japón es líder en electricidad solar en el G7, pero se queda rezagado en electricidad eólica.**

Participación de la generación de electricidad en 2023 (%)



Fuente: Datos anuales sobre electricidad, Ember

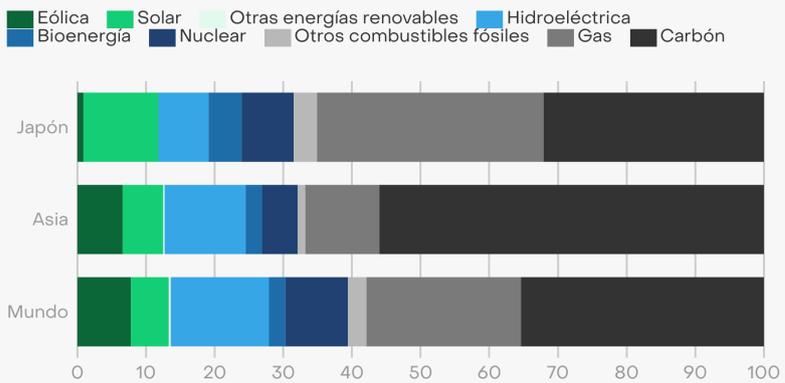
## Japón: estado actual

**La electricidad solar generó el 11 % de la electricidad de Japón en 2023, el doble del promedio a nivel mundial, pero la participación de electricidad eólica de la matriz se mantuvo baja, ya que representó solo el 0,9 %**

En 2023, Japón fue el sexto mayor emisor del sector eléctrico a nivel mundial al emitir 491 millones de toneladas de CO2 de generación de electricidad, después de China, Estados Unidos, India, la UE y Rusia. Dependiendo de los combustibles fósiles impulsa principalmente las emisiones altas de Japón. Entre los países del G7, Japón tiene el mayor porcentaje de generación de electricidad con combustibles fósiles (69 %). Esto también equivale a ocho puntos porcentuales más altos que el porcentaje de combustibles fósiles en la generación de electricidad a nivel mundial (61 %). El carbón (32 %) y el gas (33 %) son las principales fuentes de generación de electricidad en Japón.

### Japón: Matriz eléctrica en 2023

Participación de la generación eléctrica, por fuente (%)



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember

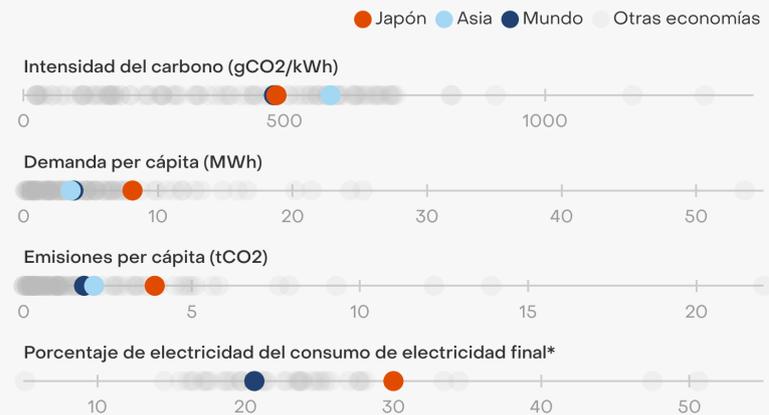


La electricidad limpia representó menos que un tercio de la matriz eléctrica de Japón (31 %) en 2023, ocho puntos porcentuales por debajo del 39 % que representa la electricidad limpia a nivel mundial y por debajo del promedio en Asia (32 %).

La mayor parte del crecimiento de la electricidad limpia de Japón provino de la electricidad solar en la última década, que alcanzó una participación récord del 11 % en 2023 y posicionó a Japón en el noveno lugar a nivel mundial en cuanto a porcentaje solar, el doble del promedio mundial del 5,5 %. La generación de electricidad eólica se mantuvo baja a solo el 0,9 % de la matriz eléctrica, pese al [potencial significativo](#). La electricidad nuclear generó el 7,6 % de la electricidad en Japón en 2023 y la hidroelectricidad el 7,3 %.

En 2023, la intensidad del carbono del sector eléctrico de Japón fue de 485 gCO2 por kWh, similar al promedio a nivel mundial de 480 gCO2/kWh. Sin embargo, las emisiones per cápita (3,9 tCO2) fueron más del doble del promedio mundial (1,8 tCO2). Esto es porque la demanda per cápita de electricidad de Japón fue de 8,1 MWh, más del doble de la demanda per cápita en todo Asia y el mundo.

### Japón: Estado del sector eléctrico en 2023



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember, IEA 2021, UN world population prospects  
 \*Los datos de electrificación se refieren a 2021; todas las demás cifras son para 2023



La electricidad proporcionó el 30 % del consumo final de electricidad de Japón en 2021, que es significativamente superior al promedio a nivel mundial del 21 %. Se espera que esto aumente a medida que la economía de Japón se electrifique.

## Japón: cambio en 2023

**Las emisiones del sector eléctrico de Japón cayeron un 7,3 % en 2023, apenas por debajo del promedio del 7,6 % del G7**

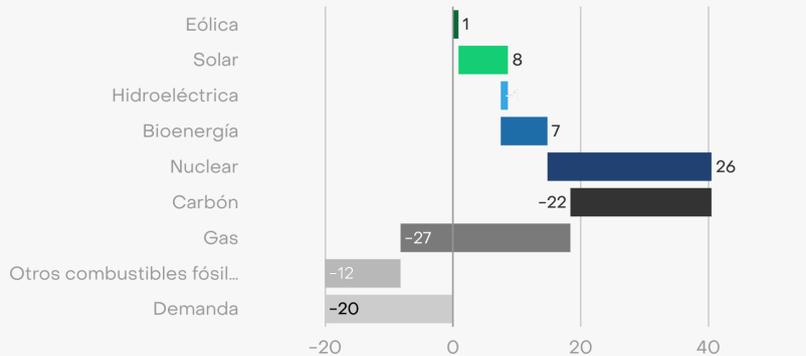
En 2023, la demanda de electricidad de Japón disminuyó un 1,9 % (-20 TWh) después de crecer durante dos años consecutivos en 2021 y 2022. La disminución en la demanda, junto con un aumento en la electricidad limpia, llevó a caídas tanto en la generación con gas (-27 TWh, -7,4 %) como con carbón (-22 TWh, -6,3 %). La caída en la generación con combustibles fósiles en 2023 (-61 TWh, -8 %) fue la mayor caída absoluta de Japón desde 2009.

En los últimos años, la política de eliminación gradual de la electricidad nuclear de

Japón ha sido revertida por la política "Transformación verde" (GX, Green Transformation), que entró en vigencia en 2023. La política GX busca aumentar el uso de la electricidad limpia, incluida la extensión de por vida de las centrales nucleares. La generación de electricidad nuclear de Japón creció el 50 % (+26 TWh) con el reinicio de las operaciones de algunos de los antiguos reactores nucleares en 2023. La electricidad nuclear generó el 7,6 % de la electricidad total, es decir, un aumento de 2,6 puntos porcentuales desde 2022.

### Japón: Cambios en la generación de electricidad en 2023

TWh



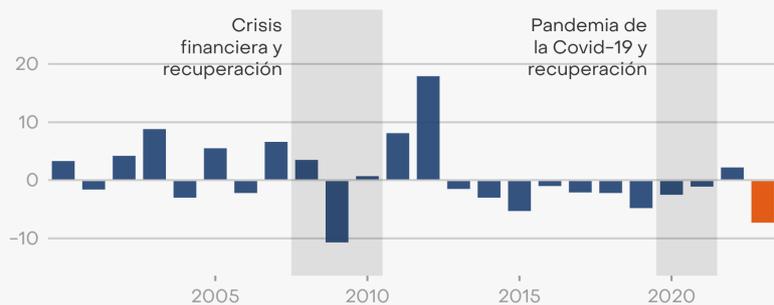
Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember

EMBER

En 2023, las emisiones del sector eléctrico de Japón fueron de 491 MtCO<sub>2</sub>, es decir, descendieron un 7,3 % (-39 MtCO<sub>2</sub>) en comparación con 2022. La caída fue el resultado de la disminución en el uso del carbón y gas, mientras que la generación de electricidad limpia aumentó y la demanda disminuyó. Por el contrario, en el mundo se observó un aumento en las emisiones del sector eléctrico del 1 %. En el G7, las emisiones del sector eléctrico cayeron un 7,6 % en 2023.

### Japón: Cambios anuales en las emisiones del sector eléctrico

Cambio interanual en emisiones provenientes de la generación de electricidad (%)



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember

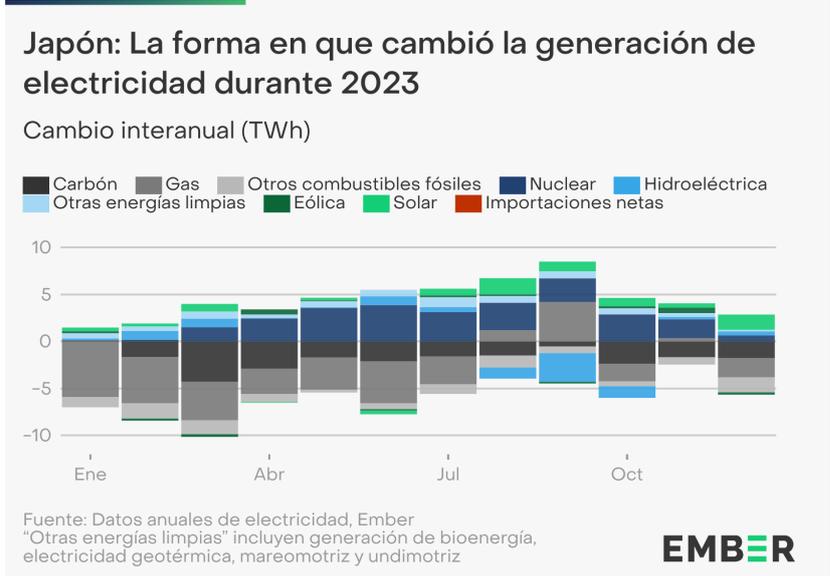
EMBER

En 2023, Japón logró las reducciones más grandes, tanto en términos absolutos como porcentuales, en las emisiones de la última década. La caída interanual porcentual en las emisiones (-7,3 %) fue significativamente mayor que la disminución promedio anual de emisiones durante la última década (-2,1 %).

La generación con combustibles fósiles de Japón tuvo las caídas más grandes en el primer semestre del año. En el cuarto trimestre se observaron disminuciones menores en la generación con combustibles fósiles en comparación con 2022.

Año tras año, la generación con carbón cayó todos los meses excepto en enero, mientras que la generación de electricidad nuclear aumentó durante todo el año debido a la mayor disponibilidad de reactores.

La generación de electricidad solar aumentó principalmente desde julio hasta octubre, aunque las ganancias totales fueron modestas.

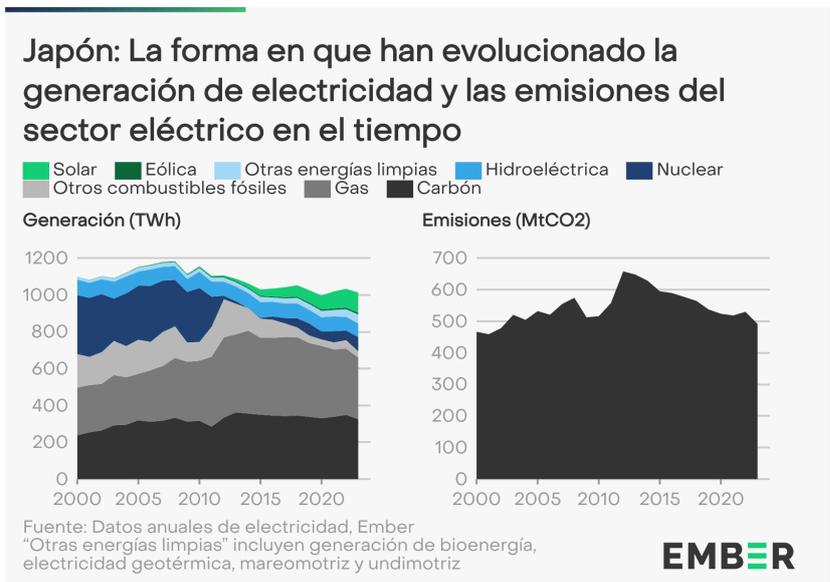


## Japón: tendencia a largo plazo

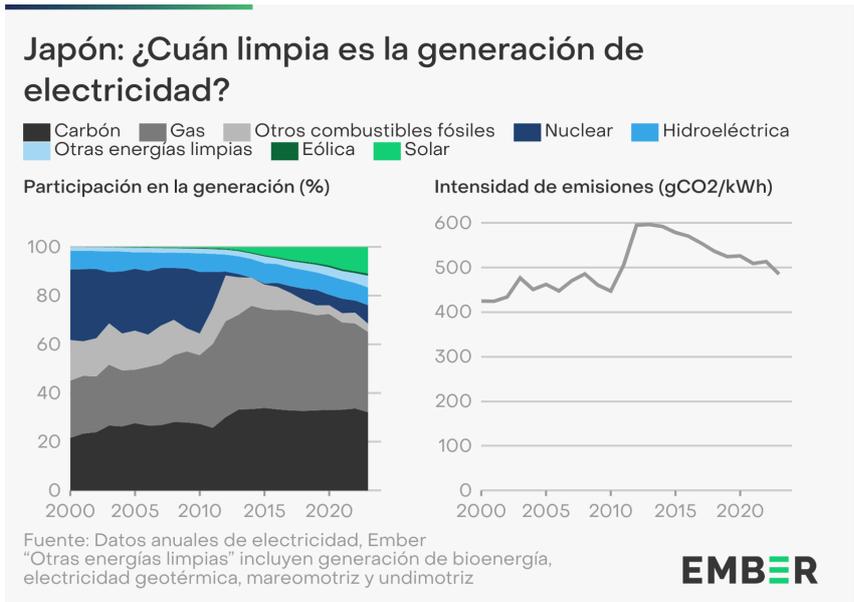
**La intensidad de las emisiones de la electricidad de Japón fue un 14 % más alta en 2023 que en 2000, mientras que todos los demás países del G7 tuvieron descensos**

Las emisiones del sector eléctrico de Japón alcanzaron su pico en 2012. En 2011 y 2012 se observaron un rápido incremento en las emisiones después del desastre nuclear de Fukushima y la decisión subsiguiente de cerrar las plantas nucleares, lo que causó un aumento inclinado en la generación con combustibles fósiles para completar el déficit de electricidad. En los últimos años, la generación de electricidad nuclear ha aumentado de nuevo.

El crecimiento en la electricidad solar en la década de 2010 reemplazó parte de la caída en la electricidad nuclear. Sin embargo, Japón aún no ha aprovechado todo su [potencial de electricidad eólica](#), ya que la generación ha permanecido estancada en menos del 1 % durante la década pasada.

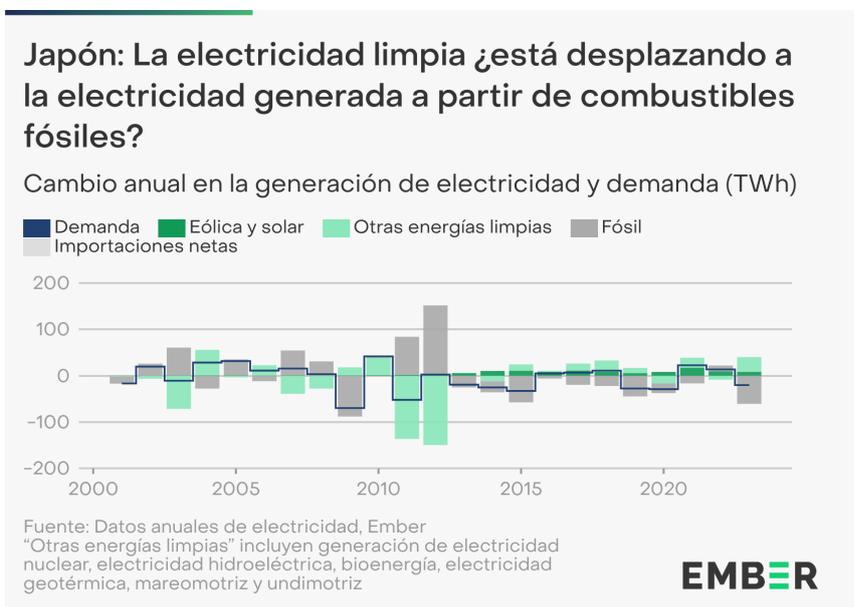


A principios de este siglo, Japón producía el 38 % de su electricidad a partir de las fuentes de electricidad limpia, principalmente a partir de la nuclear (29 %). Hoy en día, la electricidad limpia de Japón representa el 31 % de la generación total. El descenso en la participación de la electricidad limpia se vio impulsada principalmente por el estancamiento en la generación de electricidad nuclear después de Fukushima en 2011 y el lento crecimiento en las energías renovables a excepción de la solar.



La caída en la participación de fuentes de electricidad limpia llevó a un aumento abrupto en la intensidad de las emisiones del sector eléctrico de Japón durante 2011 y 2012. Como Japón expandió la electricidad solar y reintrodujo la electricidad nuclear, la intensidad de las emisiones de electricidad ha estado disminuyendo de manera constante desde su pico en 2012. No obstante, la intensidad de las emisiones de la electricidad de Japón fue un 14 % más alta en 2023 que en 2000, mientras que en todos los demás países del G7 se observó el descenso en la intensidad de las emisiones durante este período.

En 2023, el aumento absoluto en la generación de electricidad limpia (+40 TWh), junto con la caída de la demanda (-20 TWh), fue lo suficientemente grande como para impulsar la caída significativa en la generación con combustibles fósiles (-61 TWh).



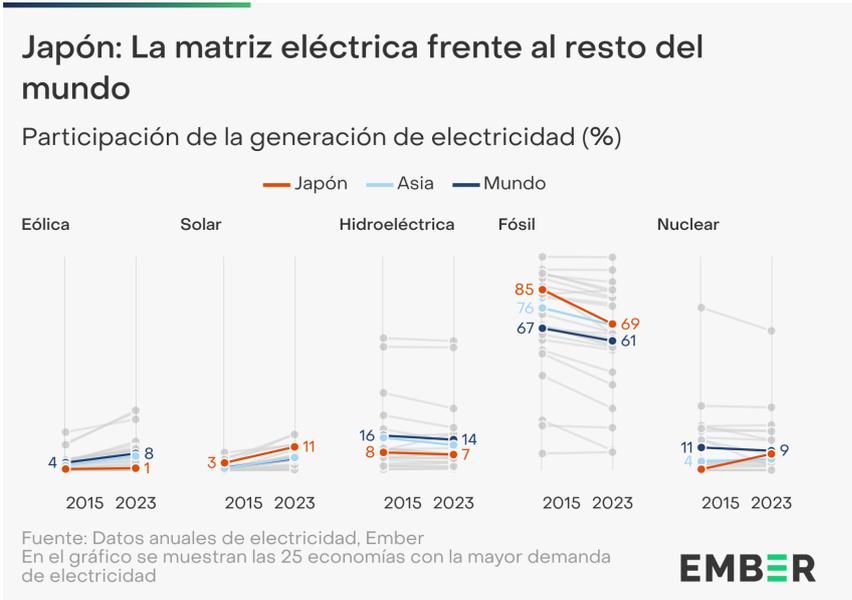
La electricidad solar ha estado aumentando de manera rápida en Japón, ya que ha crecido en una tasa promedio anual del 24 % en los 10 últimos años. El crecimiento alto se impulsó por el refuerzo de los subsidios para la electricidad solar (tarifas de alimentación y primas de alimentación) después de Fukushima.

Sin embargo, como Japón eliminó gradualmente los subsidios, en los últimos años la tasa de crecimiento de la electricidad solar se ha desacelerado al 7,6 % en 2023. Mientras tanto, la electricidad eólica casi no ha aumentado.

Se necesita una aceleración del crecimiento de la electricidad limpia para desplazar aún más a la generación con combustibles fósiles de la matriz eléctrica. También se espera que la electrificación del transporte y la industria resulte en un aumento de la demanda. Esto agrega más presión al crecimiento de la generación de electricidad limpia para cubrir y superar la nueva demanda y reducir las emisiones.

La red eléctrica de Japón se ha vuelto más limpia desde el Acuerdo de París en 2015. La participación de la electricidad con combustibles fósiles cayó 16 puntos porcentuales, del 85 % al 69 %. Esto es más rápido que la reducción de puntos porcentuales a nivel mundial.

La electricidad solar y la nuclear mostraron el mayor aumento en porcentaje entre las fuentes individuales de generación. La electricidad solar aumentó del 3 % en 2015 al 11 % en 2023. Como las estaciones de electricidad nuclear concluyeron sus operaciones, la participación de la generación de electricidad nuclear se disparó de solo el 0,4 % en 2015 al 7,6 % en 2023. El aumento en la participación de electricidad solar y nuclear es más rápido que en Asia o el mundo. Sin embargo, la electricidad eólica no ha crecido, mientras que el porcentaje de electricidad eólica a nivel mundial aumentó del 3,5 % en 2015 al 7,8 % en 2023.

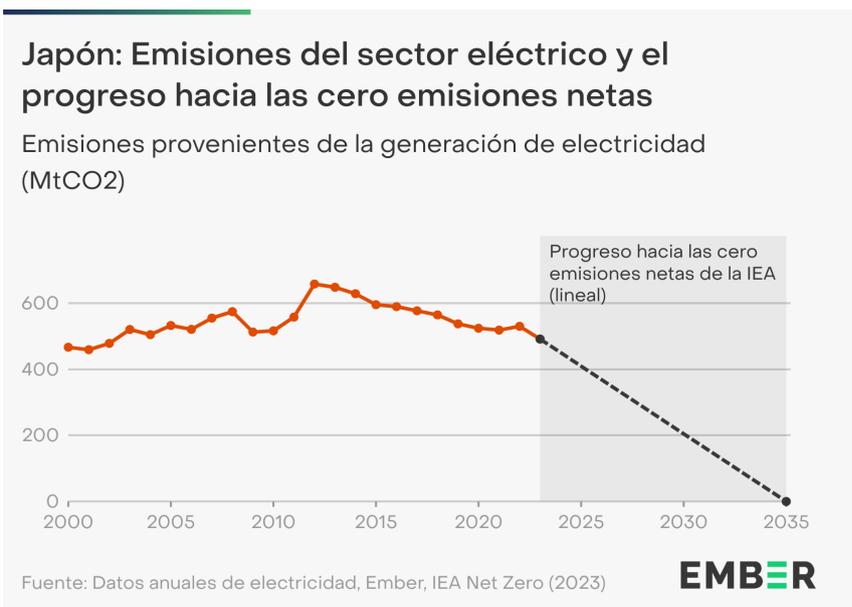


## Japón: progreso hacia las cero emisiones netas

**Las caídas anuales de emisiones necesitan triplicarse para lograr un sector eléctrico limpio para 2035**

Para alinearse con el [escenario de cero emisiones netas de la IEA](#), las emisiones del sector eléctrico de Japón tendrían que alcanzar el cero para 2035.

Después de alcanzar el pico en 2012, las emisiones del sector eléctrico de Japón han disminuido un promedio de 15 MtCO<sub>2</sub> por año. Las caídas anuales de las emisiones tendrían que triplicarse (-41 MtCO<sub>2</sub> por año) hasta 2035, para estar en consonancia con el escenario de NZE de la IEA. A pesar de que Japón registró su segunda mayor caída en las emisiones del sector eléctrico en las últimas dos décadas en 2023, la disminución de 39 MtCO<sub>2</sub> estaba aún por debajo de los niveles necesarios para alcanzar las cero emisiones netas.



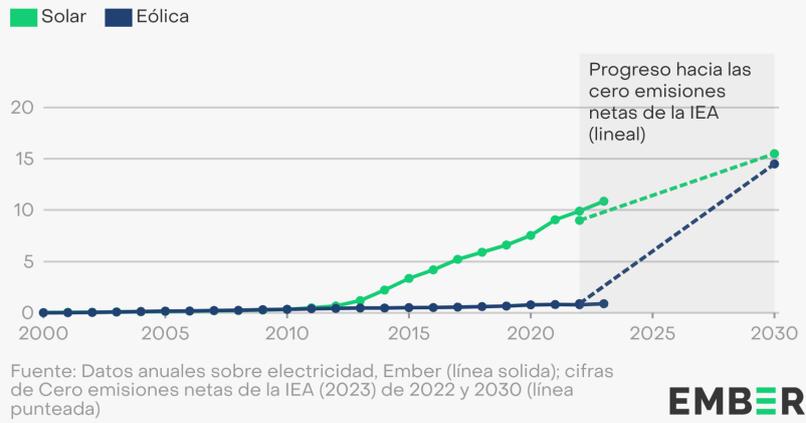
Japón, junto con el G7, se comprometió a asegurar un sistema de electricidad predominantemente limpio para 2035, pero aún no ha trazado un camino claro para alcanzar el objetivo.

Es necesario que la participación de electricidad eólica y solar aumente de manera significativa, si el país quiere alcanzar las cero emisiones netas para 2035. En el escenario de NZE de la IEA, se espera que la participación de la generación de electricidad de Japón aumente al 16 % para el año 2030, frente al 11 % en 2023. Para que esto suceda, se necesita que el crecimiento de la electricidad solar siga en su tendencia actual.

La generación eólica también experimentaría una transformación más rápida, ya que la participación aumentaría al 15 % frente a solo el 0,9 % en 2023.

## Japón: Generación de electricidad solar y eólica y el progreso hacia las cero emisiones netas

Participación de la generación de electricidad (%)



Según el [rastreador de objetivos de energía renovable a nivel mundial 2030](#) de Ember, Japón solo tiene como [objetivo alcanzar una participación del 21 % de la generación de electricidad solar y eólica](#) para 2030, lo que está muy por debajo del 30 % en el escenario de NZE de la IEA. Un programa nuclear renovado presenta un camino alternativo posible para la electricidad limpia.

## Conclusión

# Un futuro de electricidad limpia se vislumbra

## El año 2023 confirmó que la transición hacia la electricidad limpia es irrevocable

Como hemos mostrado en este informe Global Electricity Review, el avance de la generación de la energía renovable, encabezado por la electricidad eólica y solar, probablemente ya ha hecho que el uso de los combustibles fósiles en el sector eléctrico alcance el punto máximo.

Estas son buenas noticias para el planeta, ya que desarrollar un sistema de electricidad limpia a nivel mundial es un paso esencial para mitigar los peores impactos del calentamiento global. En combinación con la rápida electrificación del transporte, la calefacción y la industria, el mundo puede moverse hacia un camino alineado con el objetivo climático de 1,5 °C que todos los gobiernos acordaron en la cumbre de París de 2015.

Las continuas reducciones de los costos para la electricidad solar y eólica, almacenamiento de batería, vehículos eléctricos y otras tecnologías clave muestran que un futuro de electricidad limpia también es un futuro eléctrico [más económico](#). Los impactos de los suministros y precios de la invasión de Rusia a Ucrania y los [recortes de suministro de la OPEC+](#) que han mantenido altos los precios internacionales del petróleo, ilustran los grandes riesgos de depender continuamente de los combustibles fósiles. Una rápida transición a un mundo que funciona con la electricidad limpia traería beneficios agregados a las áreas como [calidad de aire, empleos](#) y libertad de depender de las importaciones, y, al mismo tiempo, se reduciría el riesgo de los activos abandonados del combustible fósil.

Los objetivos de los gobiernos, los pronósticos de la industria y la lógica económica indican que el crecimiento de la generación de electricidad eólica y solar probablemente continuará acelerándose. Los gobiernos miembros del G7 y de la Agencia Internacional de la Energía (IEA, por sus siglas en inglés) se han comprometido prácticamente a descarbonizar sus sistemas eléctricos para 2035. La IEA [pronostica](#) que la energía renovable se expandirá lo suficientemente rápido en China como para recortar un 3 % el consumo del carbón en 2024. Cumplir con el compromiso de triplicar la capacidad de las energías renovables para 2030 que se asumió en la 28.ª conferencia sobre el cambio climático (COP28) significaría que las energías renovables producirían

---

el 60 % de nuestra electricidad dentro de siete años. Las implicancias para el uso de los combustibles fósiles son rigurosas, ya que esto eliminaría más de un tercio de su demanda en el sector eléctrico para 2030 y tendría un impacto más allá del sector eléctrico también.

Sin embargo, la velocidad del progreso de descarbonización del sector eléctrico a nivel mundial es incierta y aún quedan desafíos. La generación de electricidad nuclear e hidroelectricidad no están creciendo a las tasas previstas en muchos escenarios compatibles con el objetivo de 1,5 °C. El ritmo de las mejoras en la eficiencia de electricidad en todo el mundo necesita duplicarse para 2030, junto con los lineamientos acordados en la COP28, para desbloquear el potencial de reducción de combustibles fósiles de la electrificación en toda la economía. La expansión de la infraestructura de la red eléctrica y la flexibilidad del sistema necesaria para respaldar capacidades elevadas de electricidad eólica y solar están rezagadas con respecto a la implementación de la electricidad eólica y solar, lo que genera obstáculos. Muchos países en desarrollo afrontan costos altos de financiamiento para los proyectos de energía renovable y necesitan apoyo financiero para aprovechar las oportunidades que traería un rápido despliegue.

Aun así, la gran conclusión de 2023 es que la electricidad solar y la eólica están, justo ahora, moldeando el sistema eléctrico a nivel mundial y esto señala el comienzo del fin para la era de los combustibles fósiles.

Desde ahora en adelante, el crecimiento acelerado de la generación solar y eólica principalmente cubrirá la creciente demanda de electricidad. La transición está en diferentes etapas en diferentes países, pero está sucediendo en cada región del mundo. Las sociedades continuarán desarrollándose como resultado del uso de la electricidad, pero el desarrollo estará impulsado por las energías renovables, ya que la necesidad del gas y el carbón finalmente se reducirá casi a cero.

Desde 2023 en adelante, gracias al aumento en la generación eólica y solar y la electrificación limpia, el futuro de la energía se ve muy diferente en realidad. El año probablemente quedará en la historia como punto de inflexión del cambio de combustibles fósiles a electricidad limpia en el mundo.

---

## Materiales de apoyo: metodología

---

### Generación, importaciones y demanda

Los datos anuales de 2000 a 2022 representan la generación bruta y se obtuvieron principalmente de la [Statistical Review of World Energy](#) (Revisión estadística de la energía mundial) del Instituto de Energía, la [Administración de Información de Energía](#) (EIA, por sus siglas en inglés), Eurostat e IRENA. Los datos de 2023 son un estimativo de la generación bruta, sobre la base de la generación que se obtuvo de los datos mensuales. Este estimativo se calcula al aplicar los cambios absolutos en la generación mensual a la base de generación anual más reciente.

Las importaciones netas desde 1990 hasta 2022 se obtienen de la EIA y Eurostat, con los datos recientes estimados de la misma manera que la generación. La demanda se calcula como la suma de la generación y las importaciones netas y, en la medida de lo posible, se valida con cifras de demanda directa publicadas. Y como usa la generación bruta y no incluye las pérdidas de transmisión y distribución, tenderá a ser más alta que la demanda de usuario final.

Los datos anuales se recopilan de 80 países a partir de 70 fuentes, que incluyen operadores de sistemas de transmisión nacionales, agencias estadísticas y agregadores de datos como [ENTSO-E](#). En algunos casos, los datos se publican con un retraso mensual; en estos casos, hemos estimado los meses recientes en función de nuestro modelo de generación. Estos casos se marcan en el conjunto de datos.

Los datos que se publican mensualmente muchas veces se registran de forma provisoria y están lejos de ser exactos. Se ha hecho todo lo posible para garantizar la exactitud y, cuando pudimos, comparamos varias fuentes para confirmar su concordancia. Se puede acceder a una metodología completamente detallada [aquí](#).

### Emisiones

Los cálculos de Ember para las emisiones se mejoran continuamente, pero es posible que sean moderados o de otro modo inciertos en las maneras en que los describimos a continuación. Estas cifras pretenden abarcar las emisiones del ciclo de vida completo, incluidas las emisiones de metano ascendentes, la cadena de suministro y de fabricación y comprende todos los gases, convertidos en un equivalente de CO<sub>2</sub> en una escala temporal de 100 años.

Las emisiones pueden variar con el tiempo a medida que cambia la eficiencia de las estaciones de electricidad y se utilizan diferentes calidades de combustibles. Por ende, informamos los valores de las emisiones según el tipo de combustible y la intensidad de las emisiones por país. Estos valores se calculan multiplicando nuestras cifras de generación por los factores de emisión extraídos de varias fuentes que se detallan a continuación. Dentro de lo posible, pretendemos capturar la desviación entre las geografías y, con el tiempo, en la intensidad de las emisiones de diferentes combustibles. Recientemente hemos actualizado este enfoque y estamos trabajando de manera activa para mejorarlo. Si usted tiene comentarios o sugerencias para las mejoras, envíenos un correo electrónico a [data@ember-climate.org](mailto:data@ember-climate.org).

Nuestras fuentes y metodologías para los diferentes combustibles se describen a continuación. Todos los factores que usamos son para la generación de la red. Donde informamos sobre la generación bruta, ajustamos nuestros factores en un 6 % para fuentes de combustibles térmicos y en un 1 % para otras, según un enfoque de conversión estándar.

## Carbón

Los datos se obtienen de [Gibon et al. 2022](#) (UNECE) y del [Global Energy Monitor Coal Plant Tracker](#) (GEM). La Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (UNECE, por sus siglas en inglés) proporciona los factores de las emisiones del ciclo de vida para diferentes tipos de combustibles para el año 2020 para cada [región de REMIND](#). La UNECE informa los valores de diferentes tecnologías que usan carbón bituminoso. Derivamos los factores para diferentes calidades de carbón según los factores de emisiones de combustión directa del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) 2005. Al usar la tecnología anual a nivel de país y las mezclas de calidades de carbón a partir de los datos de capacidad de GEM, estimamos factores de emisiones combinadas por país y año para el carbón.

## Gas

Los factores a nivel país se obtienen de [Jordaan et al. 2022](#) y son de la generación del año 2017. Brindamos dos conjuntos de factores y usamos los que intentan representar la electricidad y la calefacción combinadas. Para los países más pequeños donde no hay datos disponibles, se utiliza un número promedio mundial.

## Electricidad nuclear y eólica

Usamos los datos a nivel regional de la UNECE.

## Bioenergía, hidroelectricidad, electricidad solar, otras energías renovables y otros combustibles fósiles

Usamos los datos del [Anexo III del Grupo de Trabajo 3 del 5.º Informe de Evaluación del IPCC \(2014\)](#). Estos son estimativos mundiales para el año 2020; usamos factores del ciclo de vida en el punto medio. Estos son:

- Bioenergía: 230 g/kWh
- Hidroelectricidad: 24 g/kWh
- Electricidad solar: 48 g/kWh
- Otras energías renovables: 38/kWh
- Otros combustibles fósiles: 700/kWh

## Advertencias

Este enfoque intenta representar algunas desviaciones geográficas y temporales en los factores de emisiones. Es un trabajo en progreso y las cifras pueden diferir de la realidad por varias razones. Algunas de estas se enumeran a continuación:

- **Carbón:** los factores de base de la UNECE son para las centrales de carbón en el año 2020. Estos no capturan las pérdidas de eficiencia operativa asociadas con las centrales más antiguas ni las diferencias de eficiencia dentro de una misma tecnología. Finalmente, hacemos conjeturas para derivar factores para las diferentes calidades de carbón distintos al lignito, incluidas las eficiencias de combustión idénticas y las emisiones ascendentes por MWh generado.

- **Gas:** nuestros factores de gas son específicos para el año 2017, por lo tanto, no representan las variaciones temporales en las eficiencias de las centrales ni las tasas de fuga de metano. La metodología en [Jordaan et al. 2022](#) también prefiere subestimar las emisiones de metano donde hay duda. En general existe una incertidumbre muy significativa acerca de las tasas de emisiones de metano, incluso en países que priorizan recolectar estos datos. Algunos autores creen que las tasas de emisiones son significativamente más altas que las que suponemos en nuestros factores.
- **Horizonte temporal:** las emisiones ascendentes de metano para la generación con gas y con carbón se calculan sobre una base a largo plazo que supone que el metano es 21 veces más potente que el CO<sub>2</sub>. Sin embargo, el impacto a corto plazo del metano de hecho es cuatro veces más alto; 86 veces la potencia del CO<sub>2</sub>. Consulte [esta página](#) para obtener más información.
- **Electricidad solar y eólica:** las recientes mejoras en eficiencia han llevado a una caída en la intensidad de las emisiones de electricidad eólica y la solar, ya que la producción de electricidad aumentó en relación con las emisiones provenientes de la fabricación. Por ende, es posible que nuestros números sean más altos que los reales. En este momento tampoco capturamos la variación geográfica en la intensidad de las emisiones dentro de las regiones de REMIND; esto puede ser significativo, ya que los países con factores de capacidad solar anuales en proporción tendrán mayores emisiones del ciclo de vida.
- **Bioenergía:** nuestro valor muy probablemente es una subestimación significativa de las emisiones reales causadas por la generación de bioenergía. La intensidad de las emisiones de la bioenergía depende en gran medida de la materia prima, de cómo se obtuvo y de qué hubiera ocurrido de no haberse quemado la materia prima para la obtención de energía. La cifra del IPCC que usamos es para los cultivos energéticos dedicados y los residuos de cultivos, en lugar de la biomasa leñosa o forestal más comúnmente usada, que se ha mostrado que tiene un [mayor riesgo de resultados con alto contenido de carbono](#). En algunos casos, la bioenergía puede tener una intensidad de carbono [significativamente mayor que el carbón](#). La bioenergía de manera frecuente también se quema junto con los combustibles fósiles. Hemos desglosado estos datos siempre que ha sido posible, pero en ciertos casos, la generación de bioenergía que se registró puede incluir la combustión conjunta. En estas circunstancias, las emisiones reales serán más altas de las que estimamos.
- **Hidroelectricidad y otras energías renovables:** las emisiones por generación de hidroelectricidad son generalmente muy bajas, pero pueden variar según las emisiones durante la construcción y las emisiones biogénicas y, entonces, en una cantidad menor de casos pueden ser mucho más altas en comparación con nuestro valor. De manera similar, otras fuentes de energías renovables como la electricidad geotérmica pueden tener emisiones altas en [raros casos aislados](#).
- **Generación bruta y neta:** en la UE, informamos sobre la generación neta para los datos mensuales y la generación bruta para los datos anuales. Para la generación bruta, realizamos la conversión descrita anteriormente, la cual puede introducir algún error.
- **Combinación de calefacción y electricidad (CHP, por sus siglas en inglés):** en muchos casos, las centrales de electricidad térmica producen tanto calefacción como electricidad. Nuestros factores del carbón se basan solamente en la electricidad que producen dichas centrales e ignoran la calefacción. Por lo tanto, puede que no sea justo que nuestro conjunto de datos incluya todas las emisiones atribuidas a las centrales de combustión conjunta, que realmente tienen mayor eficiencia que la informada cuando se considera la producción total de electricidad útil. Nuestros factores del gas representan la CHP.

## Pronóstico 2024 para la generación y la demanda

El pronóstico de 2024 para la demanda y la generación se basa en las siguientes conjeturas:

- Demanda: 3,3 % de aumento desde 2023, según las proyecciones de la IEA.

- Electricidad solar: proyecciones de adición de capacidad regional de BloombergNEF (BNEF) para 2024 (escenario de caso medio). Se usan los factores de carga promedio a nivel regional basados en un promedio de 5 años de clima y medición de las adiciones. El rango de predicción se basa en el análisis Monte Carlo sobre la variación de implementación de la capacidad y el rendimiento de los paneles solares.
- Electricidad eólica: las adiciones de capacidad a nivel mundial de 115 GW del Global Wind Energy Council (GWEC). Supone el factor promedio de capacidad mundial del 27 %.
- Hidroelectricidad: supone que el factor de capacidad se recupera a medio camino con respecto al promedio mundial anterior a 2021.
- Electricidad nuclear: los estimativos de 2024 calculados para EE. UU. se basan en los datos de la EIA, para China se basan en las adiciones de capacidad y para el resto del mundo se basan en las adiciones de capacidad esperadas.
- Otras energías renovables: sigue la tendencia histórica.

### Desglose de la electricidad solar faltante

La electricidad solar faltante se desglosa como se detalla a continuación:

- Los efectos de la insolación nacional y la medición (es decir, los cambios de un país que tiene un año menos soleado o instalaciones atípicamente tardías) se calculan en los países individuales donde los datos están disponibles y cubren el 75 % de la capacidad global y se expanden a una cifra mundial. Los efectos de la insolación nacional se registran como “clima menos soleado”.
- Se calculan los efectos de la insolación mundial y la medición (es decir, los cambios causados por un desplazamiento de la capacidad mundial hacia países que son menos soleados o generalmente hacen las instalaciones más tarde en el año). Los efectos de la insolación mundial se registran como “instalaciones en países menos soleados”.
- Los efectos de la medición a nivel nacional y mundial se combinan como “adiciones tardías del año”.
- “La generación de electricidad solar subinformada” se refiere únicamente a la información insuficiente marginal; es decir, es una explicación de por qué 2023 se apartó de la tendencia histórica en lugar de ser un estimativo completo de los informes faltantes. Se estima a partir de lo siguiente:
  - La generación solar en países donde sabemos que una porción no se informa (p. ej., en España)
  - La capacidad instalada en países que no informan la generación actualizada (principalmente en el Medio Oriente y en Asia).

### Desglose de la demanda

- La demanda de electricidad de los vehículos eléctricos se calcula según la cantidad de vehículos que se venden y se multiplica por el consumo de electricidad promedio anual para los tipos de vehículos clave: automóviles, vehículos comerciales ligeros, camiones, autobuses y vehículos de dos ruedas, incluidos los vehículos eléctricos a batería y los híbridos que se enchufan. Fuentes clave en las ventas de vehículos eléctricos: China ([automóviles](#), [vehículos comerciales ligeros](#), [camiones](#), [autobuses](#), [vehículos de dos ruedas](#)), [India](#), [UE](#), [EE. UU.](#), [Japón](#), [resto del mundo](#).
- La demanda de electricidad a partir de las bombas de calor se calcula según la cantidad de unidades que se venden y se multiplica por el consumo promedio anual. Fuentes clave en las ventas de bombas de calor: [EHPA](#), [AHRI](#), [Rosenow et al.](#), [JRAIA](#), [IEA](#).

---

## Reconocimientos

---

### Autores y otros colaboradores

Małgorzata Wiatros-Motyka, Nicolas Fulghum, Dave Jones, Katye Altieri, Richard Black, Hannah Broadbent, Chelsea Bruce-Lockhart, Matt Ewen, Phil MacDonald, Kostantsa Rangelova, Sarah Brown, Libby Copsey, Reynaldo Dizon, Rosamond Hutt, Sam Hawkins, Leo Heberer, Sanghyun Hong, Uni Lee, Aditya Lolla, Josie Murdoch, James Robinson, Neshwin Rodrigues, Chris Rosslowe, Oya Zaimoglu.

### Revisión de pares

Harry Benham (Ember), Kingsmill Bond (RMI), Nathaniel Bullard (Business Climate Pte. Ltd), Duncan Burt (Reactive Technologies Limited), Kanika Chawla (SEforALL), Toby Lockwood (Clean Air Task Force), Hannah Ritchie (Our World in Data), Oliver Then (vgbe energy e.V.), Bryony Worthington (Ember).

---

## Anexo: Panoramas de los países

---

El anexo separado brinda un análisis del resumen del estado actual de la transición de electricidad en más de veinticinco países y regiones que están dentro de los mayores emisores de CO<sub>2</sub> a nivel mundial, junto con los principales seis que se establecieron en el Capítulo 5: Países y regiones principales.



---

**Ember**

The Fisheries,  
1 Mentmore Terrace,  
London Fields,  
E8 3PN

Correo electrónico

[info@ember-climate.org](mailto:info@ember-climate.org)

Twitter

[@EmberClimate](https://twitter.com/EmberClimate)

Instagram

[@emberclimate](https://www.instagram.com/emberclimate)

Facebook

[/emberclimate](https://www.facebook.com/emberclimate)

LinkedIn

[/company/ember-climate](https://www.linkedin.com/company/ember-climate)