



## CIENCIA PARA UNA ENERGÍA MÁS LIMPIA, SOSTENIBLE Y ACCESIBLE

CSIC. Año internacional de la energía sostenible para todos. 2012.

COMISARIO CIENTÍFICO  
Gregorio Marbán

COORDINACIÓN TÉCNICA  
Laura Ferrando González  
Violeta Vicente Olmo

ORGANIZACIÓN Y PRODUCCIÓN  
*Vicepresidencia Adjunta  
de Organización y Cultura  
Científica del CSIC*

Pilar Tigera Sánchez  
Jaime Pérez del Val  
Eduardo Actis Montserrat  
Sònia Broch Camarelles

Martín García Diéguez  
Carmen Guerrero  
Beatriz Hernández Arcediano  
Laura Llera Arnanz  
Rafael Martínez Cáceres  
Ester Moreno Domínguez  
Ana de Paz Higuera

ASESORÍA DIDÁCTICA  
José Vicente Marín

ILUSTRACIONES  
Raúl Gómez

DISEÑO GRÁFICO  
underbau

AGRADECIMIENTOS  
Rafael Moliner  
Rosa Menéndez  
Bernardo Herradón  
Juan Ángel Vaquerizo  
Marisa Castro Delgado

MÁS INFORMACIÓN EN  
[www.energia2012.es](http://www.energia2012.es)



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE ECONOMÍA  
Y COMPETITIVIDAD

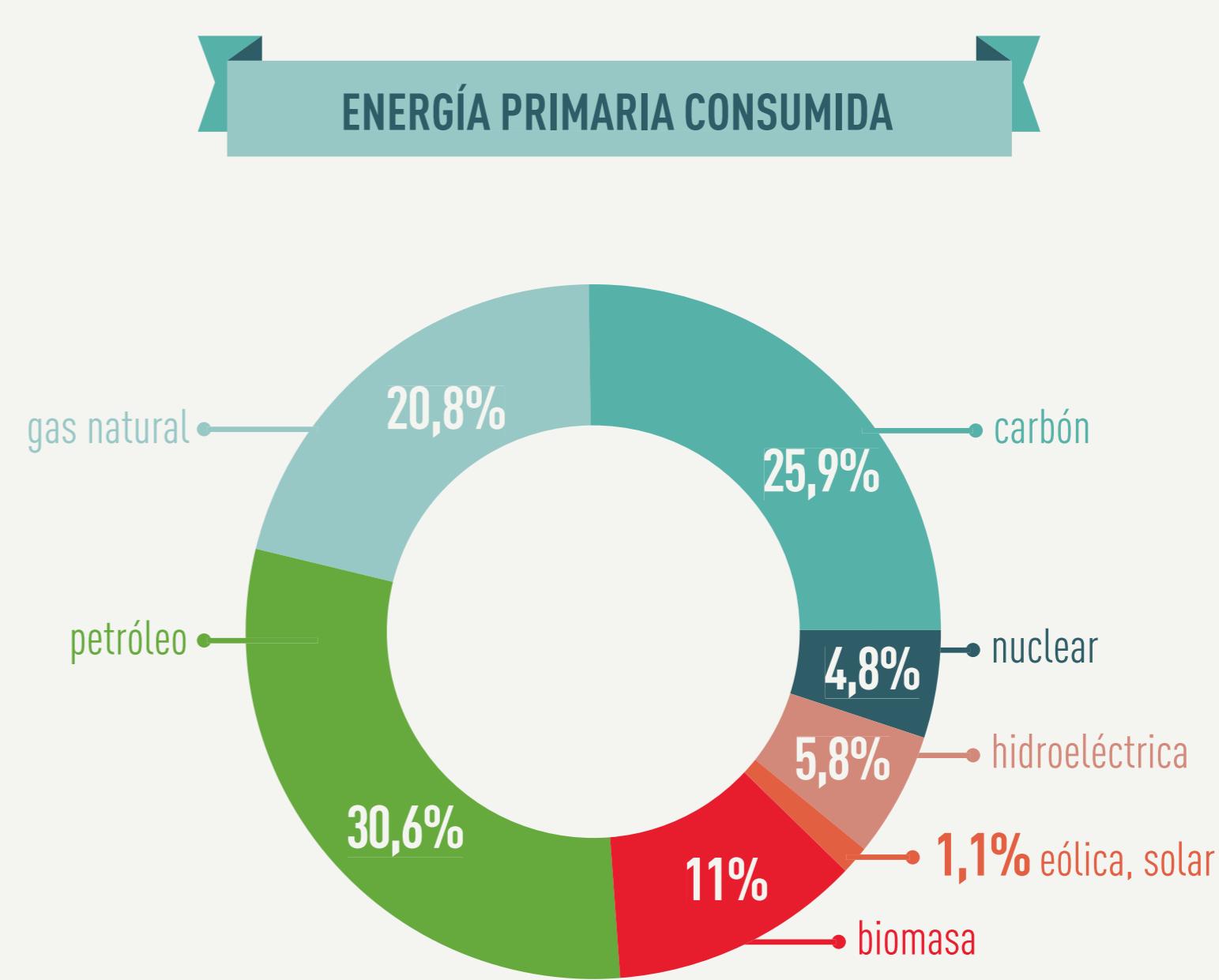


# 01

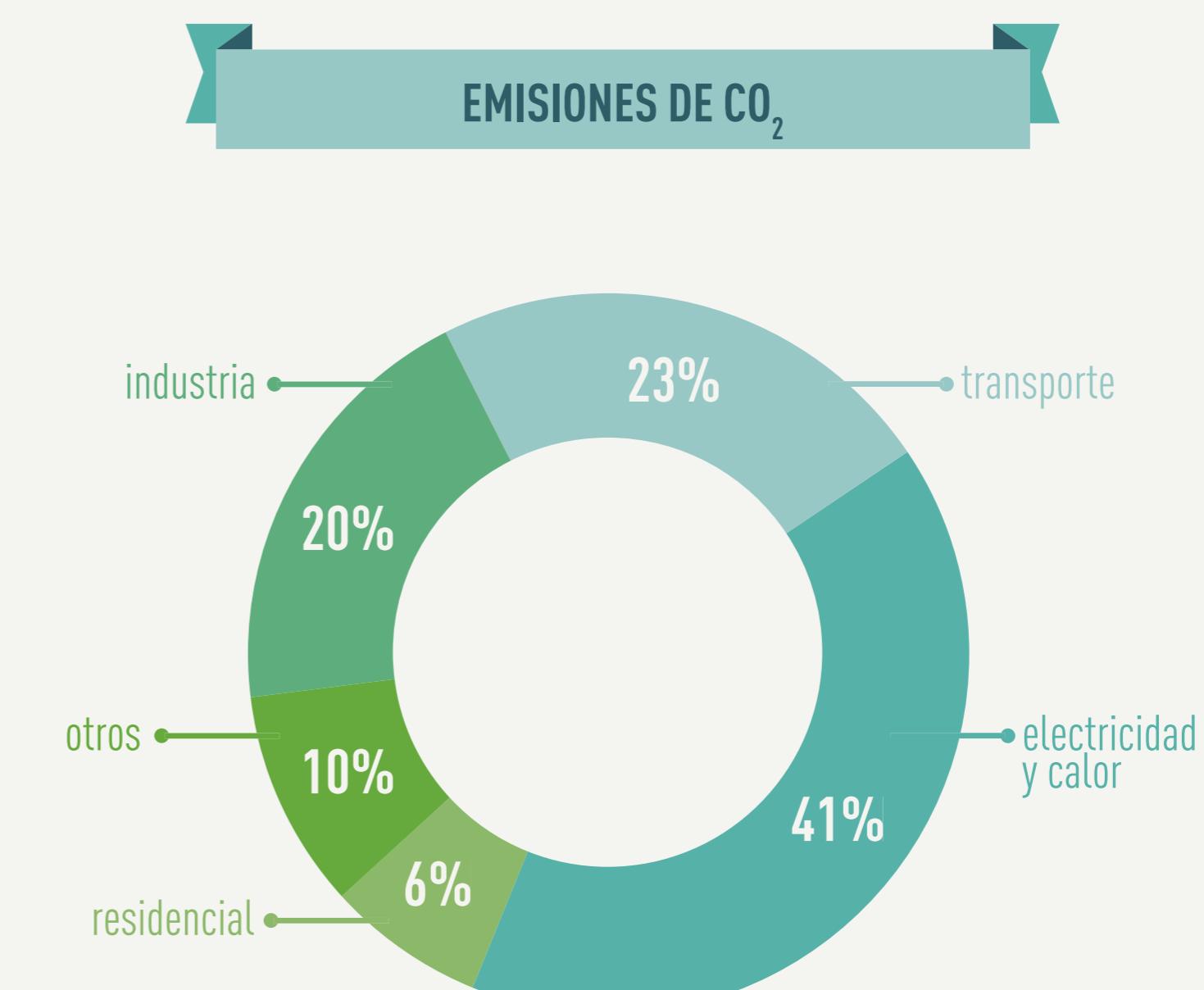
## LA ENERGÍA QUE NOS MUEVE

La energía es el motor del mundo. La electricidad que ilumina y hace que funcionen las industrias, la gasolina de nuestros automóviles, el gas natural que calienta el agua en los hogares... Todo es energía. Las fuentes de energía primaria son aquellas que existen en la naturaleza y que el ser humano transforma en energías secundarias (también llamadas útiles), esto es, en electricidad y combustibles para proporcionar calor y movimiento. Dependiendo del tipo de fuente de energía primaria, su transformación en energía secundaria será «sucia» (si produce CO<sub>2</sub>) o «limpia» (si no produce CO<sub>2</sub>). Aunque no producen CO<sub>2</sub>, las energías llamadas «limpias» pueden tener otros impactos. De hecho, la única energía que no contamina es la que no se produce ni se consume. Actualmente el 77% de la energía primaria es «sucia».

Además de «sucias» (carbón, gas natural y petróleo) y «limpias» (solar, eólica, hidroeléctrica, geotérmica, biomasa y nuclear), en el sentido de que no emiten CO<sub>2</sub> en el momento de la producción, las fuentes primarias de energía pueden ser «renovables» y «no renovables». La energía renovable es la que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales. El ser humano debería ser capaz de usar únicamente fuentes de energía limpias y renovables (eólica, solar, geotérmica, hidroeléctrica y biomasa).



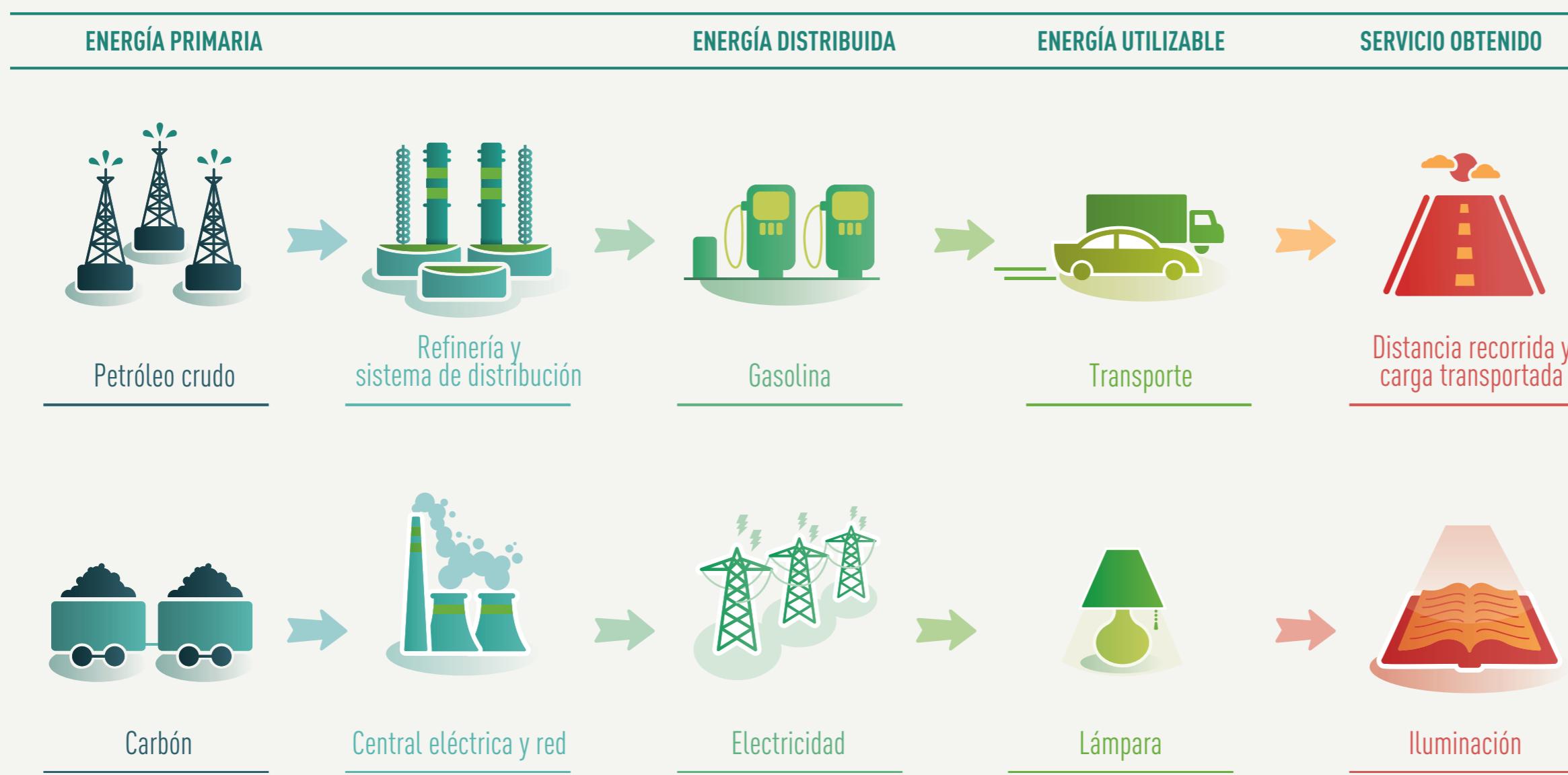
Reparto de energía primaria consumida en el mundo por tipo de fuente. Fuentes: IEA, BP, 2009.



Otros: servicios públicos y comerciales, agricultura, bosques y pesca, industrias de la energía distintas de electricidad y calor, etc.

Reparto de emisiones de CO<sub>2</sub> por sectores en el mundo. Fuentes: IEA, BP, 2009.

### TRANSFORMACIÓN DE LA ENERGÍA. PROCESO EN CADENA



**LA ENERGÍA ES,**  
según la Física, la capacidad potencial que tienen los cuerpos para producir trabajo o calor, y se manifiesta por una modificación en su estado o situación. Las formas de energía pueden tener naturaleza: mecánica, térmica, eléctrica, luminosa, nuclear, etc.



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE ECONOMÍA  
Y COMPETITIVIDAD



## CHINA ES EL PAÍS QUE MÁS TONELADAS DE CO<sub>2</sub> EMITE AL AÑO

(6.534 millones de t, frente a los 359 millones de España); sin embargo, si se mira por persona, China emite 5 toneladas per cápita al año, cifra inferior a las 19 que emite un habitante medio de Estados Unidos o las 9 en España.



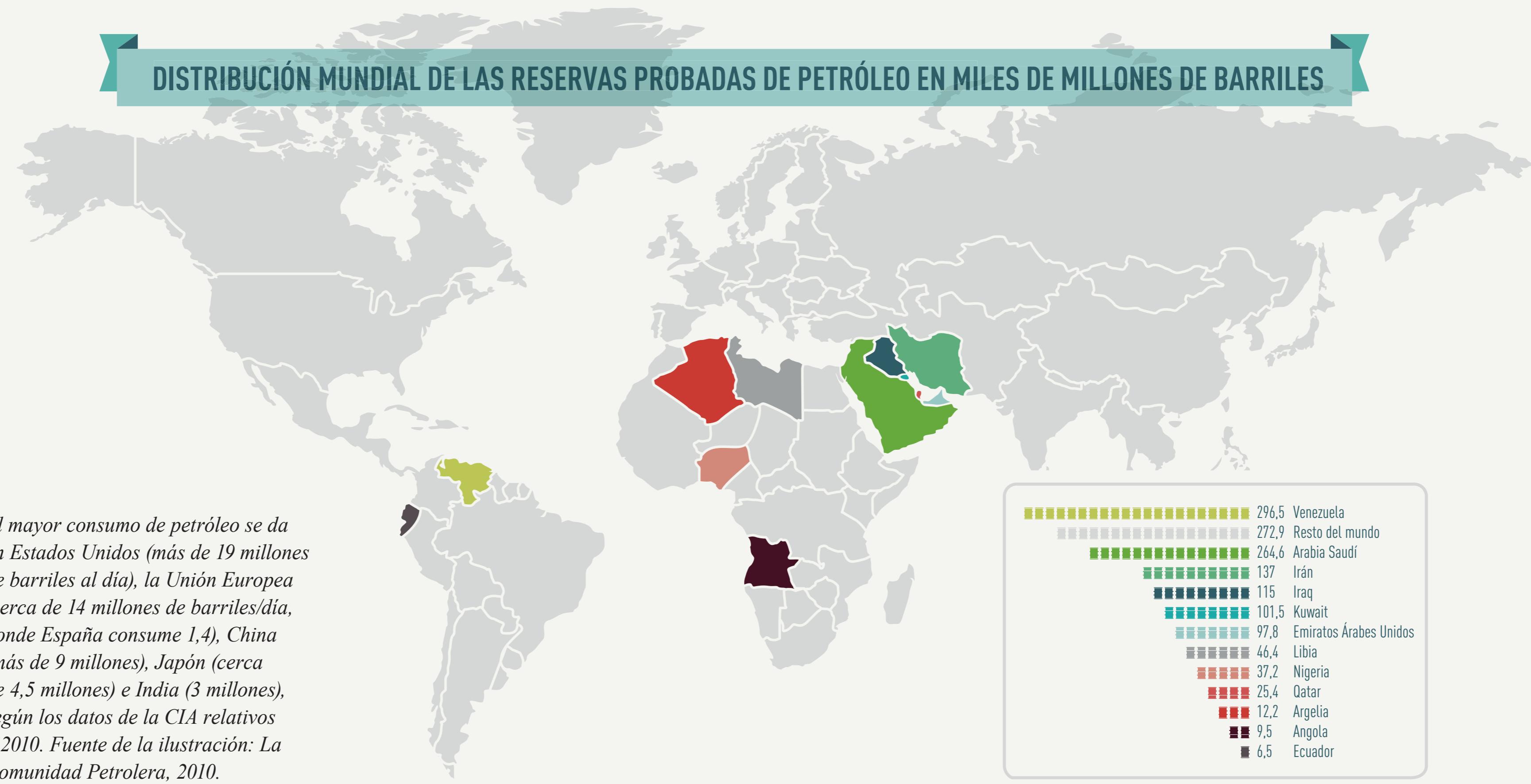
Emisiones de CO<sub>2</sub> en toneladas por persona y año en 2008. Fuente: USC, 2010. Más información en: [www.ucsusa.org](http://www.ucsusa.org)

## 02 DEPENDENCIA ENERGÉTICA

La combustión del petróleo constituye el 30,6% de la energía primaria mundial y se extrae en un número reducido de países, integrados en su mayoría en la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP). Más extendidos por el mundo se encuentran el carbón, que representa el 25,8% de la energía primaria y el gas natural (el 20,8%). En España estos recursos son minoritarios, lo que crea una fuerte dependencia del exterior en relación a estos combustibles.

El aumento de la población en el mundo, el mayor acceso a bienes y servicios y la mejora de las condiciones de vida en países en desarrollo contribuyen al incremento del consumo energético mundial, lo que añade un factor de inestabilidad en la oferta y demanda de la energía. Se estima que, de continuar la tendencia actual, y si no se producen cambios en los hábitos de consumo y en las políticas energéticas, las emisiones de CO<sub>2</sub> se duplicarán en los próximos 50 años.

### DISTRIBUCIÓN MUNDIAL DE LAS RESERVAS PROBADAS DE PETRÓLEO EN MILES DE MILLONES DE BARRILES



GOBIERNO  
DE ESPAÑA  
MINISTERIO  
DE ECONOMÍA  
Y COMPETITIVIDAD



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE ECONOMÍA  
Y COMPETITIVIDAD



CSIC  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



FECYT  
FUNDACIÓN ESPAÑOLA  
PARA LA CIENCIA  
Y LA TECNOLOGÍA



2012 AÑO INTERNACIONAL DE LA  
ENERGÍA SOSTENIBLE  
PARA TODOS

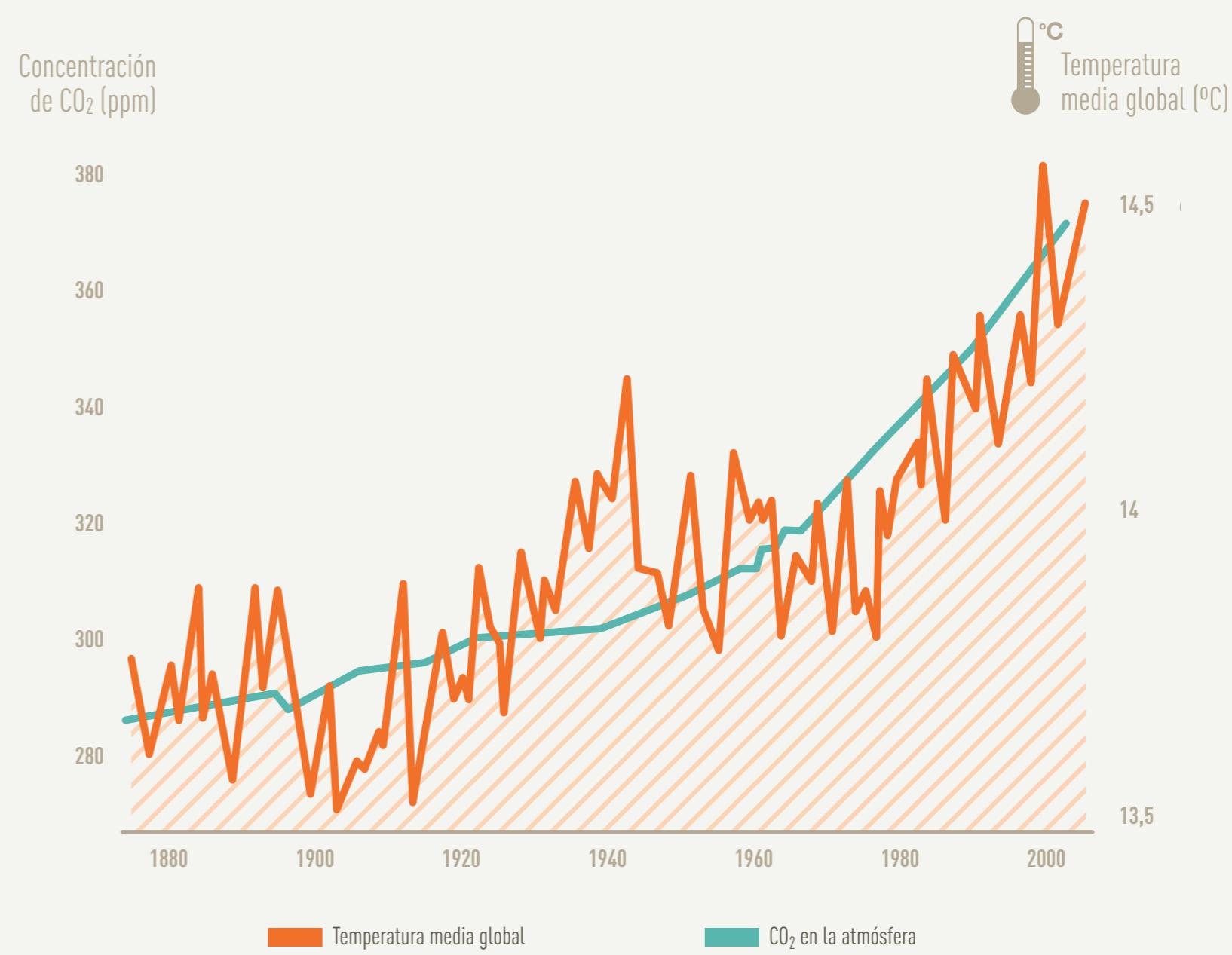
# 03

## ENERGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

En la actualidad, la electricidad que consumimos diariamente en nuestros hogares e industrias se genera mayoritariamente a partir de la combustión de sustancias fósiles (carbón, gas natural y petróleo) en centrales térmicas. Este proceso genera grandes cantidades de CO<sub>2</sub> que contribuyen al calentamiento global del planeta por el aumento del efecto invernadero.

El efecto invernadero es un fenómeno natural. La radiación solar que penetra en la atmósfera terrestre es absorbida por la Tierra, que emite energía al espacio; algunos gases de la atmósfera hacen que parte de esta energía sea retenida volviendo al suelo y provocando un aumento de la temperatura terrestre. De hecho, sin el efecto invernadero la temperatura del planeta sería de -18 °C. Sin embargo, actualmente existe un exceso de gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub> y otros) que contribuye al calentamiento global y al cambio climático.

### AUMENTO DE LA TEMPERATURA MEDIA GLOBAL Y DEL CO<sub>2</sub> EN LA ATMÓSFERA



*El consumo de energía es la actividad humana que mayor cantidad de gases de efecto invernadero genera, con cerca de 30.000 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> emitidas al año en todo el mundo, y responsable directo del aumento de la temperatura media global en los últimos 40 años.*

### EL PROTOCOLO DE KIOTO,

firmado en 1997 y ratificado en 2005 por el conjunto de países responsables del 55% de las emisiones en países industrializados, obligaba a reducir, para el periodo 2008 - 2012, las emisiones de seis gases (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, PFC, HFC y H<sub>6</sub>F) en un 5,2% sobre los niveles de 1990.



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE ECONOMÍA  
Y COMPETITIVIDAD



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



FUNDACIÓN ESPAÑOLA  
PARA LA CIENCIA  
Y LA TECNOLOGÍA



2012 AÑO INTERNACIONAL DE LA  
ENERGÍA SOSTENIBLE  
PARA TODOS

# 04

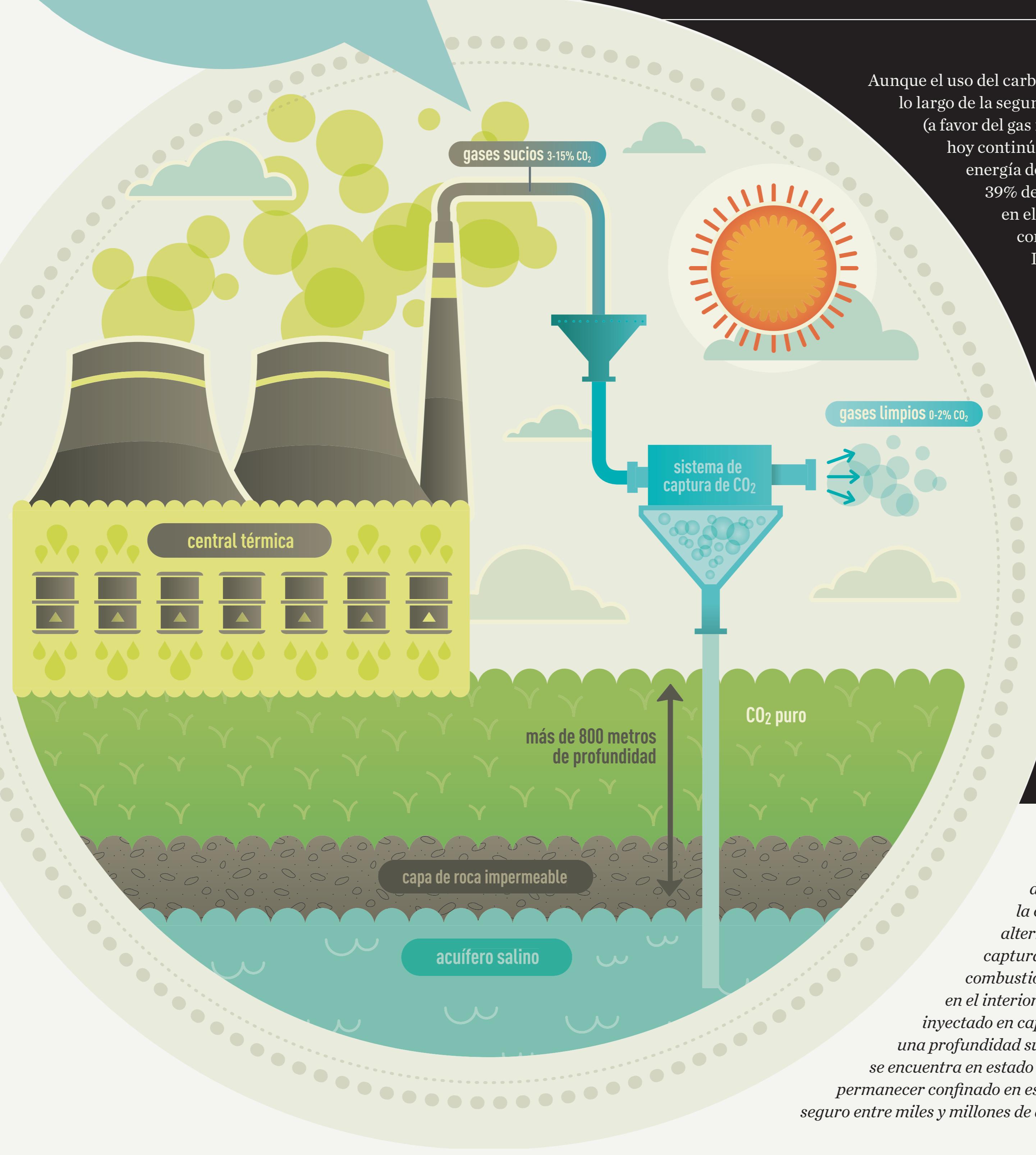
## HACIA UNA ELECTRICIDAD LIMPIA (I) USO LIMPIO DE LOS COMBUSTIBLES FÓSILES

### EN ESPAÑA,

con el impulso dado en los últimos años al uso de fuentes de energía renovables,

**LA ELECTRICIDAD  
GENERADA POR CARBÓN  
SE REDUJO DEL 25% EN  
2007 AL 8% EN 2010.**

Pero si sumamos toda la producción de electricidad que emite CO<sub>2</sub>, como la combustión de fuel y gas natural, el porcentaje se eleva hasta el 31%.



Los combustibles fósiles son el carbón, el gas natural y el petróleo. El carbón y el gas natural han sido utilizados desde tiempos remotos. Algunos científicos sitúan los primeros usos del carbón en China 1.000 años antes de nuestra era. También en China se tiene conocimiento de que el gas natural se extraía de los pozos hacia el 900-850 a.n.e. En un plano industrial, se sitúa en 1859 la perforación del primer pozo de petróleo en Titusville (Pensilvania), Estados Unidos. Hoy día, los combustibles fósiles son la principal fuente para la producción de electricidad.

Aunque el uso del carbón fue disminuyendo a lo largo de la segunda mitad del siglo XX (a favor del gas natural y del petróleo), hoy continúa siendo una fuente de energía de gran importancia: el 39% de la electricidad generada en el mundo procede de la combustión del carbón.

Los combustibles fósiles se queman en las centrales térmicas, en calderas, produciendo calor que se emplea para calentar el agua hasta formar vapor. El vapor de agua a alta presión mueve la turbina conectada a un generador de corriente eléctrica.

Para reducir el impacto de la quema de combustibles fósiles, la ciencia investiga alternativas, como la captura del CO<sub>2</sub> generado en la combustión y su almacenamiento en el interior de la tierra: el CO<sub>2</sub> injectado en capas subterráneas a una profundidad superior a 800 metros se encuentra en estado «supercrítico». Debe permanecer confinado en este estado para que sea seguro entre miles y millones de años.



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE ECONOMÍA  
Y COMPETITIVIDAD



CSIC  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

FECYT  
FUNDACIÓN ESPAÑOLA  
PARA LA CIENCIA  
Y LA TECNOLOGÍA

2012 AÑO INTERNACIONAL DE LA  
ENERGÍA SOSTENIBLE  
PARA TODOS

# 05

## HACIA UNA ELECTRICIDAD LIMPIA (III) ¿ENERGÍA NUCLEAR?

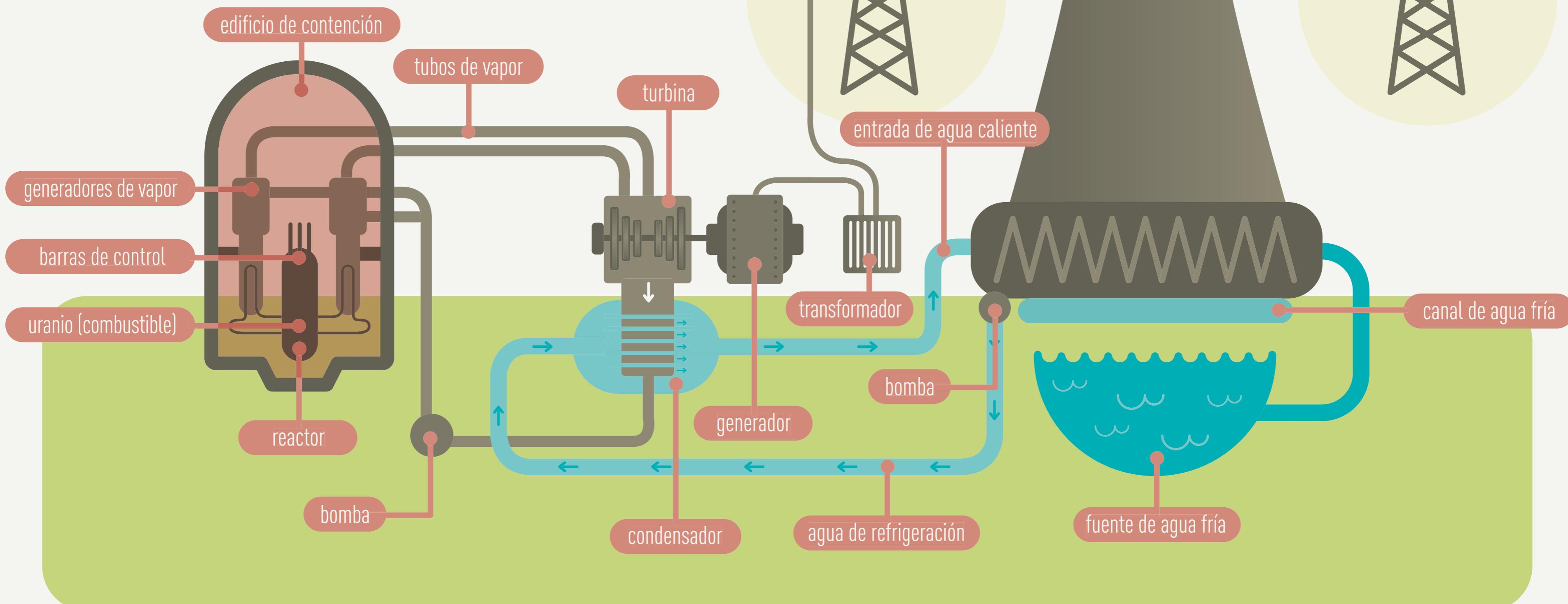
La energía nuclear de fisión está basada en la desintegración de átomos de elementos químicos pesados (uranio) mediante el bombardeo de los núcleos con neutrones, lo que da lugar a su división en dos o más núcleos de elementos más ligeros, con la liberación de gran cantidad de energía y la emisión de diversas radiaciones como rayos gamma, partículas alfa (núcleos de helio) y electrones y positrones de alta energía. Esta energía se utiliza para generar vapor de agua que mueve las turbinas para producir electricidad.

Los principales retos de la energía nuclear son la gestión de los residuos radioactivos, la disponibilidad de combustible (las reservas de uranio son limitadas) y la prevención de las potenciales fugas y accidentes de consecuencias catastróficas. La energía nuclear se suele incluir entre las «limpias» ya que no emite gases de efecto invernadero cuando se genera la electricidad, aunque sí lo hace, y en gran cantidad, en los procesos previos como la extracción y enriquecimiento del uranio. Además, se producen residuos radioactivos que duran miles de años y exigen importantes requerimientos tecnológicos y económicos. En España la energía nuclear consumida (22% de la producción de electricidad en 2010) implica la generación anual de unas 160 toneladas de residuos de alta actividad (el combustible gastado) y 1.500 toneladas de baja y media actividad que se almacenarán, hasta encontrar otra alternativa mejor, en el ATC (Almacén Temporal Centralizado) o «cementerio nuclear» de Villar de Cañas (Cuenca).

## LA ENERGÍA ATÓMICA DE FUSIÓN

procede de la unión de los núcleos de átomos de deuterio y tritio (isótopos del hidrógeno), dando lugar a la formación de helio y neutrones, y a la liberación de gran cantidad de energía. Para que se produzca la unión es preciso vencer la repulsión eléctrica entre los protones, de carga positiva, lo que sólo se consigue en el seno de un plasma confinado a alta temperatura mediante potentes campos magnéticos. Su combustible, el hidrógeno, es inagotable. La energía atómica de fusión podría ser el futuro energético de la humanidad.

Esta es la meta del proyecto internacional ITER.



*Central nuclear de fisión: en el reactor nuclear (confinado en el edificio de contención) se produce la fisión del núcleo de los átomos de uranio. Esta reacción genera gran cantidad de calor que se aprovecha para calentar el agua hasta convertirla en vapor a alta temperatura y presión. El vapor llega hasta una gran turbina conectada a un generador que convierte el movimiento circular en energía eléctrica.*



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE ECONOMÍA  
Y COMPETITIVIDAD

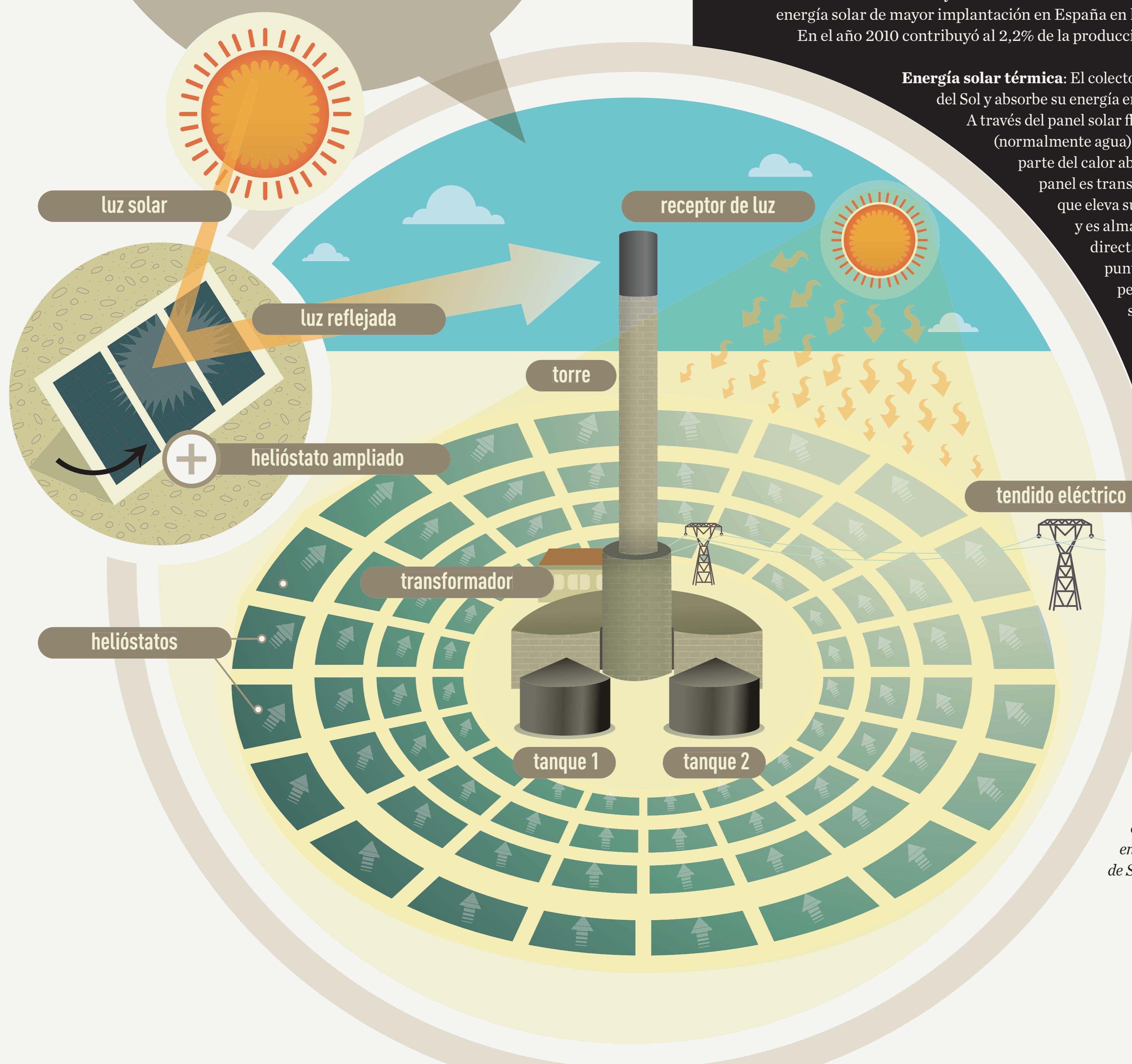
CSIC  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

FECYT  
FUNDACIÓN ESPAÑOLA  
PARA LA CIENCIA  
Y LA TECNOLOGÍA

2012 AÑO INTERNACIONAL DE LA  
ENERGÍA SOSTENIBLE  
PARA TODOS

## UNA CENTRAL SOLAR TÉRMICA DE CONCENTRACIÓN

consiste en una gran cantidad de espejos («helióstatos») que, como los girasoles, siguen al Sol, concentrando su calor en un punto. De esta manera, se genera vapor de agua, que a su vez impulsa una turbina para generar electricidad.



La energía solar sería capaz de abastecer las necesidades energéticas de la sociedad varios miles de veces sin agotarse. La cantidad de energía solar interceptada por la Tierra es más de tres órdenes de magnitud mayor que la demanda energética mundial, aunque está condicionada por variaciones estacionales, atmosféricas y geográficas.

**Energía solar fotovoltaica:** Los paneles solares permiten transformar la energía del Sol en electricidad gracias a sus células fotovoltaicas hechas mayoritariamente de silicio. Este es el tipo de energía solar de mayor implantación en España en los últimos años. En el año 2010 contribuyó al 2,2% de la producción de electricidad.

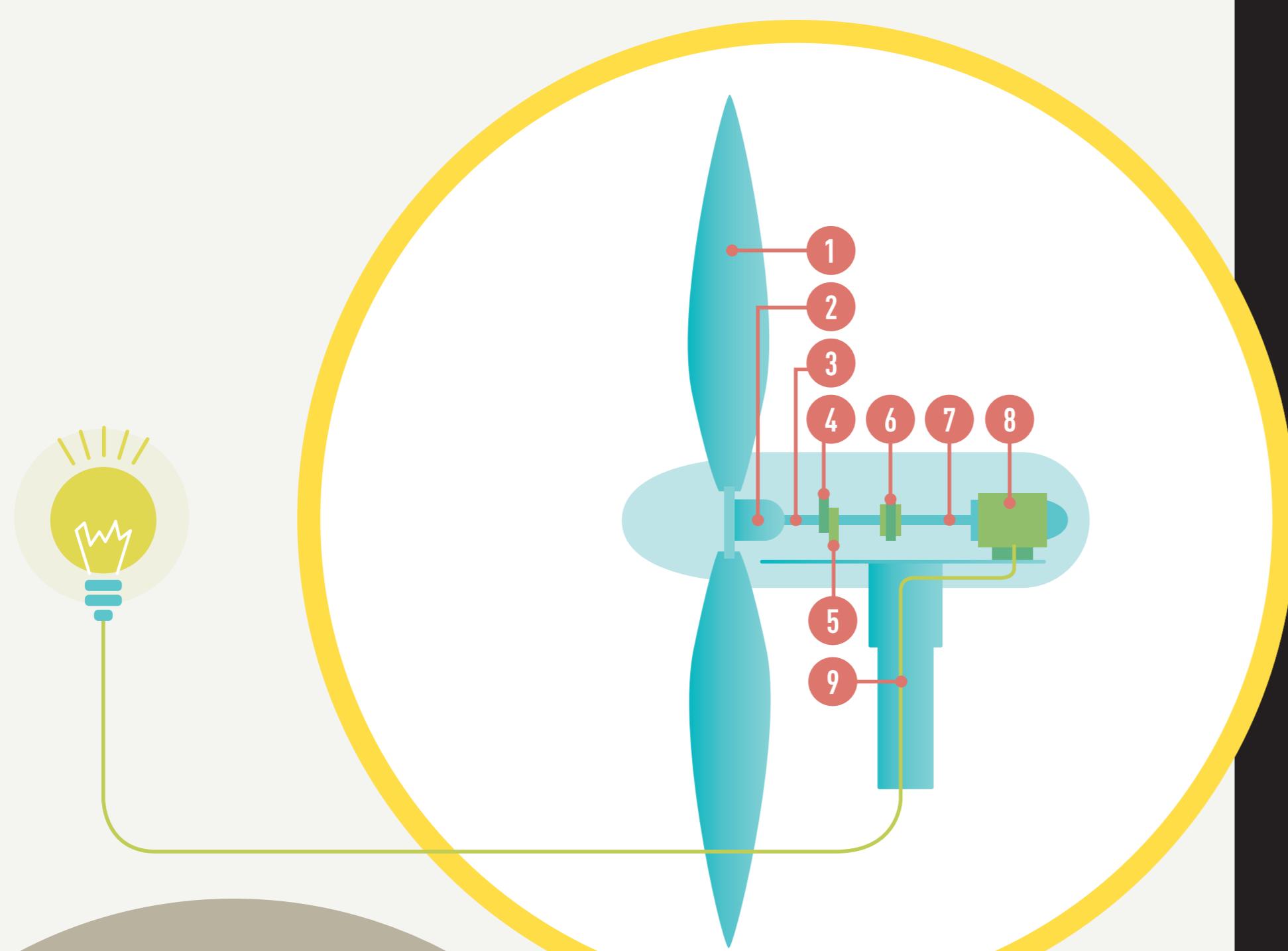
**Energía solar térmica:** El colector capta los rayos del Sol y absorbe su energía en forma de calor. A través del panel solar fluye un líquido (normalmente agua) de manera que parte del calor absorbido por el panel es transferido a dicho fluido, que eleva su temperatura y es almacenado o directamente llevado al punto de consumo. Con pequeños paneles solares térmicos o captadores solares térmicos se puede obtener agua caliente en casa para el aseo o la calefacción.

Diagrama de una central termosolar de concentración basado en la central 'Gemasolar' de Sevilla, Andalucía.

# 07

## HACIA UNA ELECTRICIDAD LIMPIA (IV) ENERGÍA EÓLICA

- 1 Palas o aspas
- 2 Rotor
- 3 Eje del rotor (eje de baja velocidad)
- 4 Caja multiplicadora de velocidades
- 5 Serie de engranajes dentro de la caja multiplicadora de velocidades
- 6 Freno
- 7 Eje del generador de electricidad (eje de alta velocidad)
- 8 Generador (alternador o dinamo) de electricidad
- 9 Cables que transportan la energía producida a las líneas de distribución de electricidad



El concepto  
**ENERGÍA EÓLICA MARINA (OFFSHORE)**  
se aplica a los parques eólicos que están construidos en el mar, normalmente a unos pocos kilómetros de la costa. Este tipo de parque está desarrollado sobre todo en los países nórdicos que tienen costas poco profundas. En España, a pesar de su potencial, estas instalaciones no existen.



Entre el 1 y el 2% de la energía que proviene del Sol se convierte en energía eólica. El viento se genera cuando la radiación solar alcanza la superficie terrestre de forma no homogénea, provocando diferencias de temperatura, densidad y presión. La energía eólica ha sido utilizada para bombear agua, moler grano, hacer avanzar un barco de vela o, más recientemente, para generar electricidad. La energía cinética del viento se transforma en energía mecánica y de ahí pasa a ser electricidad « limpia » por medio de los aerogeneradores. Aunque no emite CO<sub>2</sub> conlleva un impacto visual y sobre la avifauna.

Un aerogenerador grande de 2.000 kW en un lugar con viento evita la emisión de más de 4.500 toneladas de CO<sub>2</sub> al año. España, segundo productor europeo de energía eólica tras Alemania, contaba a finales de 2010 con 20.000 MW instalados, produciendo el 16% de toda la electricidad, lo que evita la emisión anual de cerca de 50 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> a la atmósfera (es decir, el 13,5% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero emitidos en España en el año 2009).



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE ECONOMÍA  
Y COMPETITIVIDAD



CSIC  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



FECYT  
FUNDACIÓN ESPAÑOLA  
PARA LA CIENCIA  
Y LA TECNOLOGÍA



2012 AÑO INTERNACIONAL DE LA  
ENERGÍA SOSTENIBLE  
PARA TODOS

# 08

## HACIA UNA ELECTRICIDAD LIMPIA (V) ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

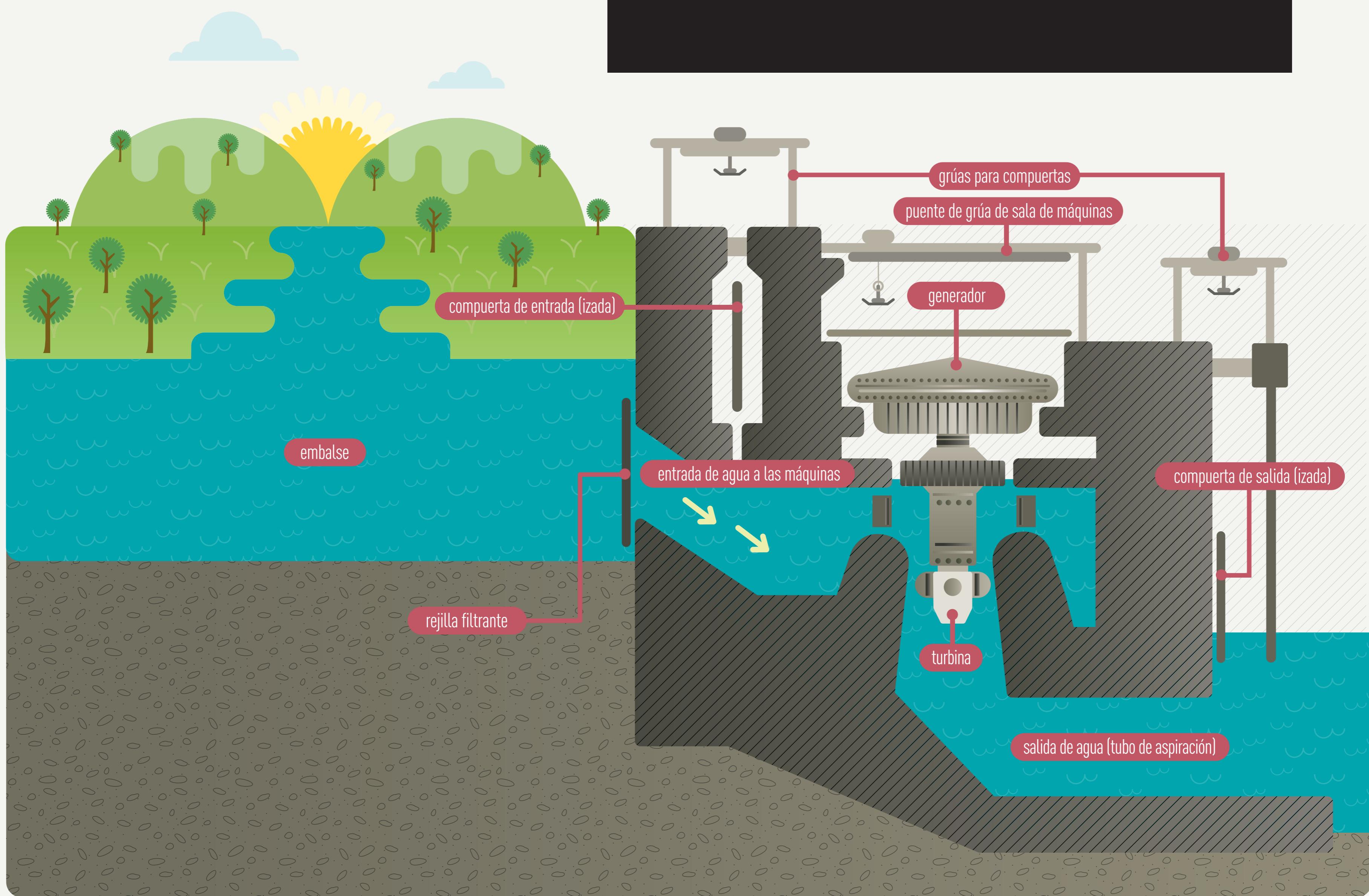
### LAS CENTRALES MINIHIDRÁULICAS SON DE BAJA POTENCIA

(<10 MW) y no requieren necesariamente de la construcción de un embalse, ya que se basan en la canalización del agua del río a través de tuberías hasta la turbina. Por tanto, tienen un menor impacto ambiental.

Una central hidroeléctrica permite convertir la energía potencial del agua embalsada en energía mecánica dentro de la turbina, que transmite su movimiento al generador que produce electricidad. Una central hidroeléctrica reversible eleva el agua al embalse por bombeo durante la noche (cuando la demanda baja) y genera con ella electricidad durante el día (cuando existen picos de demanda). La primera central hidroeléctrica se instaló en 1882 en Estados Unidos, en los rápidos del río Fox.

Las centrales hidroeléctricas no requieren combustible y a menudo pueden combinarse con otros beneficios derivados del almacenamiento de agua, como riego, protección contra las inundaciones, etc. Los costes de mantenimiento y explotación son bajos, pero los de instalación iniciales son muy altos. Una de sus ventajas es que la producción de energía es muy versátil.

Su ubicación, condicionada por la geografía natural, suele estar lejos de los centros de consumo y obliga a transportar la electricidad. La construcción implica mucho tiempo en comparación con la de las centrales termoeléctricas, además de tener un impacto ambiental sobre el ecosistema del río. El espacio necesario para el embalse inunda muchas hectáreas de terreno y la disponibilidad de energía puede fluctuar, de acuerdo con el régimen de lluvias.



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE ECONOMÍA  
Y COMPETITIVIDAD



CSIC  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

FECYT  
FUNDACIÓN ESPAÑOLA  
PARA LA CIENCIA  
Y LA TECNOLOGÍA

2012 AÑO INTERNACIONAL DE LA  
ENERGÍA SOSTENIBLE  
PARA TODOS

# 09

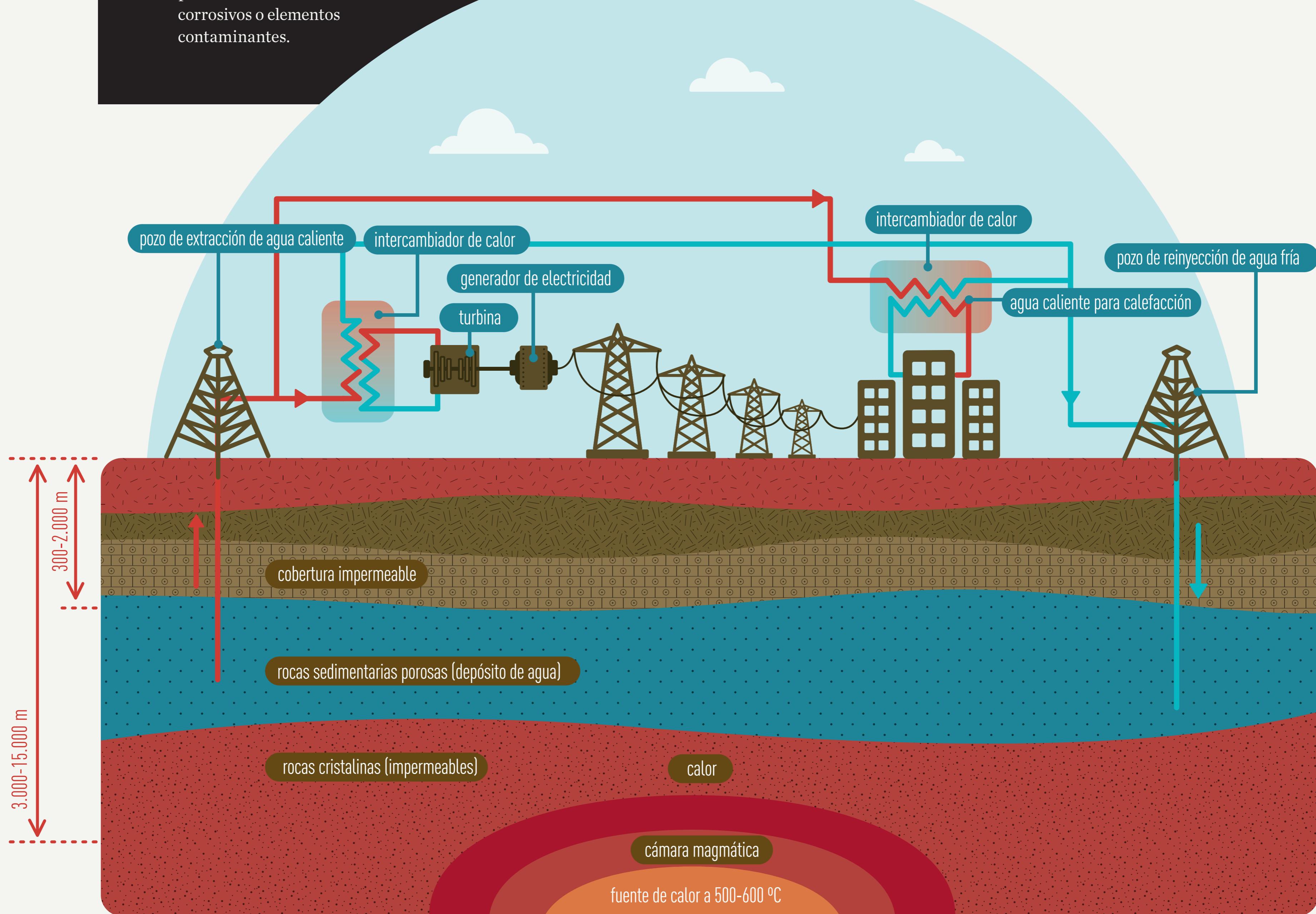
## HACIA UNA ELECTRICIDAD LIMPIA (VI) ENERGÍA GEOTÉRMICA

La energía geotérmica aprovecha el calor interno de la Tierra. Es una fuente limpia, disponible en cualquier época del año, que produce pocos residuos y no hace ruido. Es abundante, segura y si se utiliza de manera sostenible es una fuente de energía renovable.

Según sea la temperatura de la fuente, se puede hablar de energía geotérmica de alta ( $>150^{\circ}\text{C}$ ), media (100-150 °C), baja (30-90 °C) y de muy baja temperatura ( $<30^{\circ}\text{C}$ ). La instalación de centrales geotérmicas requiere de altas temperaturas, que se dan en sitios con condiciones geológicas únicas y poco abundantes. Cuando la temperatura de la fuente es menor, la energía geotérmica se utiliza directamente como fuente de calor (por ejemplo, en un balneario). En estos casos, es habitual usar intercambiadores de calor, debido a que el agua puede contener ácidos corrosivos o elementos contaminantes.

**EN ESPAÑA SÓLO EXISTEN RECURSOS DE ALTA TEMPERATURA EN LAS ISLAS CANARIAS,**

aunque no hay ninguna central eléctrica geotérmica a día de hoy. Los recursos geotérmicos mundiales son mayores que los recursos de carbón, petróleo, gas natural y uranio combinados.



*Si la temperatura geotérmica es alta se produce vapor en la superficie que mueve una turbina para generar electricidad. El agua enfriada se reinyecta para evitar posibles impactos ambientales derivados de la bajada de nivel de los acuíferos y evitar la emisión de contaminantes. Una vez reinyectada, el agua vuelve a formar parte del circuito, para ser extraída de nuevo por bombeo de forma similar al petróleo.*



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE ECONOMÍA  
Y COMPETITIVIDAD



CSIC  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

FECYT  
FUNDACIÓN ESPAÑOLA  
PARA LA CIENCIA  
Y LA TECNOLOGÍA

2012 AÑO INTERNACIONAL DE LA  
ENERGÍA SOSTENIBLE  
PARA TODOS

# 10

HACIA UNA ELECTRICIDAD LIMPIA (VII)  
ENERGÍA DEL MAR

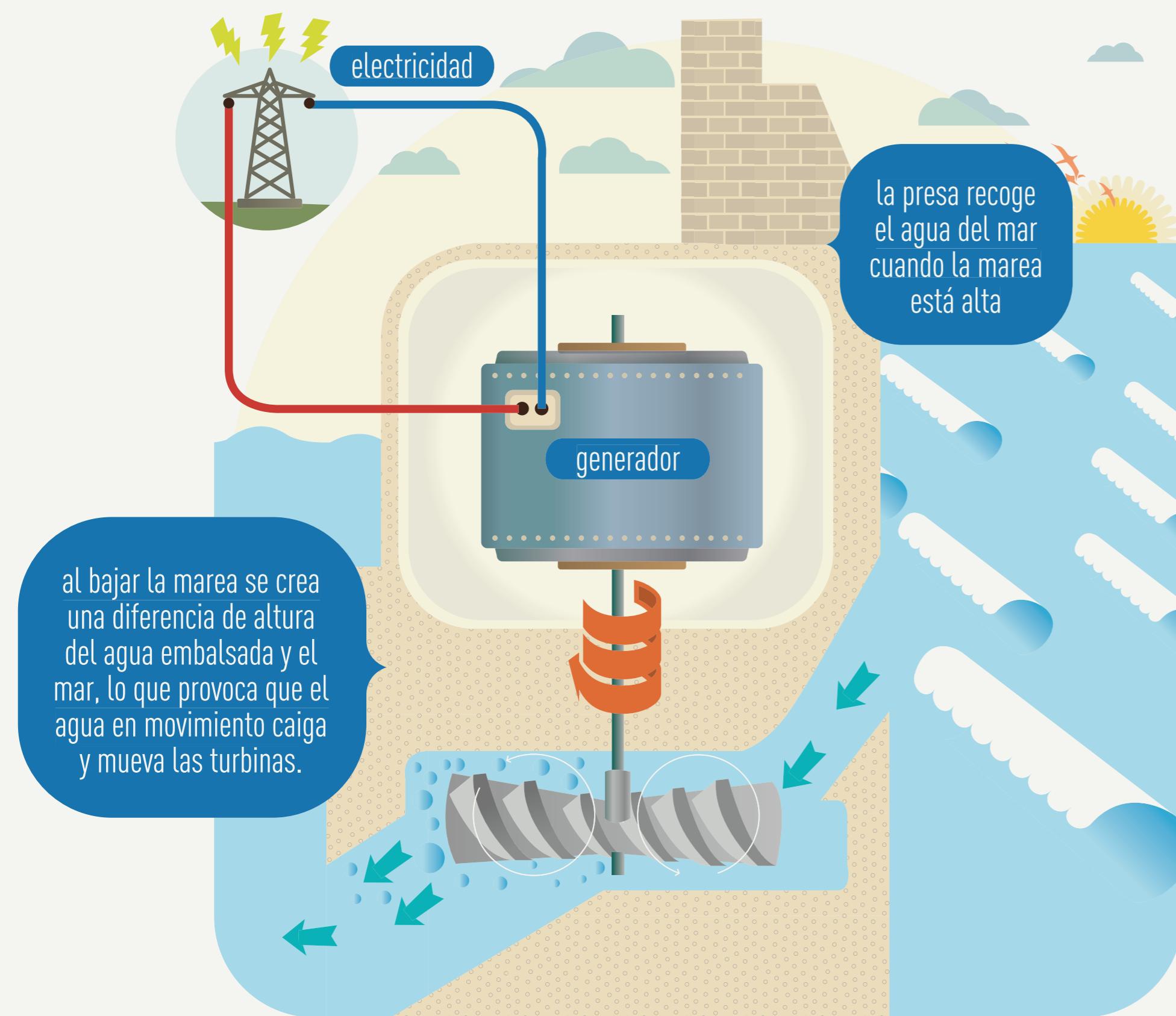
## EN ESPAÑA AÚN NO SE APROVECHA ESTE TIPO DE ENERGÍA DE FORMA COMERCIAL

aunque existen dos centrales piloto en Santoña (Cantabria) y en Mutriku (País Vasco) y un proyecto para instalar una planta undimotriz en Granadilla (Tenerife).

La energía del mar se extrae del movimiento de las olas y las mareas. Es una energía inagotable, limpia, silenciosa y disponible en cualquier época del año. Sin embargo, no es una fuente constante, ya que sólo produce potencia cuando el agua se mueve. Ha sido utilizada desde el siglo XI en Bretaña para moler cereales.

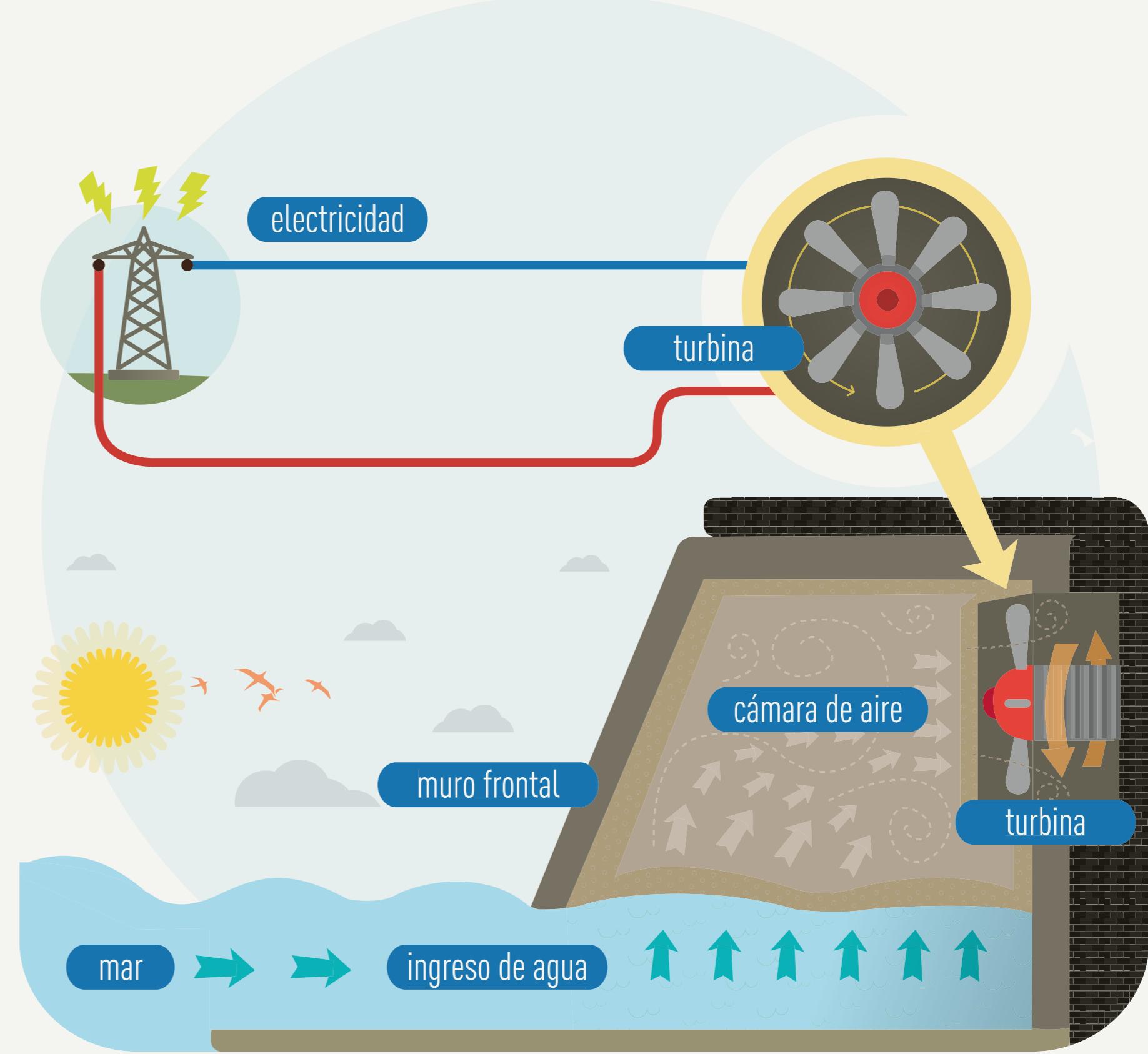
**Energía de las mareas (maremotriz).** La instalación de una central maremotriz sólo es posible en lugares con una diferencia de al menos cinco metros entre la marea alta (pleamar) y la baja (bajamar). Esto sucede en muy pocos puntos del planeta. Las instalaciones costeras tienen un elevado impacto ambiental.

**Energía de las olas (undimotriz).** Utiliza la energía mecánica transmitida a las olas por los vientos. Existen distintos dispositivos: fijos, situados en el fondo del mar o en las costas, y flotantes, formados por una boya en la que se encuentra un generador.



CENTRAL MAREMOTRIZ

En la marea alta se llena un embalse de agua que se vacía a través de las turbinas durante la marea baja. La turbina mueve un generador que produce electricidad. Sólo se instalan en zonas de rías y estuarios con grandes mareas.



CENTRAL UNDIMOTRIZ

Existen diferentes fórmulas para extraer energía de las olas. En el sistema de «columna de agua oscilante» las olas desplazan el aire de la cámara que mueve la turbina.



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE ECONOMÍA  
Y COMPETITIVIDAD



CSIC  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

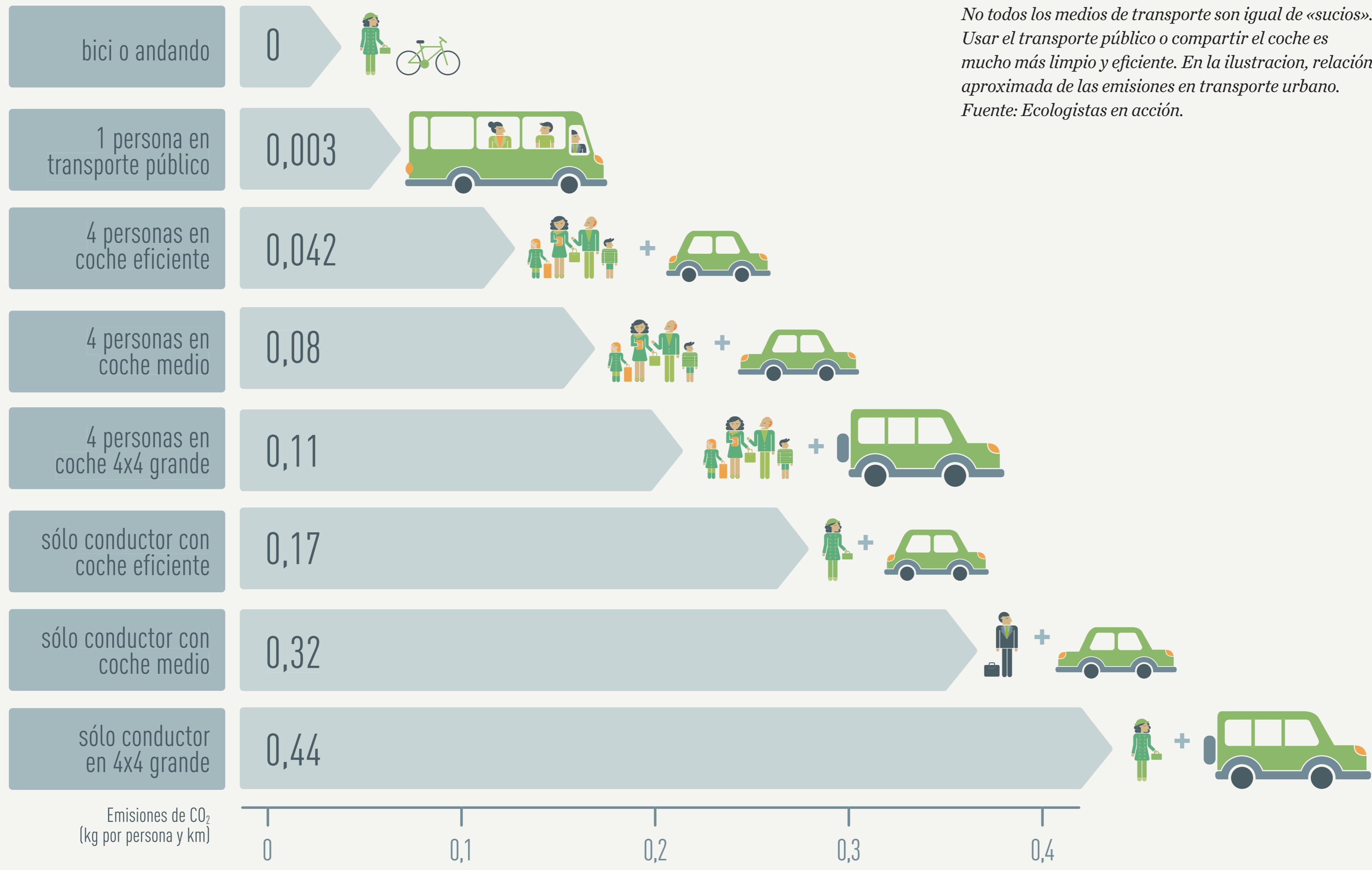


FECYT  
FUNDACIÓN ESPAÑOLA  
PARA LA CIENCIA  
Y LA TECNOLOGÍA



2012 AÑO INTERNACIONAL DE LA  
ENERGÍA SOSTENIBLE  
PARA TODOS

## USO EFICIENTE DEL TRANSPORTE URBANO



# 11

## TRANSPORTE, ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE

Las emisiones de CO<sub>2</sub> del transporte por carretera (que representa el 80-90% de todo el transporte) son las que más han aumentado desde 1990, tanto en España como en Europa. En concreto, en 2009 fue el responsable del 23,7% de las emisiones de CO<sub>2</sub> en España. La mitad de las emisiones se producen en los desplazamientos urbanos.

El modelo de ciudad dispersa que se ha generalizado en los últimos años se caracteriza en gran medida por el uso masivo del coche. Además de implicar un alto consumo de energía, la utilización masiva del automóvil conlleva otros impactos: ocupación del espacio urbano, disminución de la calidad del aire, ruido, congestión y accidentabilidad. Si tenemos en cuenta los transportes de media y larga distancia, el avión es el que más cantidad de CO<sub>2</sub> emite por pasajero y km recorrido. Le siguen el coche en su uso interurbano (con dos o más ocupantes), el tren de cercanías, el AVE y el autobús interurbano (que emite ocho veces menos que el avión).



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE ECONOMÍA  
Y COMPETITIVIDAD



CSIC  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

FECYT  
FUNDACIÓN ESPAÑOLA  
PARA LA CIENCIA  
Y LA TECNOLOGÍA

2012 AÑO INTERNACIONAL DE LA  
ENERGÍA SOSTENIBLE  
PARA TODOS

# 12

## HACIA UN TRANSPORTE LIMPIO (II) VEHÍCULOS DE BAJO CONSUMO

En la actualidad existen distintas tendencias para disminuir el consumo de carburantes derivados del petróleo en los automóviles. Una de ellas es el desarrollo de vehículos convencionales de bajo consumo, vehículos eléctricos e híbridos.

### Vehículos convencionales de bajo consumo:

Existe una clara relación entre el peso del vehículo y su consumo de carburante. Cuanto más pesado es el coche, más consume y, por lo tanto, más CO<sub>2</sub> emite. Hoy en día se busca reducir el peso del vehículo e introducir mejoras en los motores de combustión interna para disminuir el consumo de carburante.

**Vehículos eléctricos:** Utilizan baterías para alimentar un motor eléctrico que proporciona el movimiento. Las baterías, caras y pesadas, se cargan por medio de la red eléctrica durante varias horas. Los coches eléctricos tienen menos autonomía que los de gasolina, pero circular con ellos resulta más económico. Los coches eléctricos se hacen más limpios con el paso del tiempo, a medida que la producción de electricidad sea cada vez más limpia.

### EL PROYECTO MOVELE (MOVilidad ELÉctrica),

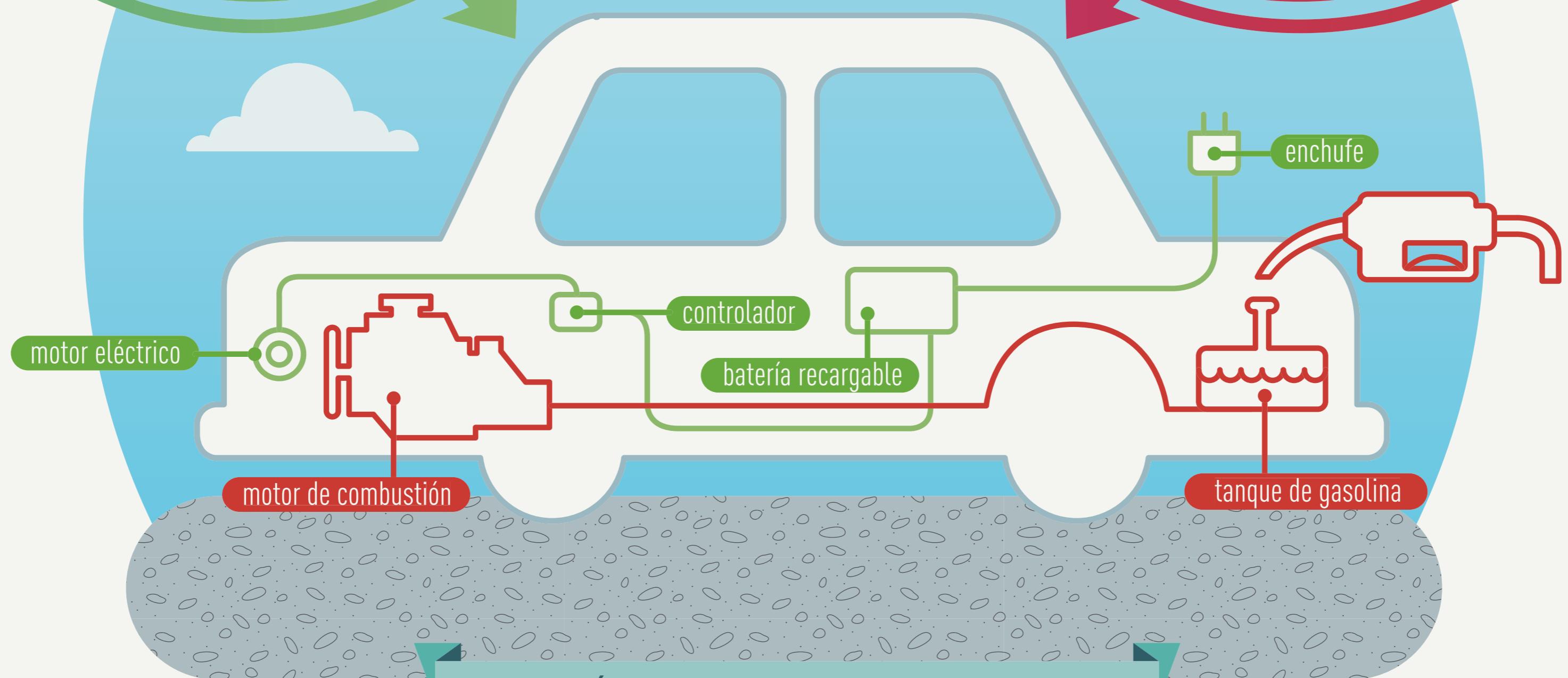
gestionado y coordinado por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), consiste en la introducción, dentro de entornos urbanos españoles, de 2.000 vehículos eléctricos de diversas categorías, prestaciones y tecnologías, en un colectivo amplio de empresas, instituciones y particulares, así como en la instalación de 500 puntos de recarga para estos vehículos.

#### coche eléctrico

- ⚡ Emisiones asociadas a la generación de electricidad
- 🔋 Autonomía 100-150 km
- 🕒 Recarga en varias horas
- 💰 Menor coste por km recorrido

#### coche de gasolina

- 💨 Emisiones de gases de efecto invernadero
- ⛽ Más de 500 km de autonomía
- 🕒 Recarga en pocos minutos
- 💰 Mayor coste por km recorrido



Fuente: [www.hybridcars.com](http://www.hybridcars.com)



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE ECONOMÍA  
Y COMPETITIVIDAD



CSIC  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



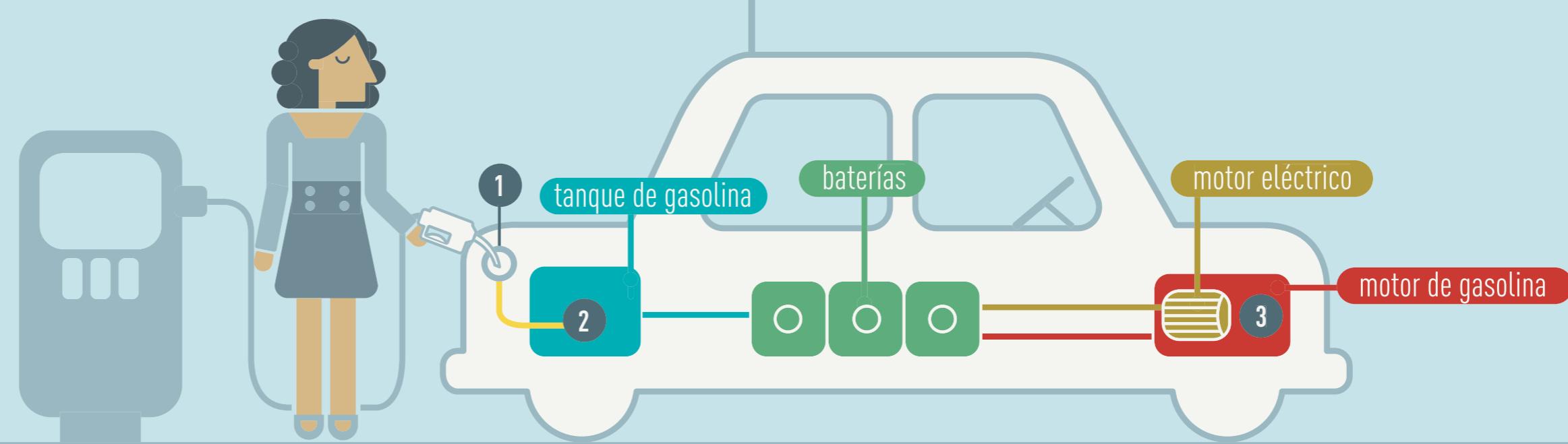
FECYT  
FUNDACIÓN ESPAÑOLA  
PARA LA CIENCIA  
Y LA TECNOLOGÍA



2012 AÑO INTERNACIONAL DE LA  
ENERGÍA SOSTENIBLE  
PARA TODOS

## HÍBRIDO ESTÁNDAR

- 1 Recarga: se reduce el número de recargas de combustible.
- 2 Almacenamiento de la energía: sólo hay que alimentarlos con gasolina.
- 3 Propulsión: el motor de gasolina entra en funcionamiento a alta velocidad.

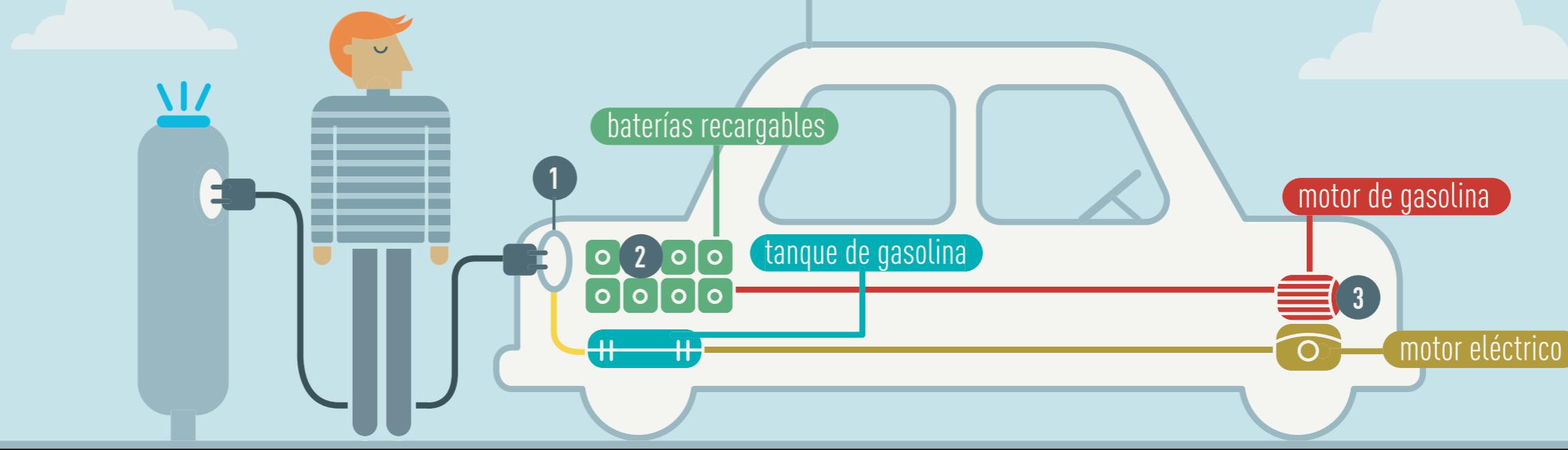


## LOS COCHES HÍBRIDOS TIENEN MAYOR AUTONOMÍA

que los coches eléctricos y su recarga es mucho más rápida. El motor eléctrico del coche híbrido es muy potente y dinámico.

## HÍBRIDO 'ENCHUFABLE'

- 1 Recarga: se reduce el número de recargas. Las baterías se pueden recargar en un sistema de suministro eléctrico.
- 2 Almacenamiento de la energía: la electricidad es la principal fuente de energía. Hay un pequeño tanque de gasolina de apoyo.
- 3 Propulsión: se usa principalmente el motor eléctrico, hasta que se agotan las baterías.



# 13

## HACIA UN TRANSPORTE LIMPIO (II) VEHÍCULOS HÍBRIDOS

Un vehículo híbrido combina un motor movido por energía eléctrica, procedente de baterías, con un motor de combustión interna alimentado por carburantes convencionales. Los vehículos híbridos ofrecen sus mejores prestaciones en la ciudad; el consumo de carburante es muy bajo y son más limpios y silenciosos que los convencionales.

**Híbridos:** Estos vehículos no necesitan conectarse a una red eléctrica, pues la electricidad se obtiene del propio movimiento del coche. Esta mejora de la eficiencia se consigue mediante las baterías, que almacenan la energía cinética de la frenada en forma de energía eléctrica gracias a los llamados frenos regenerativos.

**Híbridos 'enchufables':** Estos vehículos comparten las características de los híbridos tradicionales y de los vehículos eléctricos. Están dotados de un motor de combustión interna y de un motor eléctrico acompañado de un paquete de baterías que pueden recargarse en la red eléctrica.



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

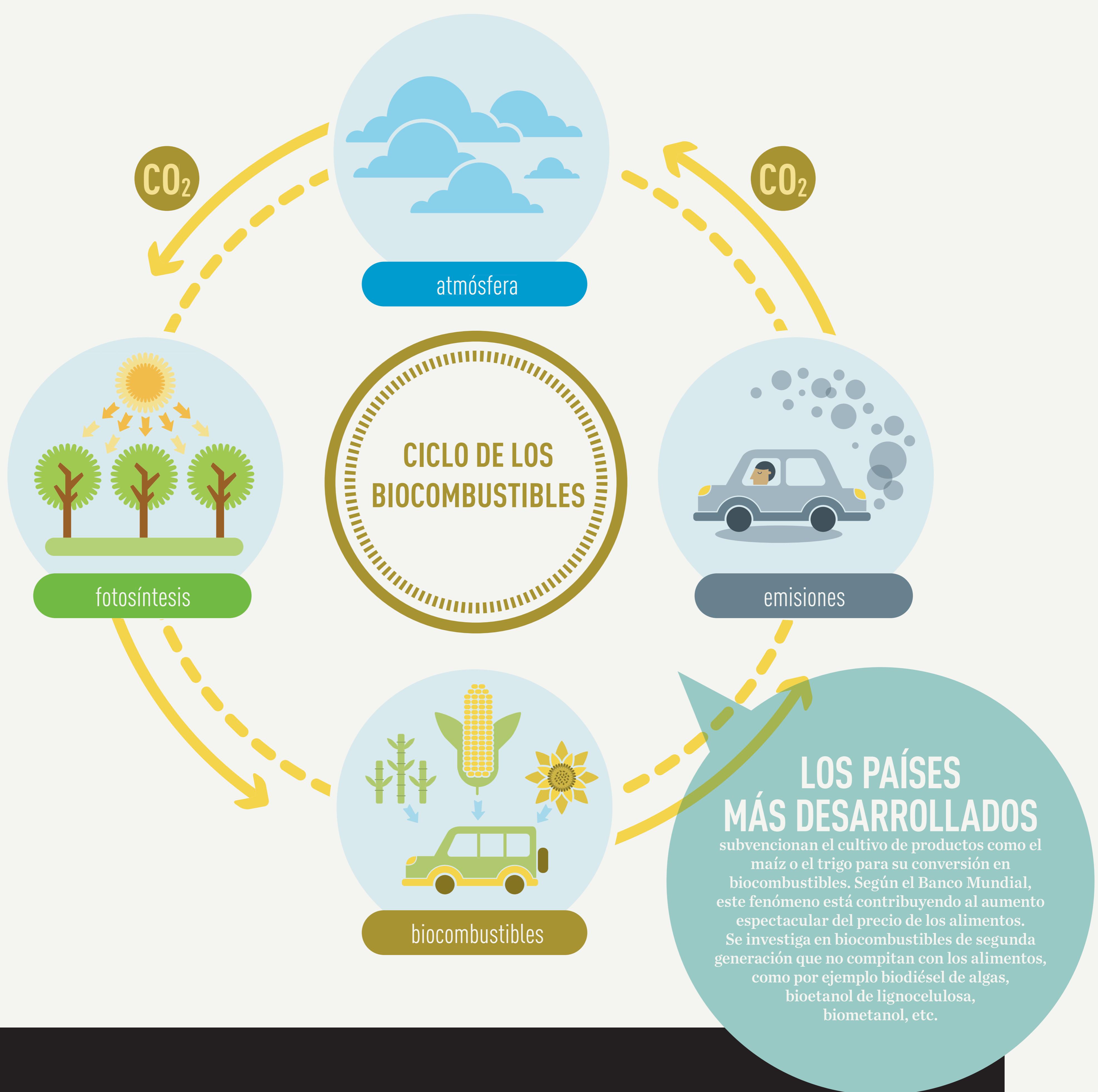
MINISTERIO  
DE ECONOMÍA  
Y COMPETITIVIDAD



CSIC  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

FECYT  
FUNDACIÓN ESPAÑOLA  
PARA LA CIENCIA  
Y LA TECNOLOGÍA

2012 AÑO INTERNACIONAL DE LA  
ENERGÍA SOSTENIBLE  
PARA TODOS



# 14

## HACIA UN TRANSPORTE LIMPIO (III) BIOCOMBUSTIBLES

Los biocombustibles proceden de la biomasa, que es la materia orgánica que proviene, directa o indirectamente, de la fotosíntesis (cultivos energéticos, residuos agrícolas, forestales o urbanos, etc.). La biomasa usa en su crecimiento la energía del Sol y el CO<sub>2</sub> atmosférico. Por lo tanto, cuando obtenemos energía de dichas plantas y generamos CO<sub>2</sub>, las emisiones «netas» de este gas son nulas.

Los biocombustibles se utilizan en los automóviles con motores de combustión interna como alternativas «limpias» a los carburantes convencionales. La primera generación de biocombustibles comprende el bioetanol (obtenido por fermentación de azúcar de caña o maíz) y el biodiésel (obtenido por tratamiento químico de aceites de girasol, colza, etc.). Generalmente se utilizan mezclados con gasolina y diésel, respectivamente. Los principales productores de bioetanol son Estados Unidos (maíz) y Brasil (caña de azúcar). El principal productor de biodiésel es Alemania.



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE ECONOMÍA  
Y COMPETITIVIDAD



CSIC  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

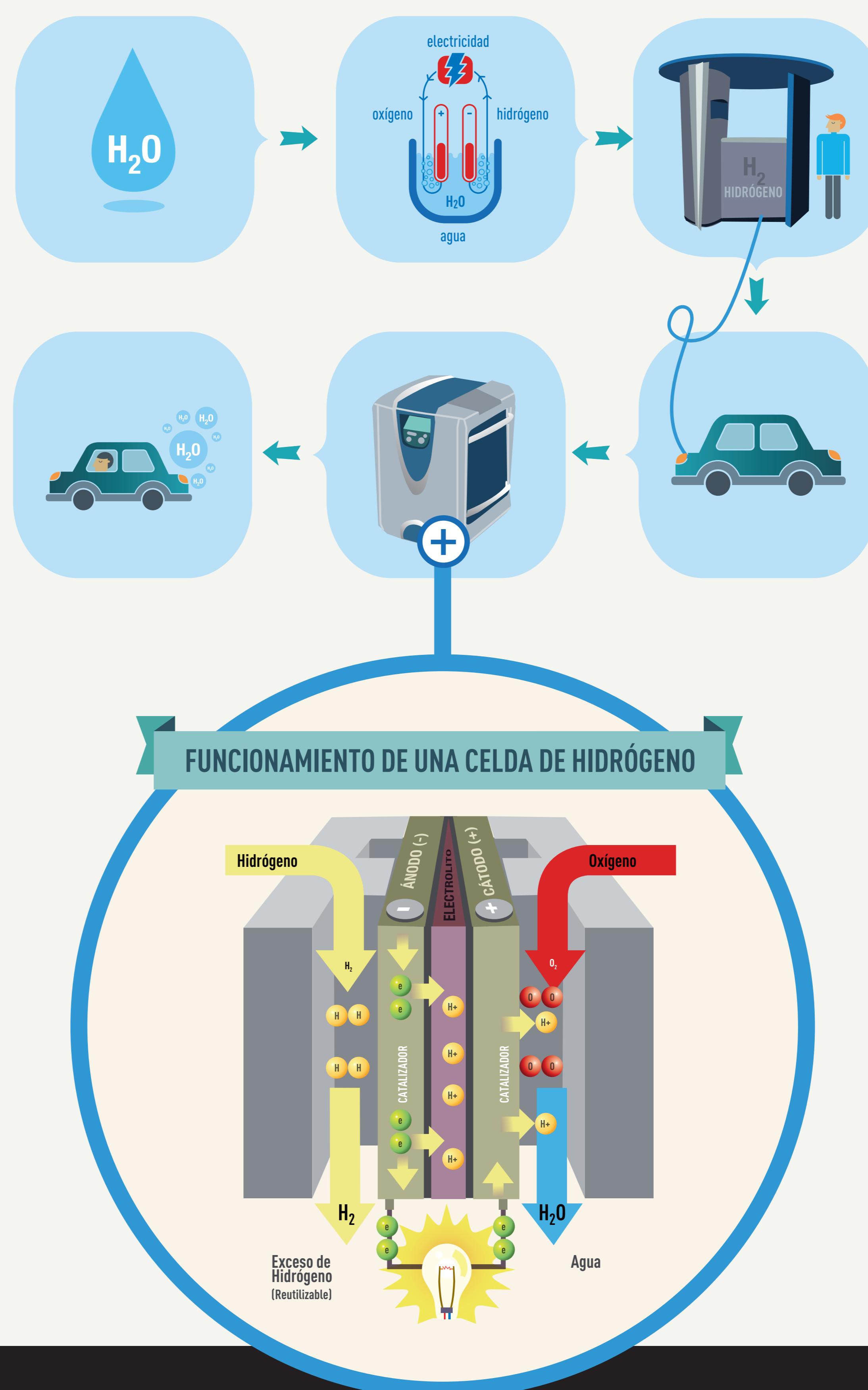


FECYT  
FUNDACIÓN ESPAÑOLA  
PARA LA CIENCIA  
Y LA TECNOLOGÍA



2012 AÑO INTERNACIONAL DE LA  
ENERGÍA SOSTENIBLE  
PARA TODOS

Las pilas de combustible, cuya unidad básica es la celda de  $H_2$ , promueven la transformación del hidrógeno en agua, que genera la electricidad que mueve el motor del coche. Hoy en día las pilas de combustible de los coches usan platino como catalizador, un metal noble, muy caro y escaso. Es necesario investigar para obtener catalizadores que sean igual de activos que el platino, pero más baratos y disponibles.



# 15

## HACIA UN TRANSPORTE LIMPIO (IV) EL HIDRÓGENO

El hidrógeno puede producir energía de forma eficaz, silenciosa y «limpia» (sólo genera agua como residuo). Los vehículos que funcionan con hidrógeno llevan pilas de combustible que transforman el hidrógeno en la electricidad que mueve el motor del automóvil. La comunidad científica coincide en señalar el hidrógeno como el vector energético del futuro. Sin embargo, para llegar a la llamada «economía del hidrógeno» es necesario resolver algunas cuestiones.

La molécula de hidrógeno ( $H_2$ ) no existe como tal en la Tierra, por lo que ha de ser producida a partir de otras sustancias que la contengan (agua, biomasa, etc.). Por lo tanto el hidrógeno será tan «limpio» como lo sea el proceso para obtenerlo (por ejemplo,电解水 with electricidad renovable, gasificación de biomasa...).

El hidrógeno es el combustible con mayor densidad energética por unidad de masa pero, al ser un gas, ocupa mucho volumen en condiciones normales. Para poder emplearlo en el coche es necesario utilizar tanques presurizados (a 350 ó 700 bares) o criogénicos (de hidrógeno líquido a una temperatura de -253°C). Estos tanques son caros y pesados. Actualmente se investigan fórmulas de almacenamiento más baratas.



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE ECONOMÍA  
Y COMPETITIVIDAD



CSIC  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



FECYT  
FUNDACIÓN ESPAÑOLA  
PARA LA CIENCIA  
Y LA TECNOLOGÍA



2012 AÑO INTERNACIONAL DE LA  
ENERGÍA SOSTENIBLE  
PARA TODOS

# 16

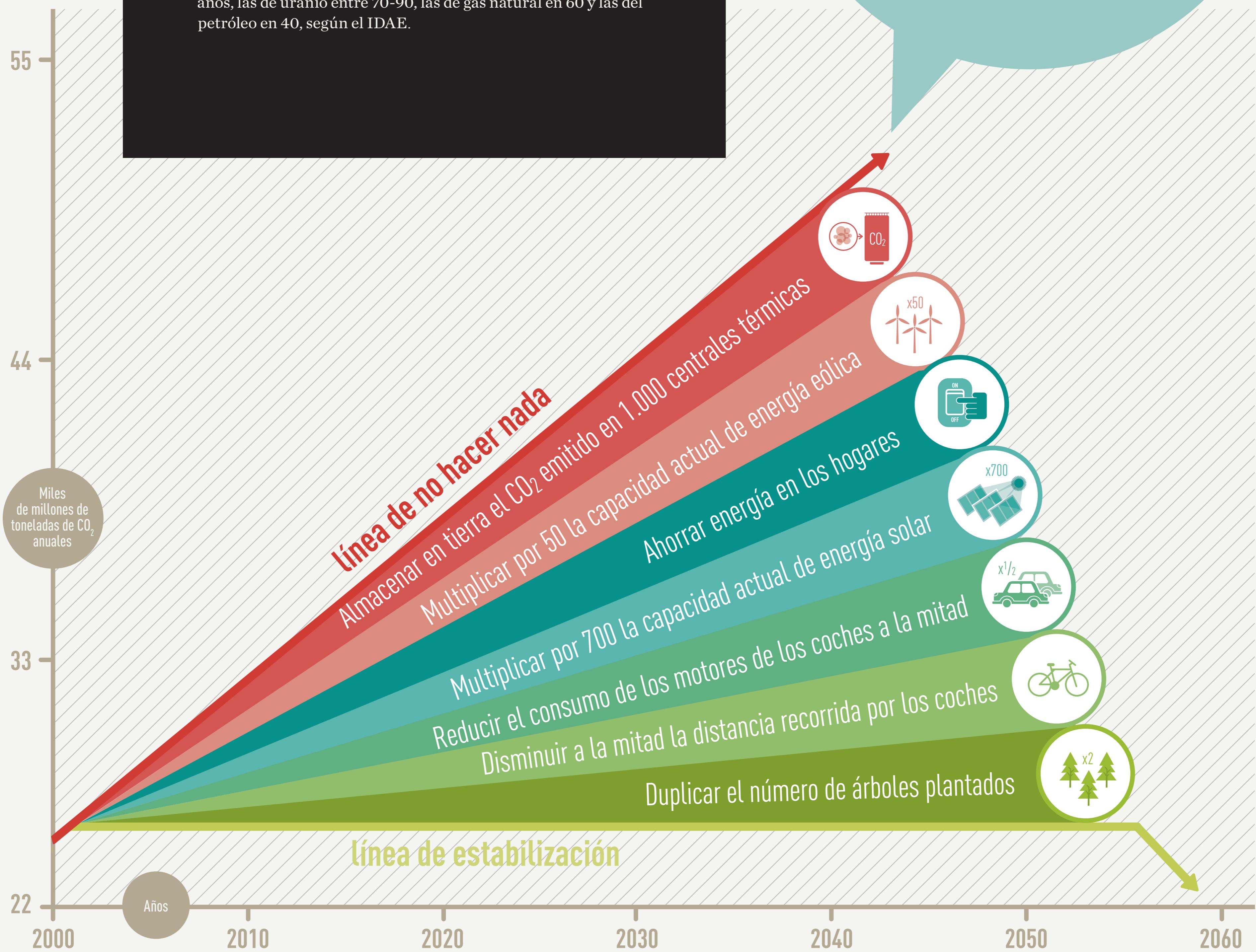
## ¿QUÉ PODEMOS HACER?

Las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub> en el año 2009, según la Agencia Internacional de la Energía, fueron de 29.000 millones de toneladas, asociadas mayoritariamente al uso de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica, calor y movimiento. Si no se modifica la tendencia actual, en 50 años estas emisiones se duplicarán.

Además, hay que tener en cuenta que las reservas de combustibles fósiles y de uranio tienen los días contados. Se estima que las reservas (probadas) de carbón se agotarán en 122 años, las de uranio entre 70-90, las de gas natural en 60 y las del petróleo en 40, según el IDAE.

EN INVESTIGACIÓN SE TRABAJA PARA BUSCAR TECNOLOGÍAS MÁS LIMPIAS.

Pero además de ciencia, son necesarios cambios de actitudes y hábitos y renovar compromisos políticos.



Según algunos científicos (Pacala y col., *Science*, 2004), en cincuenta años se podrían estabilizar las emisiones globales de CO<sub>2</sub> a los niveles de 2004 si se llevan a cabo en el mundo siete acciones de entre un conjunto de ellas. Más acciones en [www.energia2012.es](http://www.energia2012.es)



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE ECONOMÍA  
Y COMPETITIVIDAD

CSIC  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

FECYT  
FUNDACIÓN ESPAÑOLA  
PARA LA CIENCIA  
Y LA TECNOLOGÍA

2012 AÑO INTERNACIONAL DE LA  
ENERGÍA SOSTENIBLE  
PARA TODOS

Una casa con cerramientos o acristalamientos inadecuados, aislamiento insuficiente e instalaciones de calefacción, agua caliente y refrigeración de mala calidad, además de no ser confortable, tiene un alto consumo energético y gran impacto medioambiental. En el gráfico, reparto medio del consumo de electricidad en un hogar.

Fuente: IDAE.



# 17

## ACCIONES ANTE EL RETO ENERGÉTICO (I)

El cambio climático ya es un hecho. Necesitamos un cambio de mentalidad para combatirlo. Cada vez consumimos más energía. Según el IDAE, al ritmo actual sólo tardaremos 35 años en duplicar el consumo mundial de energía y menos de 55 en triplicarlo. En España, el consumo doméstico (calefacción, agua caliente, iluminación, etc.) constituye el 30% del consumo energético total. Y va en aumento.

Cada consumo individual tiene un impacto ambiental y deja una huella ecológica. Cada vez que hacemos uso de la energía en un espacio físico, como nuestra vivienda, el lugar de trabajo, el colegio o instituto, el centro de salud, la biblioteca, etc., debemos ser conscientes de la energía que consumimos y de su valor.

*Gestos para consumir menos energía:*

• **Utilizar las escaleras:**

Un recorrido de 15 segundos en ascensor equivale a mantener encendida una bombilla de 60 vatios durante una hora.

• **Lavar la ropa con agua fría y a carga completa:** Una

temperatura de 30 °C en el lavado permite ahorrar tres cuartas partes de consumo respecto al programa más caliente.

• **Desenchufar los cargadores:** Un cargador enchufado sin usar desperdicia el 95% de la energía necesaria para cargar el teléfono.

• **Usar electrodomésticos eficientes:** Los equipos con etiquetado energético de la clase A, A+ y A++ son los más eficientes.

• **Bajar la calefacción:** Reducir la temperatura sólo un grado evita 300 kg de CO<sub>2</sub> por casa y año.



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE ECONOMÍA  
Y COMPETITIVIDAD



CSIC  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

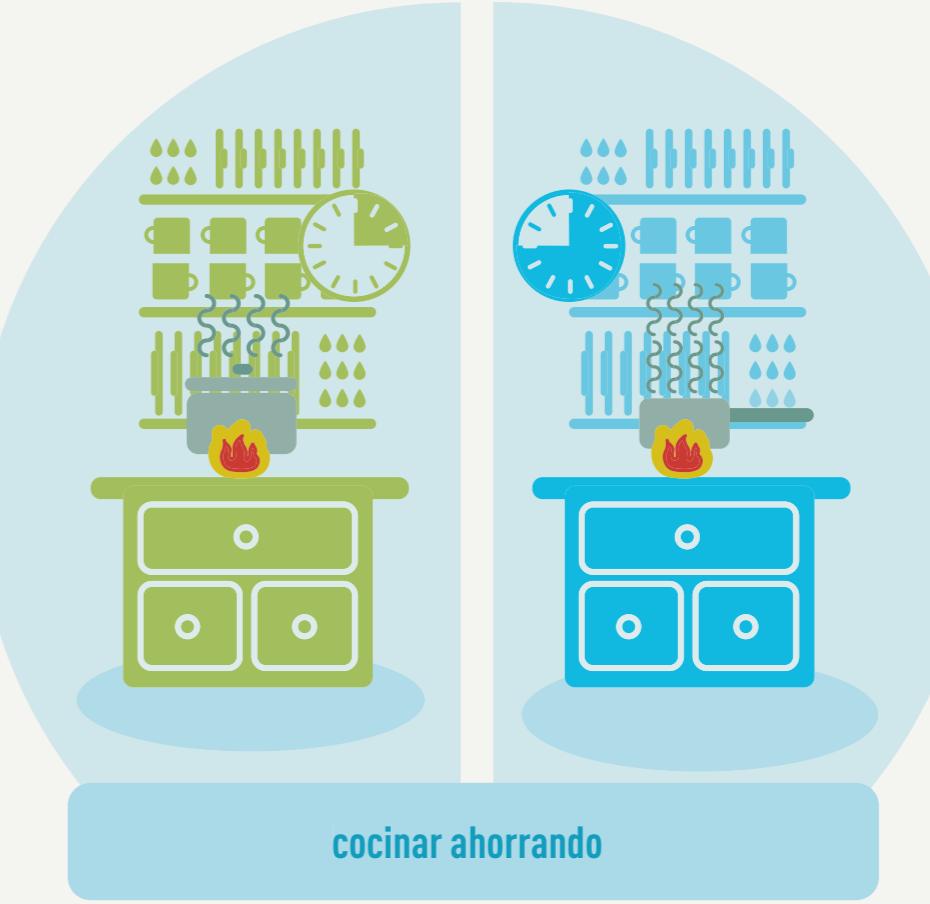
FECYT  
FUNDACIÓN ESPAÑOLA  
PARA LA CIENCIA  
Y LA TECNOLOGÍA

2012 AÑO INTERNACIONAL DE LA  
ENERGÍA SOSTENIBLE  
PARA TODOS

## REDUCIR, REUTILIZAR, RECICLAR



**EL PROGRAMA HOGARES VERDES,**  
del Centro Nacional de Educación Ambiental (CENEAM), facilita el paso de la sensibilidad a los comportamientos responsables en el ámbito personal y doméstico.



# 18 ACCIONES ANTE EL RETO ENERGÉTICO (II)

Entre los años 1990 y 2007, la cantidad total de residuos generados en España se incrementó un 96%, y se produjeron casi 26 millones de toneladas de desechos sólo en 2007. El 65% de estos residuos puede ser reciclado en lugar de terminar en un vertedero o incinerador. Todo lo que usamos a diario tiene un coste energético. La regla de las tres «erres»: «reducir, reutilizar, reciclar» es una alternativa al alcance de todo el mundo.

Para fabricar una tonelada de papel se necesitan 14 árboles, 50.000 litros de agua y 300 kg de petróleo. Por cada botella que se recicla se ahorra la energía de cinco lámparas de bajo consumo funcionando durante cuatro horas. Con la energía necesaria para fabricar una lata de refresco se podría tener funcionando un televisor durante dos horas.

- ⦿ **Si no lo necesitas... no lo compras:** El mayor ahorro es no consumir. Antes de comprar, pensar si se necesita y se va a usar.
- ⦿ **En la compra:** Usar carrito en vez de bolsas de plástico

y consumir productos locales de temporada.  
Evitar los productos con un empaquetado excesivo.

- ⦿ **Evitar los productos de un solo uso:** Los productos de un uso, como platos, vasos, cubiertos o servilletas conllevan un despilfarro innecesario de recursos como el plástico o el papel.
- ⦿ **Controlar el consumo de agua en el baño:** Ducharse en lugar de bañarse divide el consumo de energía por cuatro.
- ⦿ **Cocinar ahorrando:** Con una olla exprés disminuirás los tiempos de cocción y, por tanto, ahorrarás energía.



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE ECONOMÍA  
Y COMPETITIVIDAD



CSIC  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



FECYT  
FUNDACIÓN ESPAÑOLA  
PARA LA CIENCIA  
Y LA TECNOLOGÍA



2012 AÑO INTERNACIONAL DE LA  
ENERGÍA SOSTENIBLE  
PARA TODOS

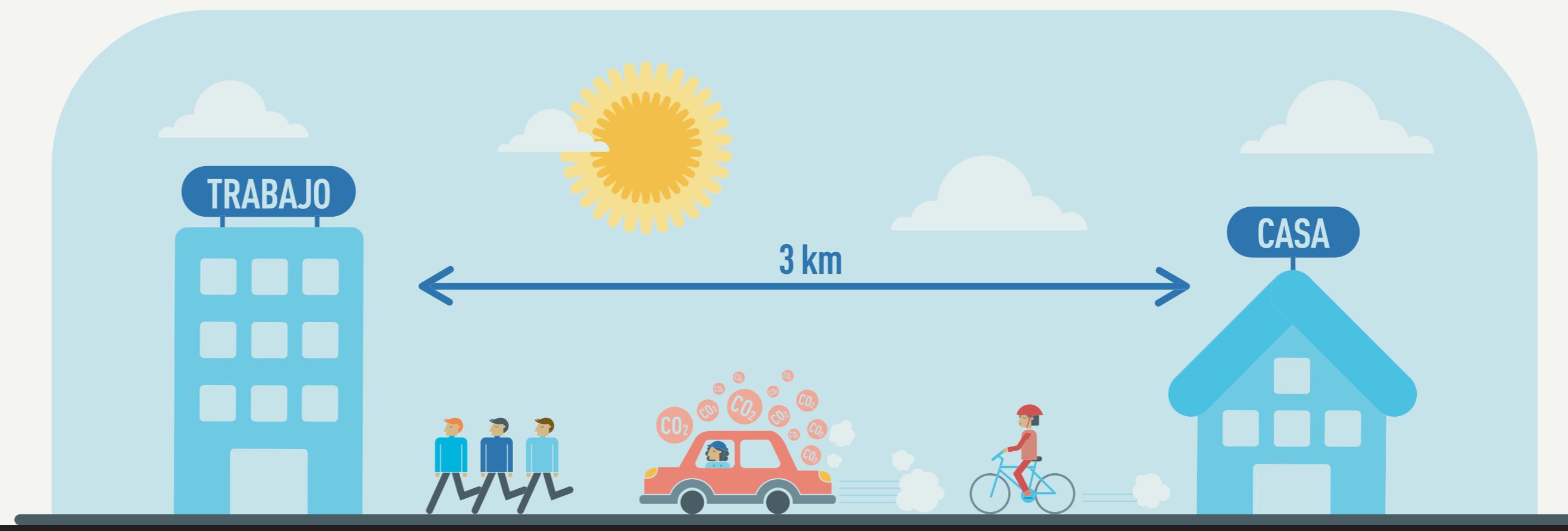
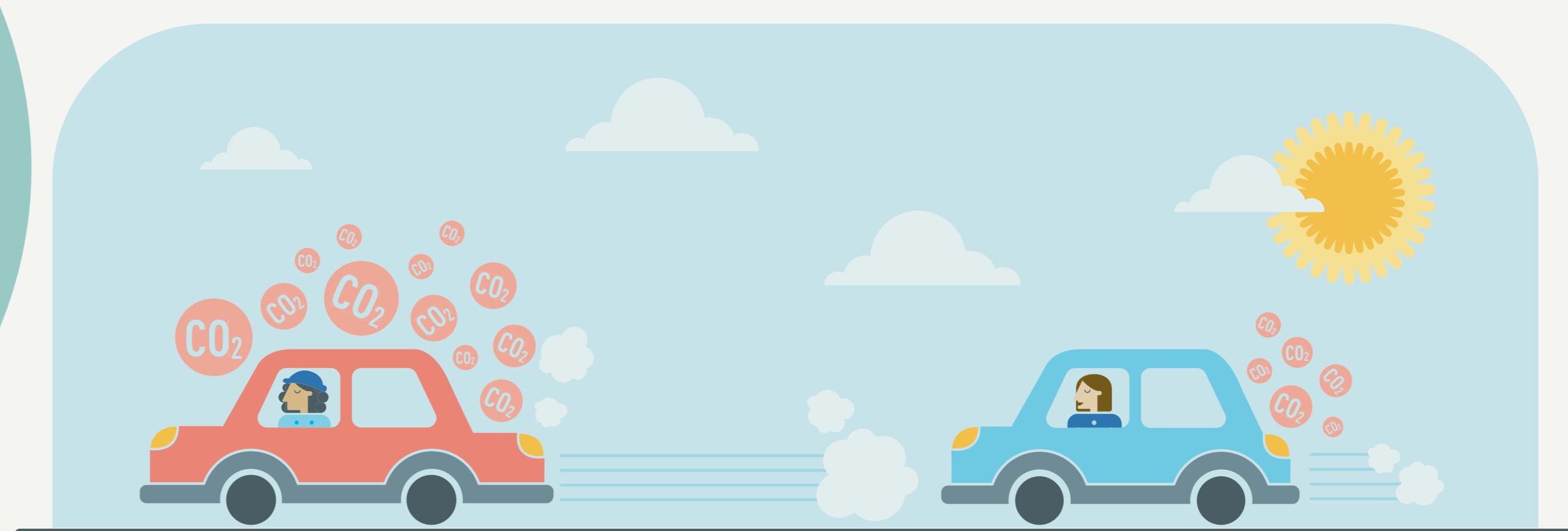
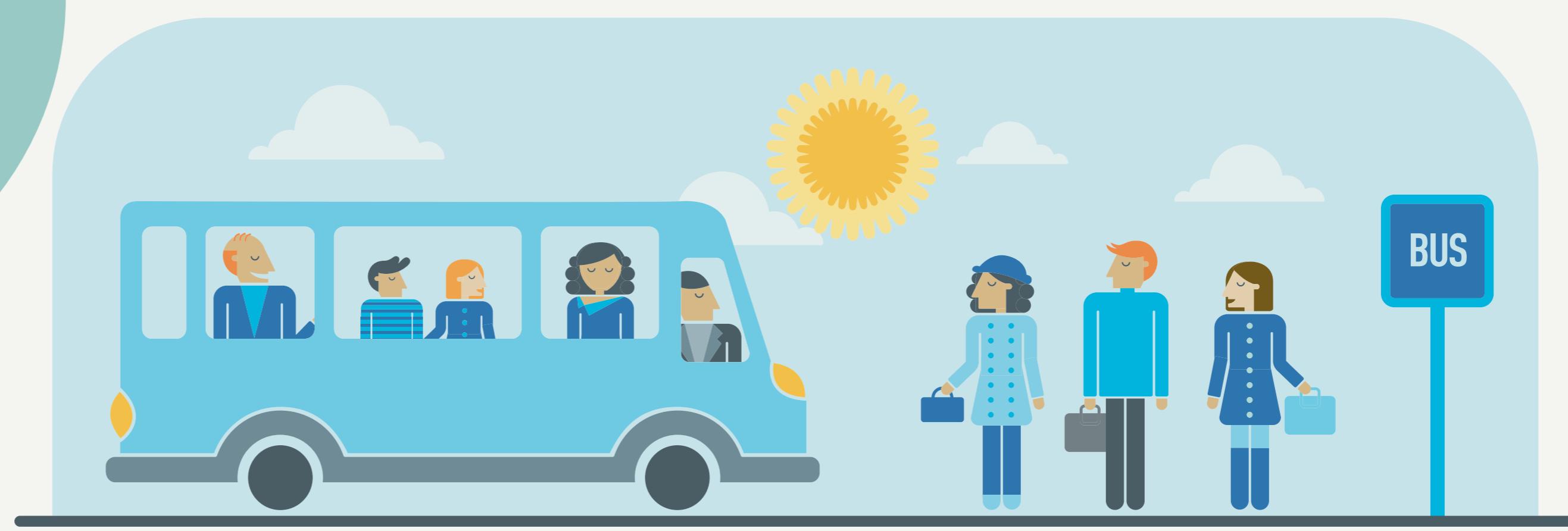
## EN ESPAÑA EXISTEN INICIATIVAS

que facilitan el uso compartido de los coches, como por ejemplo [www.viajamosjuntos.com](http://www.viajamosjuntos.com)

En una ciudad de 250.000 habitantes, con tan sólo un aumento del 10% en la ocupación de los coches (de 1,2 a 1,3 pasajeros por vehículo) se conseguiría:

- ⦿ AHORRAR COMBUSTIBLE: 8.125 LITROS
- ⦿ REDUCIR EMISIONES DE CO<sub>2</sub>: 21,1 TONELADAS (~10%)
- ⦿ LIBERAR ESPACIO URBANO (DE APARCAMIENTO): 50.000 m<sup>2</sup>

### TRANSPORTE RESPONSABLE



# 19

## ACCIONES ANTE EL RETO ENERGÉTICO (III)

El transporte es uno de los principales causantes de las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. El transporte privado representa el 15% de la energía total consumida. Políticas y regulaciones son importantes, pero también corregir los hábitos de uso y consumo.

- ⦿ Usar el transporte público es mucho más eficiente que el vehículo privado.

⦿ Conducir eficientemente supone un ahorro de la mitad del carburante necesario para el desplazamiento y de las emisiones de CO<sub>2</sub> en un 15%.

- ⦿ Evitar desplazamientos innecesarios. Cada trayecto en coche que se evita es un pequeño respiro para el planeta. En la ciudad, la mitad de los trayectos en coche son inferiores a 3 km, y un 10% de menos de 500 m.



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE ECONOMÍA  
Y COMPETITIVIDAD



CSIC  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



FECYT  
FUNDACIÓN ESPAÑOLA  
PARA LA CIENCIA  
Y LA TECNOLOGÍA



2012 AÑO INTERNACIONAL DE LA  
ENERGÍA SOSTENIBLE  
PARA TODOS