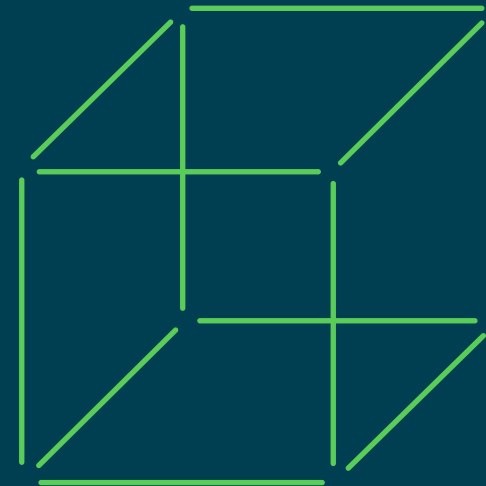
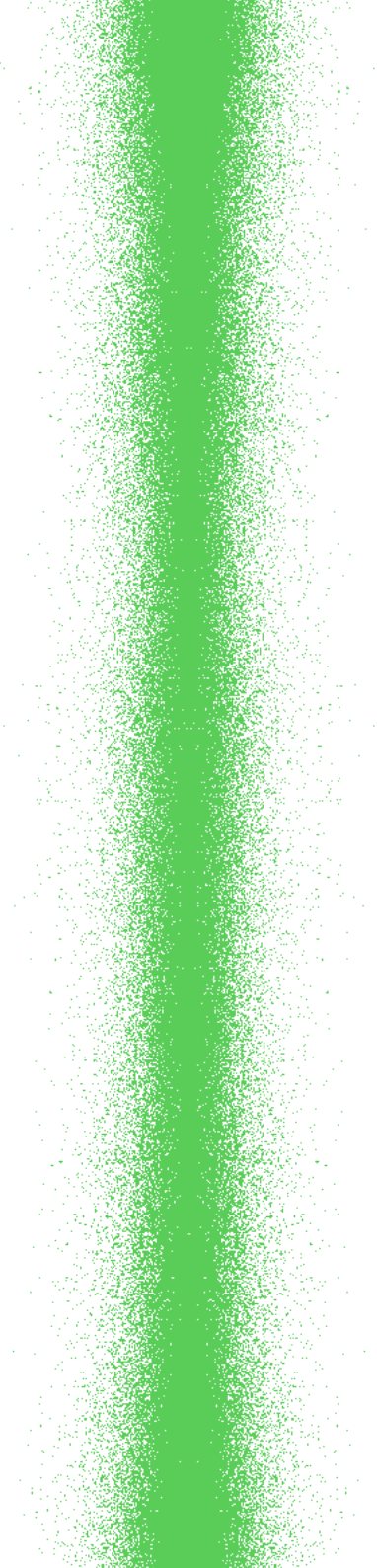


El Cubo de Necker



Cubo de Necker

Avanzamos hacia un nuevo paradigma energético. Un modelo eléctrico descentralizado que se sostiene sobre cinco pilares: renovables, innovación tecnológica, gestión de la demanda, redes inteligentes y el papel central del consumidor. En definitiva, un sistema donde el todo es mucho más que la suma de las partes.



“El cambio climático va más rápido que nosotros, estamos perdiendo la carrera y podría ser una tragedia para el planeta”.

António Guterres
Secretario General de la Organización
de Naciones Unidas

01 — 6

La Tierra en el Antropoceno,
demasiada velocidad

02 — 20

El efecto invernadero,
imprescindible para la vida

03 — 30

Energía y clima,
un binomio complejo

04 — 40

Encuentros internacionales
y consenso científico

05 — 50

La Unión Europea,
a la cabeza de la lucha

06 — 58

Situación y objetivos en
el ámbito nacional

07 — 68

El papel del sector eléctrico
en la descarbonización

08 — 76

Red Eléctrica, impulsor de la
descarbonización de la economía

09 — 90

Una tarea de todos

01

La Tierra en el Antropoceno

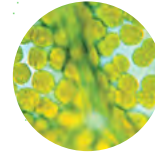
demasiada velocidad

El incremento de población en este último siglo y medio y el uso de combustibles fósiles han provocado que vertamos a la atmósfera la mayor cantidad de gases de efecto invernadero de la historia.



01 —

La Tierra ha experimentado tremendos cambios de temperatura durante los 4.600 millones de años que lleva dando vueltas. Desde el calor abrasador de los primeros tiempos hasta el frío que produjo la gran contaminación del oxígeno de hace 2.600 millones de años, cuando las primeras bacterias (cianobacterias) crearon la atmósfera al *inventar* la fotosíntesis, el proceso que obtiene energía de la luz del sol y la usa para fabricar azúcares del agua y el dióxido de carbono, expulsando como residuo el oxígeno.



Cianobacterias

Las primeras bacterias que crearon la atmósfera al *inventar* la fotosíntesis

Aquella contaminación generó el oxígeno, que, desde entonces, supone el 21% de la atmósfera, la cantidad que permitió la vida como la conocemos.

Fue un proceso que duró unos 2.000 millones de años, durante los que las cianobacterias evolucionaron hasta convertirse en organismos pluricelulares. Así, lo que ha caracterizado los cambios ha sido siempre la lentitud. En los últimos 600 millones de años, ese ritmo ha permitido a las especies animales y vegetales evolucionar poco a poco según cambiaba el clima, de las glaciaciones a los periodos más cálidos.

Cuando por circunstancias muy especiales, como la caída de un meteorito, la temperatura variaba drásticamente, las mortandades producidas tenían el carácter de extinciones globales. La más conocida (quinta en el cómputo global) es la que acabó, hace 65 millones de años, con los dinosaurios y abrió hueco para la expansión de los mamíferos. La más terrible de todas, la tercera, ocurrió hace 252 millones de años y provocó la desaparición del 95% de la especies marinas y del 70% de los vertebrados terrestres, permitiendo la era de los dinosaurios.

Sin embargo, en los últimos 150 años, una brizna de tiempo, estamos asistiendo a un incremento de las temperaturas a un ritmo



La gran contaminación

Hace 2.600 millones de años se produjo la gran contaminación del oxígeno, cuando las primeras bacterias (cianobacterias) crearon la atmósfera al inventar la fotosíntesis. Unos 2.000 millones de años después, las cianobacterias evolucionaron hasta convertirse en organismos pluricelulares.



Cambios de temperatura

Los cambios de temperatura en la Tierra han ocurrido siempre con gran lentitud. En los últimos 600 millones de años, ese ritmo ha permitido a las especies animales y vegetales evolucionar poco a poco según cambiaba el clima, de las glaciaciones a los periodos más cálidos.



Una brizna de tiempo

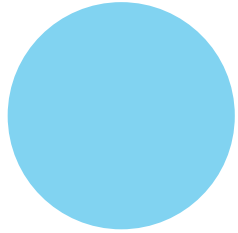
En los últimos 150 años estamos asistiendo a un incremento de las temperaturas a un ritmo desconocido hasta ahora en nuestro planeta.

desconocido hasta ahora en nuestro planeta; en esta ocasión, el meteorito somos nosotros. ① ver gráfico página 17

El incremento de población en este siglo y medio, el desarrollo industrial y el uso de combustibles fósiles ha provocado que vertamos a la atmósfera la mayor cantidad de gases –los conocidos gases de efecto invernadero, GEI– de la historia. Ese gas, todo el dióxido de carbono (CO₂) que se había almacenado lentamente y a lo largo de millones de años, por ejemplo, en la formación de las bolsas de petróleo o en las minas de carbón, ha sido liberado a la atmósfera sin que haya habido tiempo para su digestión. Eso ha hecho que la concentración de CO₂ en la atmósfera, medida en partes por millón, ppm, haya pasado de 280 ppm estable entre los años 1000 y 1850, hasta las 409,2 ppm, registrado en mayo del 2018, el valor más alto de los últimos 3 millones de años, según los últimos datos de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica, la agencia científica del Departamento de Comercio de los Estados Unidos. ② ver gráfico página 16

No hay duda -y así lo asegura el consenso científico- del origen humano de esas emisiones y, además, de la fuerte correlación entre gases de efecto invernadero y temperaturas. Por eso, algunos autores afirman que ya hemos cambiado de época, que se ha acabado el Holoceno, la última fase del periodo Cuaternario, que ha durado 12.000 años y en la que estamos, y hemos dado ya paso al Antropoceno, la edad de los humanos, según la bautizó Paul Crutzen, premio Nobel de Química en el año 2000. El incremento de las temperaturas y el resto de impactos que nuestra especie está provocando en el planeta avalan la hipótesis. ③ ver gráfico página 17

En todo caso, las consecuencias de la actividad humana, en la atmósfera en particular y en toda la biosfera en general, inclui-



Demasiada concentración

Las concentraciones de GEI en la atmósfera han crecido hasta límites sin precedentes en los últimos 800.000 años. La concentración de CO₂ se ha incrementado en un 40 % desde los tiempos preindustriales.

Atmósfera

Está compuesta de gases: un 78 % de nitrógeno, un 21 % de oxígeno y el 1% restante lo componen varios gases nobles (entre ellos, el argón), vapor de agua y otros gases de efecto invernadero como el CO₂ y el metano.



do el escalofriante ritmo de desaparición de especies, hace que, para muchos autores, estemos ya en la sexta extinción; padecemos un ritmo de desaparición de especies similar al que produjo el meteorito de hace 65 millones de años. El incremento de emisiones de GEI en los últimos 150 años es un buen indicador de nuestra capacidad de transformación.

El informe del año 2013 del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático dejaba claro que “el calentamiento del sistema climático es inequívoco, y desde los años 50 se han observado cambios sin precedentes. La atmósfera y el océano se han calentado, las cantidades de hielo y nieve han disminuido, el nivel del mar se ha elevado y las concentraciones de gases de efecto invernadero se han incrementado”. ⁴ ver gráfico página 18 y 19

La atmósfera, el aire que respiramos, es el producto de una evolución de millones de años, lenta y precisa, que ha sucedido al mismo tiempo que la evolución de la vida. Por eso, está tan bien adaptada la una a la otra. La atmósfera está compuesta de gases en la siguiente proporción: un 78% de nitrógeno, un 21% de oxígeno y el 1% restante lo componen varios gases nobles (entre ellos, el argón), vapor de agua y otros gases de efecto invernadero como el CO₂ y el metano. Pequeñas variaciones, esas partes por millón, tienen efecto en las temperaturas que, a su vez, tienen consecuencias en la vida.

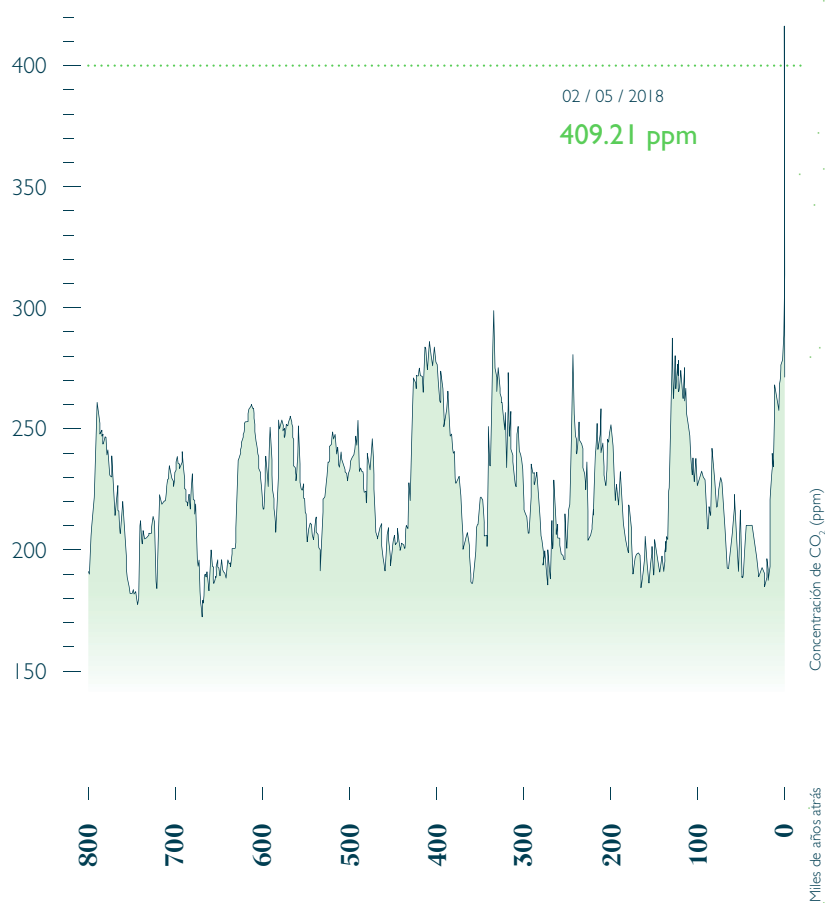
Según el consenso científico, las concentraciones de GEI en la atmósfera han crecido hasta límites sin precedentes en los últimos 800.000 años, al menos. La concentración de CO₂ se ha incrementado en un 40% desde los tiempos preindustriales, en primer lugar, por las emisiones asociadas a los combustibles fósiles y, en segundo lugar, por las emisiones derivadas de los cambios de uso del suelo.

Niveles de CO₂ atmosférico

CO₂

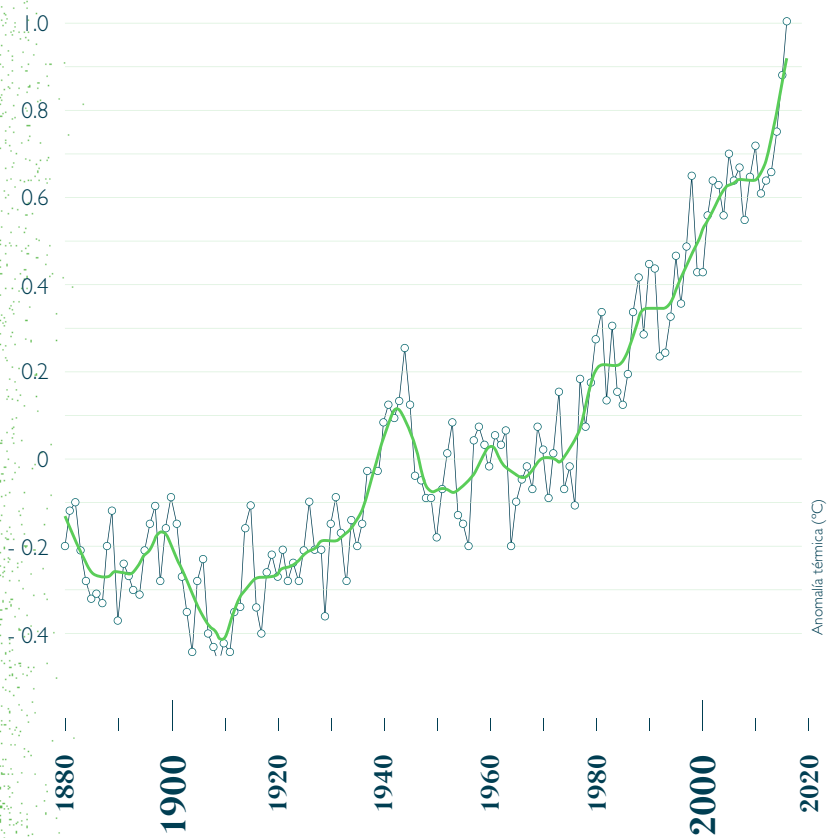
Pre 1958, de hielos Post 1958

datos de Mauna Loa



Temperatura media global superficial

Media anual
Curva suavizada

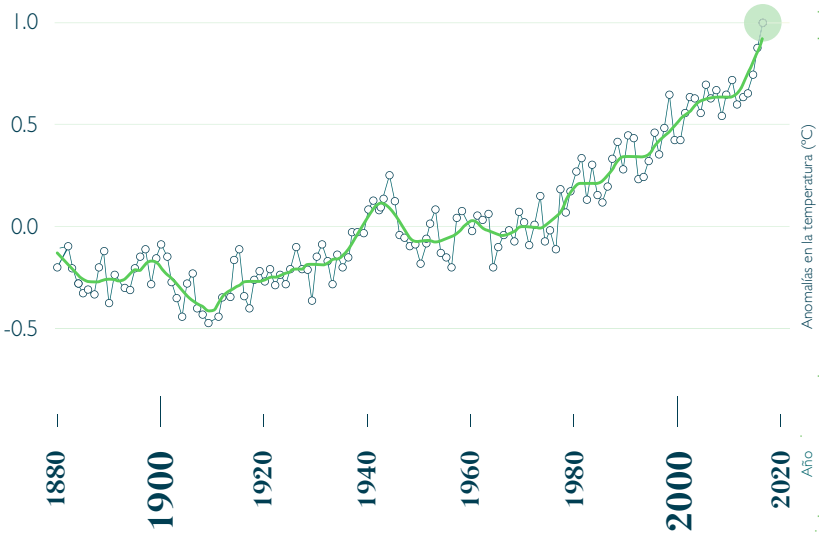


Índice de temperatura global océano-tierra

—○— Promedio anual
 — Promedio de 5 años

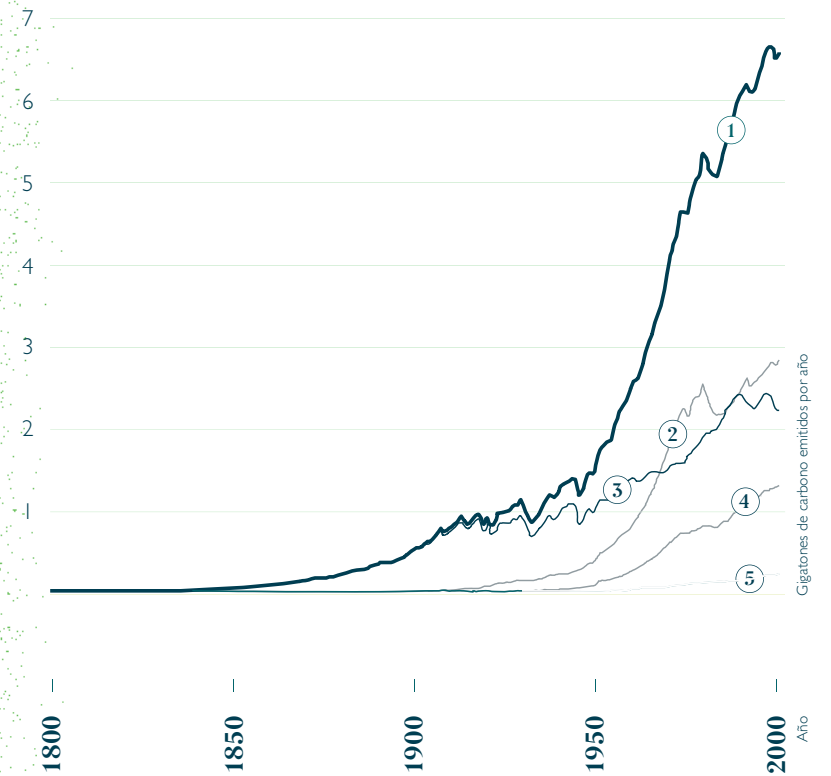
Data: NASA's Goddard Institute for Space Studies (GISS)

Crédito: NASA / GISS



Emisiones de carbono fósil, desde 1800

① — TOTAL
 ② — Petróleo
 ③ — Carbón
 ④ — Gas natural
 ⑤ — Producción de cemento



02

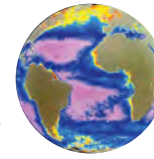
El efecto invernadero

imprescindible para la vida

En los últimos 150 años el incremento de los gases de efecto invernadero está provocando variaciones que, sin duda, tendrán efectos notables en la temperatura y, por lo tanto, en toda la vida en nuestro planeta.



En la Tierra hay vida porque existe el efecto invernadero, que se crea porque los rayos solares que atraviesan la atmósfera en forma de luz blanca se reflejan en la superficie terrestre como rayos infrarrojos, y, en vez de escaparse al espacio de vuelta, son absorbidos por los gases de efecto invernadero, que los dispersan en todas direcciones, provocando un aumento de las temperaturas.



Rayos infrarrojos

son absorbidos por los gases de efecto invernadero, que los dispersan en todas direcciones, provocando un aumento de las temperaturas.

De hecho, la temperatura media de la Tierra, que es de unos 14 grados centígrados, sería de 18 grados bajo cero si no fuera por el efecto invernadero. ^① ver infografía páginas 26 y 27

Por eso es tan importante que haya en la atmósfera la proporción exacta de gases de efecto invernadero, GEI, para que la temperatura se mantenga dentro de los márgenes adecuados. Y lo que hemos comprobado en los últimos 150 años es que el incremento de los GEI está provocando variaciones que, sin duda, tendrán efectos notables en la temperatura y, por lo tanto, en toda la vida en nuestro planeta.

Estamos siendo testigos de muchos indicadores que nos hablan de los cambios que ya han tenido lugar. Por ejemplo, la Organización Meteorológica Mundial ha confirmado que “Los 20 años más cálidos de los que se tienen datos se han registrado en los últimos 22 años. El ritmo del calentamiento en los últimos cuatro años ha sido excepcional, tanto en la superficie terrestre como en los océanos”. En esta misma línea, en su último informe, el IPCC asegura que la temperatura media de la Tierra ha subido 1° C y, además, que el ritmo se está acelerando, lo que implica que en cada década la temperatura se incrementará en 0,2° C.

Además del aumento de temperatura, que ya estamos viendo y que la teoría había

Sol

①

Radiación solar penetrante
a través de la atmósfera libre de obstáculos

343
Wattios
por m²

②

Radiación solar reflejada
por la atmósfera y la superficie terrestre

103
Wattios
por m²

③

Energía solar absorbida
a través de la superficie terrestre y la caliente

168
Wattios
por m²

④

Radiación infraroja
Parte es absorbida y reemitida por las moléculas de gas invernadero provocando un efecto directo de calentamiento de la superficie terrestre y la troposfera.

Gases efecto invernadero

②

①

④

③

Tierra



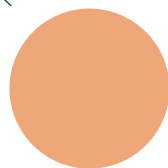
Proporción exacta

Es muy importante que la atmósfera contenga la proporción exacta de gases de efecto invernadero para que la temperatura se mantenga dentro de los márgenes adecuados.



Organización Meteorológica Mundial

Los 20 años más cálidos de los que se tienen datos se han registrado en los últimos 22 años.



Último informe IPCC

Asegura que la temperatura media de la Tierra ha subido 1° C y que en cada década la temperatura se incrementará en 0,2° C.

predicho, los fenómenos climáticos extremos son cada vez más frecuentes, y lo serán aún más. Tal como demuestra la teoría del caos, en sistemas muy complejos pequeñas variaciones en las condiciones de partida producen enormes cambios en los resultados: el funcionamiento del clima terrestre es uno de los sistemas más complejos que conocemos. Esto es lo que normalmente se ha llamado el efecto mariposa, al usar la metáfora que relaciona el aleteo de una mariposa en Bangladesh con un tornado en Cuba.

03

Energía y clima

un binomio complejo

Del total de emisiones de gases de efecto invernadero producidas por las actividades humanas en la actualidad, la generación y el uso de la energía es responsable del 78% —incluido el combustible de los vehículos—.



Los gases de efecto invernadero se producen y emiten en casi todos los sectores de la actividad industrial y social.



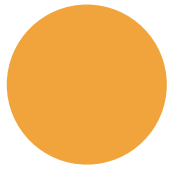
Control de emisiones

En las asociadas a la generación eléctrica es donde se han obtenido las principales mejoras en reducción de emisiones.

Según datos de la Unión Europea, del total de emisiones de gases de efecto invernadero producidos por las actividades humanas en la actualidad, la generación y el uso de energía es responsable del 78% —incluido el combustible de los vehículos—, la agricultura contribuye con un 10,1%, los procesos industriales y el uso de productos con un 8,7% y la gestión de residuos con un 3,7%.

Puesto que la producción de energía eléctrica es uno de los sectores que más contribuye, y teniendo en cuenta que los centros emisores son relativamente pocos y emiten mucho cada uno de ellos —pensemos en una central de carbón o de fueloil—, al contrario que el transporte, donde hay infinidad de vehículos de todo tipo emitiendo relativamente poco cada uno, los esfuerzos se han centrado en buena medida en el control de la emisiones de GEI en la producción de energía. De hecho, en las emisiones asociadas a la generación eléctrica es donde se han obtenido las principales mejoras en reducción de emisiones.

El grueso de las emisiones corresponde al dióxido de carbono (CO₂), que supone algo más del 81%. Le sigue el metano, con algo más del 10%, el óxido nitroso, 5,5% y los hidrofluorocarburos, con el 2,5%. Excepto el metano, que proviene fundamentalmen-



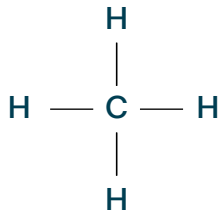
Potencial de calentamiento

No todos los gases de efecto invernadero tienen el mismo potencial de calentamiento global de la atmósfera.



Origen de las emisiones

La mayor parte de los GEI son producidos por la industria, incluida la producción de electricidad, y el transporte, excepto el metano que proviene fundamentalmente de la agricultura y la ganadería.



CH₄ y SF₆

El metano y el hexafluoruro de azufre, relativamente poco abundantes y con emisiones menores, tienen un más que notable potencial de calentamiento global.

te de la agricultura y la ganadería, el resto de los GEI son producidos sobre todo por la industria en su conjunto, incluida la producción de electricidad, y el transporte.

No todos los gases de efecto invernadero tienen el mismo potencial de calentamiento global. Por eso, aunque los porcentajes de algunos de ellos sean menores, hay que tener en cuenta también tanto el tiempo promedio en que una molécula se mantiene en la atmósfera como el potencial de calentamiento global (GWP), un número que refleja el calor que acumula cualquier gas atmosférico en comparación con la misma masa de CO₂ durante un periodo de tiempo determinado.

Así, el metano y el hexafluoruro de azufre, relativamente poco abundantes y con emisiones menores, tienen un más que notable potencial de calentamiento global. En concreto, el hexafluoruro de azufre (SF₆) es, por molécula emitida, responsable potencialmente de 22.800 veces más calentamiento que el CO₂, mientras que el metano (CH₄) lo es 25 veces más. ^① ver gráficos 38 y 39

Emisiones atmosféricas mundiales de gases por contaminante (2015)

81,2%

Dióxido de carbono (CO₂)

10,6%

Metano (CH₄)

5,5%

Óxido nitroso (N₂O)

2,5% Hidrofluorocarburos (HFCs)

< 0,2% de perfluorocarburos (PFCs), mezcla inespecífica de PFCs y HFCs, hexafluoruro de azufre (SF₆) y trifluoruro de nitrógeno

Potencial de calentamiento global por tipo de gas

Gas	GWP
SF ₆	22.800
CFC	> 14.400
HFC-134a	1.430
N ₂ O	298
CH ₄	25
CO ₂	1

El porcentaje no llega al 100% por el redondeo de las cifras.
Fuente: Interfaz de datos de CMNUCC

04

Encuentros internacionales

y consenso científico

La COP 21 de París, en diciembre de 2015, supuso, por su universalidad y cobertura, un punto de inflexión y significó un verdadero cambio de rumbo para avanzar hacia la descarbonización.



Desde que la comunidad científica empezó a preocuparse por los posibles efectos de los GEI en el clima y de la contaminación en general, se han sucedido encuentros internacionales, congresos y trabajos de investigación en todos los lugares del mundo.



Grupo IPCC
(Intergovernmental
Panel on Climate
Change)

Creado en 1988,
reúne a cerca de
3.000 expertos sobre
cambio climático de
todo el mundo

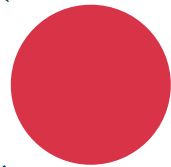
En 1988 las Naciones Unidas y la Organización Meteorológica Mundial constituyeron, tras la petición de los países miembros de ambas organizaciones, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, conocido internacionalmente por sus siglas en inglés, IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). El IPCC ha sido ratificado por la Asamblea General de Naciones Unidas y se ha constituido, de hecho, en la principal voz de la comunidad científica sobre cambio climático, capaz de conseguir notables consensos en sus informes. El IPCC reúne a cerca de 3.000 expertos de todo el mundo, que elaboran sus informes sobre los cimientos de los artículos científicos publicados en revistas revisadas por pares, es decir, siguiendo siempre el método científico y los estándares más rigurosos, lo que ha convertido a sus informes en la base desde la que se diseñan las políticas.

La primera Conferencia Mundial sobre el Clima se celebró en Ginebra en 1979. Lejos aún de las alarmas actuales, el resultado fue la emisión de una declaración destinada a que los gobiernos del mundo trataran de controlar y prevenir cambios en el clima causados por la actividad humana, que pudieran —la adversativa llama hoy la atención— resultar perjudiciales para el bienestar de la humanidad. En 1988 se creó el IPCC para evaluar la magnitud y cronología del cambio



Ginebra 1979

Primera Conferencia Mundial sobre el Clima.



En 1992

Se adopta la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, principal instrumento jurídico de respuesta internacional ante este reto.



París 2015

Tras muchos encuentros internacionales, la COP21 de París supuso, por su universalidad y cobertura, un punto de inflexión y un verdadero cambio de rumbo.



Un compromiso sin precedentes

En la COP21 de París, 195 países asumieron el reto de que el incremento de temperatura a finales del siglo XXI no supere los 2° C sobre los niveles preindustriales.



Aumentar el desafío

El último informe del IPCC recomienda aumentar la ambición climática para limitar el incremento de temperatura a 1,5° C.



Kioto 1997

Se alcanza el primer acuerdo internacional de medidas contra el cambio climático.

climático, analizar sus efectos ambientales, sociales y económicos y presentar estrategias para mitigarlo.

Más tarde, en 1992, se adoptó la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), principal instrumento jurídico de respuesta internacional ante este reto. El órgano con capacidad de decisión es la Conferencia de las Partes (COP), foro multilateral de negociación que se reúne todos los años. En la tercera de estas cumbres, celebrada en Kioto en 1997, se alcanzó el primer acuerdo de medidas contra el cambio climático, que pese a su relevancia, concentraba la responsabilidad en los países desarrollados, y, debido a la ausencia de algunos grandes emisores, dejaba fuera de su ámbito de aplicación alrededor del 40% de las emisiones globales de GEI cuando entró en vigor en 2005.

Desde entonces, se fueron tomando diversos acuerdos en los encuentros de la COP. Por ejemplo, en el de Copenhague, en el año 2009, la COP15 fijó el límite de incremento de temperatura en 2° C. En Cancún, al año siguiente, la COP16 estableció los criterios de multilateralidad y adaptación. En Durban (Sudáfrica), en el 2011 y durante la COP17, se diseñó la hoja de ruta para la adopción de un nuevo acuerdo global a partir de 2020, aunque algunos países quedaron fuera del Protocolo. En Doha (Catar), en el 2012, la COP18 decidió la prórroga de Kioto, lo que se llamó Kioto II (2013-2020), pero la concienciación de la UE y de Australia, que suponen el 15% de las emisiones totales, no fue suficiente y muchos países, entre ellos Canadá, Rusia, Japón y Nueva Zelanda, quedaron fuera, mientras que Estados Unidos, China e India se adhirieron, pero sin objetivos concretos. Se produjeron avances en la reunión de la COP19, en Varsovia y en 2013. Lo mismo ocurrió en Lima, en el año siguiente, donde el acercamiento entre Estados Unidos y China allanó el camino hacia París, donde se celebró la COP21.

Así, tras muchos encuentros internacionales, la COP21 supuso un notable punto de inflexión. El acuerdo alcanzado entonces en París, en diciembre de 2015 y en el marco de la vigésimo primera sesión de la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, por su universalidad y por su cobertura significó un verdadero cambio de rumbo. Allí, 195 países, responsables del 95% de las emisiones globales, asumieron un compromiso sin precedentes para que el incremento de temperatura a finales del siglo XXI no supere los 2° C sobre los niveles preindustriales y hacer esfuerzos para limitarlo a 1,5° C.

En París se reconoció la necesidad de que las emisiones globales llegaran a su punto máximo lo antes que se pudiera, para, una vez alcanzado este techo, reducir lo más rápidamente posible esas emisiones, con el objeto de llegar en la segunda mitad del siglo a un equilibrio entre la emisión y absorción de los gases de efecto invernadero. Por ello, los 195 países firmantes, incluidos los Estados Unidos y China (los dos países más contaminantes, responsables del 45% de emisiones mundiales), adquirieron compromisos inéditos de reducción de GEI para la próxima década.

Sin embargo, y a pesar de la relevancia del trabajo y de los avances que se están desarrollando en el marco del Acuerdo de París, los expertos indican que los compromisos adquiridos y registrados por los países no son suficientes para alcanzar la meta fijada de limitar el incremento de la temperatura a 2° C. A esto se suman las conclusiones del último informe del IPCC, en el que se recomienda aumentar la ambición climática para limitar el incremento a 1,5° C y así reducir los riesgos en los sistemas naturales y humanos. En marzo del 2019 Naciones Unidas ha publicado un informe demoledor explicando las consecuencias para la humanidad del incremento de la temperatura.



05

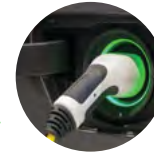
La Unión Europea

a la cabeza de la lucha

La Unión Europea ha fijado el objetivo de reducir para el año 2030 un 40% sus emisiones de gases de efecto invernadero con respecto a 1990, demostrando una vez más su compromiso por liderar la lucha contra el cambio climático.



Teniendo todo esto en cuenta, las políticas de la Unión Europea destinadas a mitigar los efectos de cambio climático han sido cada vez más exigentes. De hecho, la Unión Europea lidera el grupo de países más concienciados con este problema y más comprometidos con buscar soluciones; en todas las reuniones internacionales, desde la ya lejana de Kioto hasta las más recientes, busca consensos exigentes, aunque no siempre se puedan alcanzar.



Unión Europea

Líder en el desarrollo de acciones encaminadas a mitigar los efectos del cambio climático

La Unión Europea, ante este escenario, ha emprendido una serie de acciones destinadas a la descarbonización de su economía. En la COP21, en París, la UE trasladó a la comunidad internacional su objetivo de reducir para el año 2030 un 40% sus emisiones de GEI con respecto al nivel de 1990, demostrando una vez más su compromiso por liderar la lucha contra el cambio climático.

Con el fin de desarrollar este compromiso, a finales del 2016 la Comisión Europea presentó una serie de propuestas normativas, dentro del llamado paquete de "Energía limpia para todos los europeos". Su principal objetivo es favorecer el desarrollo de un sistema energético más sostenible, sin perder de vista la necesidad de mantener la seguridad y continuidad del suministro energético y limitando en lo posible todos los impactos ambientales. Todo ello, en un entorno de competitividad que favorezca una oferta energética a precios asequibles y que posibilite el crecimiento económico y la creación de empleo.

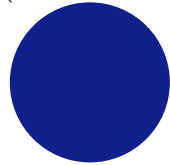
En este contexto, además del objetivo de reducción de emisiones, a través de dos directivas aprobadas en el 2018, también se ha acordado para el conjunto de la Unión Europea que en el 2030 al menos un 32% de la energía consumida provenga



Propuesta normativa

“Energía limpia para todos los europeos”.

Su objetivo es favorecer un sistema energético más sostenible, sin perder de vista la seguridad del suministro.



Objetivos europeos 2030

Reducir un 40% las emisiones de GEI con respecto al nivel de 1990; lograr que el 32% de la energía final consumida provenga de fuentes de energía renovable y alcanzar una eficiencia energética del 32,5%.



Objetivo europeo 2050

Descarbonización de la economía con el objetivo de alcanzar un balance neto de emisiones cero.

de energías renovables, así como un objetivo de mejora de la eficiencia energética del 32,5%.

Los Estados miembros han elaborado planes nacionales en materia de clima y energía, que describen los objetivos, las contribuciones, las políticas y las medidas nacionales para el cumplimiento de los objetivos previstos, según lo establecido en el Reglamento relativo a la gobernanza de la Unión de la Energía. Estas propuestas de planes, enviados por los Estados miembros, una vez revisados y aprobados por la Comisión Europea, serán formalmente adoptados en diciembre de 2019. De esta manera se garantiza tanto la exigencia como homogeneidad de todos los planes.

Y, aún más allá, la Comisión Europea se encuentra trabajando en los escenarios de descarbonización de la economía posteriores al 2030, con el objetivo de alcanzar un balance neto de emisiones cero en el 2050. Además de todas las ventajas ambientales de la puesta en marcha de estas políticas, serán también fundamentales para conseguir incrementar la independencia energética de la UE en su camino hacia la suficiencia energética; y por supuesto, son imprescindibles para tratar de mantener el liderazgo mundial en este campo.

06

Situación y objetivos

en el ámbito nacional

Los ambiciosos objetivos de descarbonización van a requerir cambios estructurales en la economía, que obligarán a implantar medidas de eficiencia energética y a sustituir progresivamente los combustibles fósiles por energías renovables.



En España, las emisiones de gases de efecto invernadero alcanzaron los 340 millones de toneladas equivalentes de CO₂ en el 2017, lo que supone un crecimiento del 4,4 por 100 sobre el año anterior. Con respecto al año de mayor emisión, el 2007, supone una reducción del 22,9%, aunque con respecto al año base, 1990, estamos un 17,9% por encima.



Descarbonización

El sector eléctrico es una pieza clave en la descarbonización de la economía, ya que la electricidad supone el único medio para integrar de manera masiva y eficiente las energías renovables.

En cuanto a la procedencia de las emisiones, las principales fuentes en este 2017 fueron el transporte, con el 26%, la generación de electricidad, con el 20, y la industria, con 19%, según los datos del Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera, publicado por el Ministerio de Transición Ecológica en enero de 2019.

La economía española sigue dependiendo en gran medida de los combustibles fósiles y, en particular, del petróleo, que en el 2016 (último dato disponible de manera desglosada) representó el 51% de la demanda de las fuentes de energía. ① ver gráficos 64 y 65

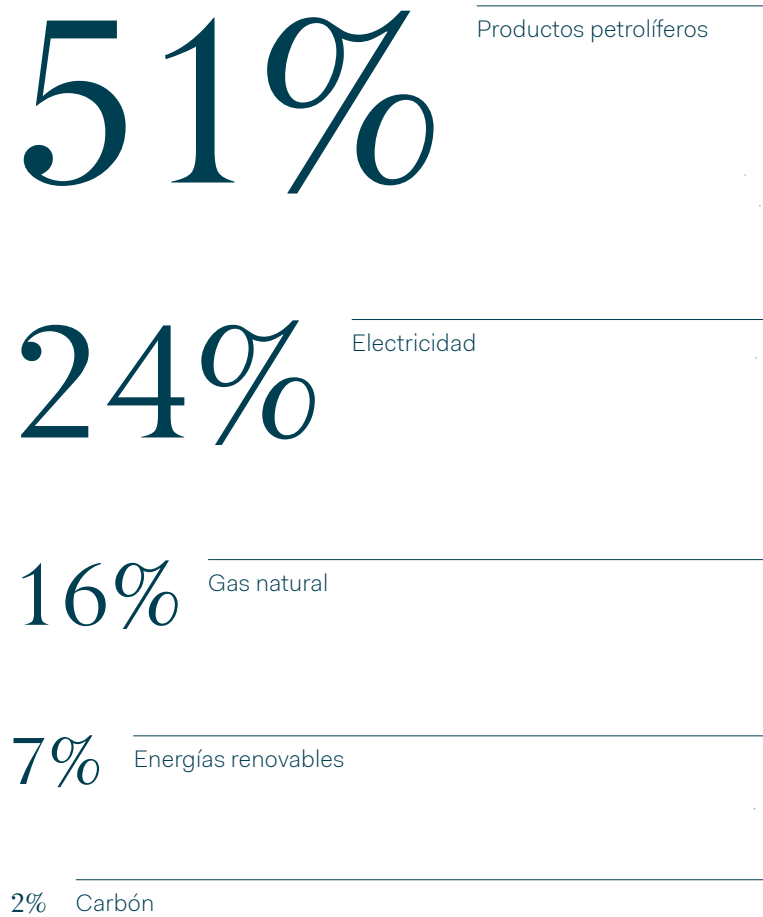
Esta dependencia de los productos petrolíferos se debe fundamentalmente a que el transporte, que es el sector con una mayor demanda, se abastece de ellos en un 95%. En consecuencia, el sector del transporte deberá experimentar una profunda transformación si se pretende conseguir la descarbonización de la economía española.

Precisamente por eso, uno de los puntos en los que hay que avanzar es en el vehículo eléctrico, porque solo a través de la electricidad usamos a gran escala las energías renovables.

En línea con los objetivos europeos anteriormente expuestos, la descarbonización es el principal objetivo que ha de gobernar

Estructura de la demanda de energía final por producto energético 2016

Fuente: IDAE



Estructura de la demanda de energía final por sectores de actividad 2016

Sector	Productos petrolíferos	Carbón	Gas Natural	Energías Renovables	Electricidad	Total (ktep)
Industria	15%	8%	34%	7%	35%	18.944
Transporte	95%		1%	3%	1%	34.821
Residencial	1%	18%	23%	18%	40%	15.067
Terciario	12%		28%	2%	58%	10.622
Otros	70%	1%	3%	3%	23%	2.874

Objetivos 2030 del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima

Emisiones GEI

-21% relativo a 1990

Renovables

42% en energía final consumida

74% en generación eléctrica

Mejora eficiencia

39,6% en energía primaria

la política energética en España a medio y largo plazo, tal y como recoge el Paquete de Energía y Clima, aprobado por el Consejo de Ministros el 22 de febrero de 2019, que incluye el anteproyecto de Ley de Cambio Climático, el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima, y la Estrategia de Transición Justa. Los objetivos de esta estrategia son una reducción de emisiones GEI del 21% respecto de los niveles de 1990, una cuota de renovables del 42% sobre la energía final y una mejora de la eficiencia energética del 39,6%, estos dos últimos más ambiciosos que los fijados en el ámbito de la UE. Además, se prevé que la contribución de las renovables en la producción eléctrica alcanzará el 74% en el 2030.

Estos objetivos de reducción de emisiones implican que no deberían emitirse en España más de 230 millones de toneladas equivalentes de CO₂ en el 2030 y no más de 29 millones en el 2050. Esto significa que hasta el 2030 las emisiones deberán reducirse, con respecto al 2017, en un 124% de las producidas por todo el sector transporte en ese mismo año.

Es evidente que unos objetivos de descarbonización tan exigentes van a requerir cambios estructurales en la economía, que obligará a implantar medidas de eficiencia energética y a sustituir progresivamente los combustibles fósiles por energías renovables para llegar a las metas establecidas.

Precisamente por eso, el sector eléctrico se convierte en pieza clave en la descarbonización de la economía, ya que constituye el único medio para integrar de manera masiva y eficiente las energías renovables en el mix energético. De esta manera, el papel de Red Eléctrica de España es clave como operador del sistema y, por tanto, garante de la continuidad de suministro y de la integración segura de la máxima cantidad de renovables.



07

El papel del sector eléctrico

en la descarbonización

El nuevo paradigma hacia el que se dirige el sector eléctrico implica cambios que afectan tanto a la forma en la que se produce la energía como en la que se consume, que se verán favorecidos por las oportunidades que ofrecen las nuevas tecnologías.



La electrificación contribuye simultáneamente al cumplimiento de los objetivos de reducción de emisiones, de introducción de renovables y de eficiencia energética. Además, mejora la calidad del aire y favorece la disminución de las importaciones de energía basada en fuentes fósiles.



Electrificación de la economía

Es la piedra angular para avanzar hacia la descarbonización del sistema y la lucha contra el cambio climático

Por eso la electrificación de la economía es la piedra angular de la descarbonización del sistema, porque solo a través de la electricidad utilizamos las energías renovables a gran escala.

El nuevo paradigma hacia el que se dirige el sector eléctrico implica cambios que afectan tanto a la forma en la que se produce la energía como en la que se consume; cambios que se verán favorecidos por las oportunidades que ofrecen las nuevas tecnologías, facilitando la transformación digital del sector.

Deberemos evolucionar hacia una cesta energética compuesta mayoritariamente por energías renovables, que deberán aportar más del 70% de la producción eléctrica anual entre todas ellas, teniendo en cuenta que una gran parte (en torno al 70% de la capacidad instalada en 2030) serán no gestionables, lo que implicará un mayor esfuerzo en su integración en el sistema.

Además, en contraposición al modelo predominante actual, basado en una generación concentrada en grandes instalaciones de producción conectadas a la red de transporte, vamos a avanzar hacia un modelo de generación renovable en el que coexistirán estas grandes instalaciones y una multitud de otras más pequeñas ubicadas en las redes de distribución.



Transición energética

Conllevará el cambio de un sistema eléctrico tradicional basado en una generación concentrada en grandes instalaciones conectadas a la red, a otro basado en un mix renovable en el que coexistirán grandes unidades de producción con multitud de otras más pequeñas ubicadas en las redes de distribución.



El consumidor en el centro

Los consumidores finales ocuparán una posición central, tanto en su papel activo en la gestión de la demanda como en su figura mixta de consumidores y generadores de electricidad.

Transformación digital

Afrontar la transición energética exigirá la existencia de servicios basados en las nuevas tecnologías de *big data*, inteligencia artificial, internet de las cosas y telecomunicaciones.

En este escenario, los consumidores finales ocuparán una posición central, tanto en su papel activo en la gestión de la demanda como en su figura mixta de consumidores y generadores de electricidad, lo que se conoce como "prosumidores". Se trata de un nuevo modelo de redes con flujos de energía bidireccionales que rompe con el tradicional esquema en el que la energía fluye siempre desde pocos puntos centralizados de producción, a través de las redes, hasta muchos lugares de consumo. En este nuevo escenario, los clientes deberán jugar un papel más activo para ajustarse a la disponibilidad del recurso renovable y mantener el imprescindible equilibrio entre la oferta y la demanda eléctrica.

En este contexto, la figura de empresas especializadas en servicios energéticos será clave para favorecer el papel central que deben jugar los consumidores. Les permitirán optimizar sus decisiones, ofreciendo servicios basados en las nuevas tecnologías de *big data*, inteligencia artificial, internet de las cosas y telecomunicaciones.

Esta necesaria transformación del sector eléctrico durante la transición energética traerá consigo nuevos desafíos en la gestión de la red de transporte y en la operación del sistema, en los que la posición central de Red Eléctrica de España será clave para impulsar la descarbonización. Pero, para que se lleve a cabo con garantías, es preciso que todos los agentes del sector, productores, consumidores, comercializadores, distribuidores, pequeños generadores, autoconsumidores, reguladores, administraciones central, autonómica y local, agentes del mercado, grandes consumidores y, desde luego, el transportista único y operador del sistema, trabajemos de manera coordinada para lograr un objetivo común imprescindible para todos y en el que cada uno juega un papel específico.

08

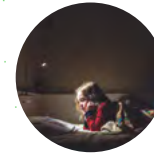
Red Eléctrica de España

impulsor de la descarbonización de la economía

Red Eléctrica de España es un elemento clave para asegurar el éxito de las políticas de transición energética, garantizando que los cambios en el sistema de producción y demanda se realicen sin poner en riesgo la seguridad y continuidad del suministro.



Red Eléctrica de España, como transportista y operador del sistema eléctrico español, tiene el mandato legal de asegurar el correcto funcionamiento del sistema eléctrico y garantizar en todo momento la continuidad y seguridad del suministro eléctrico, supervisando y coordinando el sistema de generación y de transporte, y gestionando el desarrollo y el mantenimiento de la red de transporte.



Red Eléctrica de España

Su posición central en el sistema eléctrico la convierte en un elemento clave para asegurar el éxito de la transición energética

Es decir, se ocupa de que haya luz cada vez que se pulsa el interruptor y de diseñar, construir y mantener la red de alta tensión.

Gracias a su doble papel, fue protagonista en la integración segura de energías renovables con la inauguración, en el año 2006, del Cece, el Centro de Control de Renovables, pionero en el mundo. El Cece es capaz de asegurar en todo momento la máxima integración de energías renovables —entonces sobre todo eólica, cada vez más solar fotovoltaica y térmica—, en condiciones de seguridad para el sistema.

Hoy, de nuevo, esta posición central en el sistema eléctrico convierte a Red Eléctrica de España en un actor clave para asegurar el éxito de las políticas de transición energética, garantizando que los cambios en el sistema de producción y demanda se realicen sin poner en riesgo la seguridad y continuidad del suministro. Por lo que respecta a la operación del sistema, por ejemplo, se pasará de una potencia renovable instalada en 2018 del 51% al 73% en el 2030, según el escenario objetivo del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima. Para ese mismo periodo, la cobertura de la demanda con fuentes renovables pasará del 40% actual al 74%.

Eso quiere decir que cada vez en mayor medida la oferta eléctrica dependerá más de factores incontrolables, el viento y el



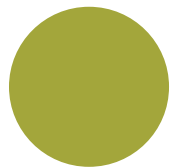
Nuevo paradigma

El sector eléctrico dejará de atender a una demanda aleatoria con una generación obediente y emisora de GEI, y se encaminará hacia un sistema cimentado en energías renovables, no gestionables, y de generación distribuida.



Necesidad de nuevas tecnologías

El nuevo escenario energético se desarrollará en un marco de innovación tecnológica y digitalización que favorecerá la implantación de nuevas herramientas de gestión del sistema.



El reto

Mantener la estabilidad del sistema y la seguridad del suministro será el gran reto para Red Eléctrica en este nuevo escenario.

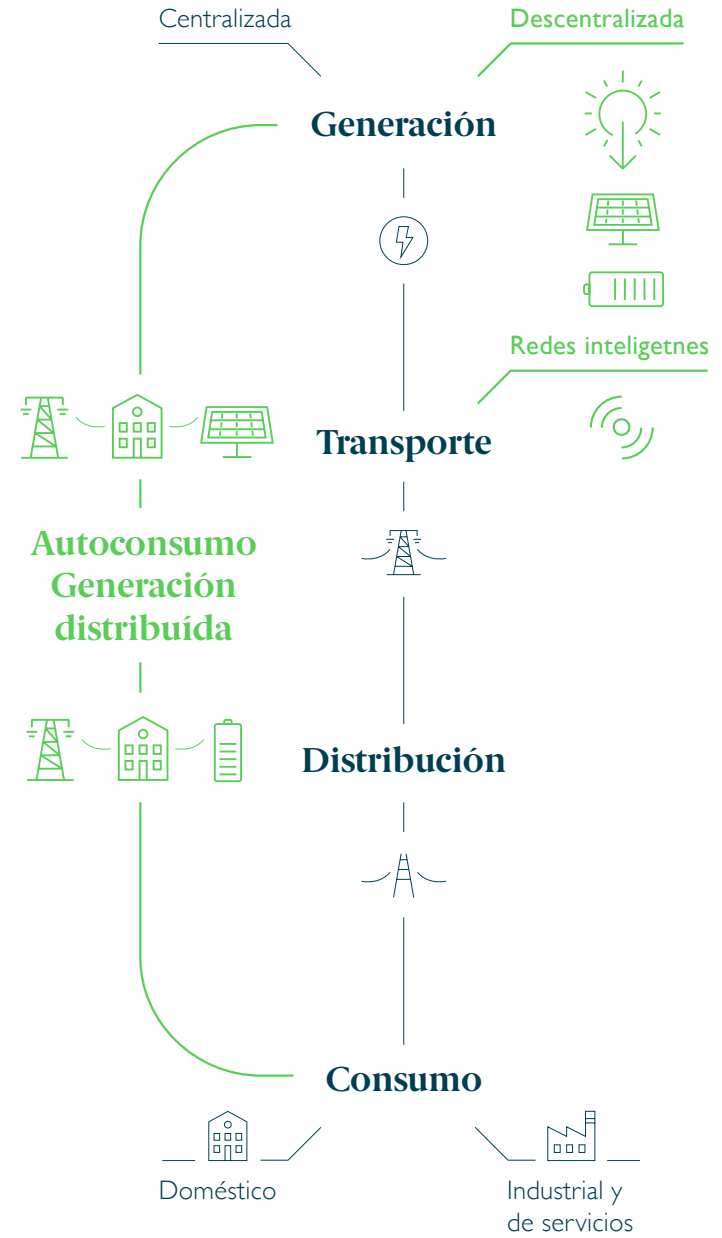
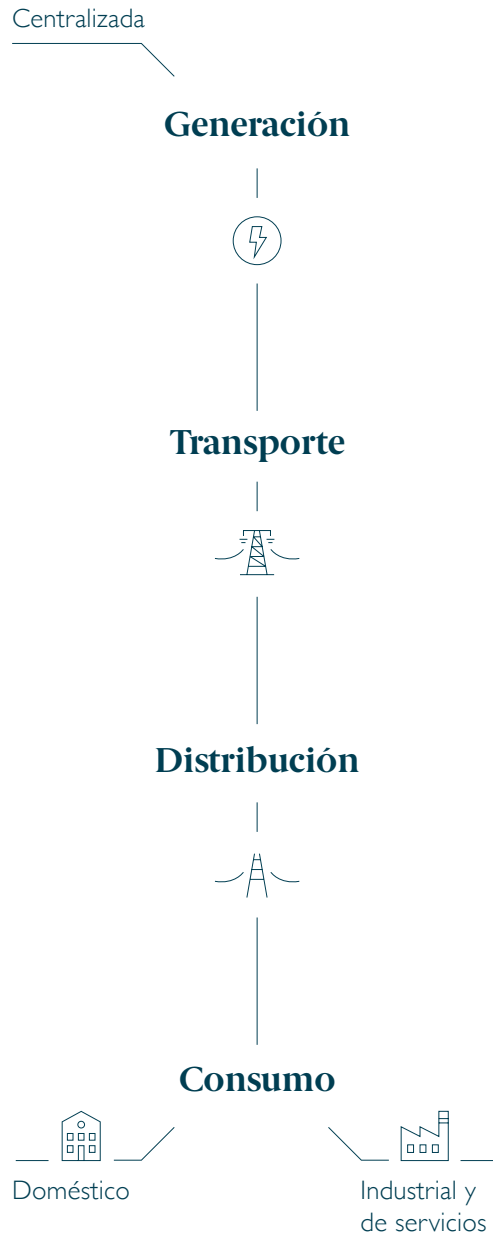
sol, y menos de centrales tradicionales alimentadas por gas o por carbón. Asegurar que en este nuevo escenario, con independencia de las condiciones climáticas, la calidad de suministro es la misma de hasta ahora es la principal tarea de Red Eléctrica de España. Para ello ha de asegurarse de que las redes, que ya son bastante inteligentes, estén dotadas de mucha más inteligencia para poder prever todas las contingencias y actuar a la velocidad precisa para mantener el suministro.

Por tanto, el desarrollo de la actividad de Red Eléctrica de España en los próximos años va a estar condicionada por la evolución, o incluso revolución, del sector eléctrico, que dejará de atender a una demanda aleatoria con una generación obediente, térmica y emisora de GEI, para convertirse en un sistema en el que la demanda puede pasar a ser oferta y la oferta estará cimentada en energías renovables.

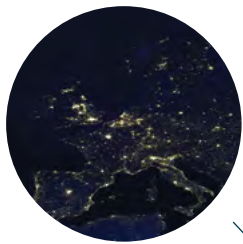
Estamos encaminados hacia un sistema basado en un mix renovable no gestionable, con generación distribuida y en el que el consumidor adopta un papel activo. Además, esa transformación se va a producir en un escenario de una mayor electrificación y eficiencia en el consumo energético, y en un marco de desarrollo tecnológico y digitalización que favorecerá la implantación de nuevas herramientas de gestión del sistema. En este sentido, aún hay mucho camino que recorrer en almacenamiento de energía, en redes inteligentes, en gestión activa de la demanda, etc.

Mantener en ese nuevo escenario la estabilidad, la continuidad del suministro y la garantía de la calidad supone un gran reto para Red Eléctrica de España. El sistema, que pasará a ser mucho más flexible, ha de ser igual de seguro que lo ha sido hasta ahora, porque nadie admitirá un empeoramiento en la calidad de suministro. ¹ ver infografía 84 y 85

Modelo actual



Transición energética

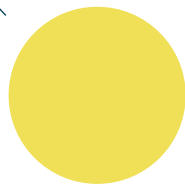


15% de interconexión

Es el objetivo europeo para los Estados miembros en 2030, muy lejos del 5% con el que opera España en 2019.

Nuevas interconexiones

Incrementar la capacidad de interconexión con los países vecinos, especialmente con Francia, permitirá aumentar la integración de renovables, además de contribuir a la seguridad de suministro y a disponer de unos precios de la energía más competitivos.



Redes flexibles

Asegurar la garantía del suministro exigirá desarrollar, operar y mantener una red robusta, inteligente, flexible y fiable que permita conectar la nueva generación renovable prevista.

Para ello será necesario desarrollar, operar y mantener una red robusta, inteligente, flexible y fiable que permita conectar la nueva generación renovable que se va a instalar y que ofrezca la posibilidad de diversificar el origen de la electricidad que se consume, transportándola desde donde el recurso está disponible en cada momento hasta el cliente final.

Será necesario también contar con nueva capacidad de interconexión con los países vecinos, especialmente con Francia, lo que permitirá aumentar la integración de renovables, además de contribuir a la seguridad de suministro y a disponer de unos precios más competitivos. El conjunto del sistema ibérico, para no derrochar energía renovable cuando abunde y para no ser operado en precario en determinadas circunstancias, exige que la red de seguridad con el resto del sistema europeo interconectado, a través de Francia, sea más robusto que en la actualidad. La Unión Europea ha previsto, en el escenario de la economía descarbonizada, que los países han de tener al menos una capacidad de interconexión del 15% sobre la potencia instalada en 2030, muy lejos del 5% con el que opera España en 2019.

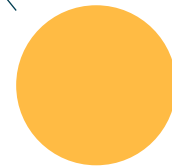
Además, se han de poner a disposición de la operación del sistema aquellas herramientas de flexibilidad que permitan la integración de las energías renovables necesarias para cumplir con los objetivos marcados en la transición energética. En este sentido es especialmente importante lo que se refiere al desarrollo y despliegue del almacenamiento en las distintas partes de la cadena de suministro, ofreciendo distintos servicios en cada una de ellas.

También será necesario adecuar la integración en la operación del sistema y en los mercados de la participación activa



Almacenamiento energético

Para maximizar la integración de las energías renovables será especialmente importante el desarrollo y despliegue del almacenamiento en las distintas partes de la cadena de suministro.



Redes inteligentes

Las redes eléctricas deberán ser bidireccionales, flexibles e inteligentes, lo que exigirá inversiones en digitalización y nuevas tecnologías.



Preparados

España cuenta con el recurso renovable adecuado, la capacidad tecnológica y acreditada experiencia para su integración segura.

y creciente de los consumidores, debido a los avances tecnológicos que se prevén, ligados fundamentalmente al autoconsumo y al vehículo eléctrico.

Todo ello solo se podrá hacer si se dota de inteligencia a la red, permitiendo la plena coordinación entre los diferentes agentes del sistema. Las redes eléctricas deberán ser bidireccionales, flexibles e inteligentes para monitorizar en tiempo real su estado y optimizar su operación en condiciones de seguridad, lo que exigirá inversiones en nuevas tecnologías y en inteligencia artificial.

Red Eléctrica de España, con las herramientas tecnológicas adecuadas, estará en condiciones de garantizar que la altísima calidad de suministro habitual se mantenga intacta, pero con la máxima integración de energías renovables en cada momento.

Las renovables son las únicas fuentes de energía que cumplen el doble objetivo de contribuir a mitigar los efectos del cambio climático y de ser autóctonas, es decir, las únicas materias primas energéticas con las que España cuenta en abundancia de manera natural. Si a eso le unimos la acreditada experiencia de nuestro país en la integración segura de renovables, quizá estemos ante la primera gran revolución tecnológica mundial para la que España cuenta, desde el primer momento, con la capacidad tecnológica y el recurso adecuado en el momento preciso, por lo que representa una oportunidad única que debemos aprovechar.



09

Una tarea de todos

La descarbonización de la economía, y la implicación de la sociedad en su conjunto, es imprescindible si queremos combatir de manera eficaz los impactos del cambio climático.



Por todo ello, el conjunto de agentes del sector, y también la población en su totalidad, han de jugar un papel determinante en este reto. La descarbonización de la economía, y de la sociedad en su conjunto, es imprescindible si queremos combatir de manera eficaz los impactos del cambio climático.



Un reto conjunto

El desafío del cambio climático exige compromisos firmes de todos los actores implicados: ciudadanos, gobernantes, empresas y agentes sociales.

Tal y como ha dicho António Guterres, secretario general de la Organización de Naciones Unidas, “el cambio climático va más rápido que nosotros, estamos perdiendo la carrera y podría ser una tragedia para el planeta”.

Según los expertos, las consecuencias de un incremento de 1,5° C supondrían para España un mayor calentamiento que la media global y europea, lo que implicaría veranos muy calurosos; menor precipitación y disminución de recursos hídricos; aumento de fenómenos extremos, como incendios, inundaciones y olas de calor, y crecimiento del nivel del mar, con la consiguiente desaparición de playas y de deltas. Todo ello tendría muy graves consecuencias para la agricultura, la silvicultura, el turismo y la sanidad, por citar solo los efectos más evidentes.

En general, los países industrializados, que son los que históricamente han contribuido con la emisión de más gases de efecto invernadero, sufrirían menos sus consecuencias, mientras que los países menos desarrollados, situados en latitudes próximas a los trópicos, serían los más afectados por las consecuencias pese a su menor contribución histórica a las emisiones. Y, puesto que están más industrializados, cuentan con más y mejores medios y recursos para adaptarse a los cambios.

Calentamiento global en España

Los expertos señalan que sus consecuencias implicarán veranos muy calurosos; menores precipitaciones; aumento de fenómenos extremos, como incendios, inundaciones y olas de calor; y crecimiento del nivel del mar.



Ganadores y perdedores

Los países industrializados, los que más emisiones generan, sufrirán menos consecuencias, mientras que los países menos desarrollados, situados próximos a los trópicos, serán los más afectados pese a su menor contribución histórica a las emisiones.



En nuestra mano

Evitar los efectos del incremento de la temperatura sobre el planeta es tarea de todos y todavía está en nuestra mano.

Evitar esa tragedia es tarea de todos. Y una parte importante de ese papel la tienen los ciudadanos, exigiendo a sus gobernantes, a sus empresas y a todos los actores sociales compromisos firmes y pasos concretos para evitar los incrementos de temperatura que se producirán si seguimos vertiendo sin control gases de efecto invernadero a la atmósfera. Porque lo que sabemos, lo que nos dice el consenso científico, es que los efectos del incremento de la temperatura sobre la sociedad humana serán notables y nos llegarán a todos. La subida del nivel de los mares, las sequías y los sucesos climáticos extremos, los efectos sobre la biodiversidad y el aceleramiento de la extinción de especies animales y vegetales serán padecidas por todos.

Con seguridad, la Tierra en su conjunto, vista con perspectiva histórica y geológica, se recuperaría del cambio climático con independencia de lo que hagamos, como se ha recuperado de las cinco grandes catástrofes y consiguientes extinciones que han tenido lugar hasta la fecha. Pero no podemos olvidar que esas cinco extinciones han ocasionado catástrofes biológicas con muchos perdedores y ganadores. Al final, la vida siempre se abre camino y a los dinosaurios, que vivieron en la Tierra durante 170 millones de años, les sustituyeron los mamíferos. ¿Duraremos tanto los *Homo sapiens*, que apenas llevamos 200.000 años en el planeta? Porque no parece compatible el escenario de la inacción con la vida de la sociedad humana tal y como la conocemos. Todavía está en nuestro mano, aunque probablemente no por mucho tiempo.



Edita

RED ELECTRICA DE ESPAÑA
Paseo del Conde de los Gaitanes, 177
28109 Alcobendas (Madrid)
Edición 2019
www.ree.es

