

# Una autopista detrás del enchufe

La electricidad de la central a tu casa



**RED**  
ELÉCTRICA  
DE ESPAÑA

## Experimenta y descubre...

- qué es la electricidad y cómo se genera
- porqué es necesario transportarla
- cómo se transporta
- cómo se controla el sistema eléctrico
- la importancia de las renovables
- qué significa "consumo responsable"

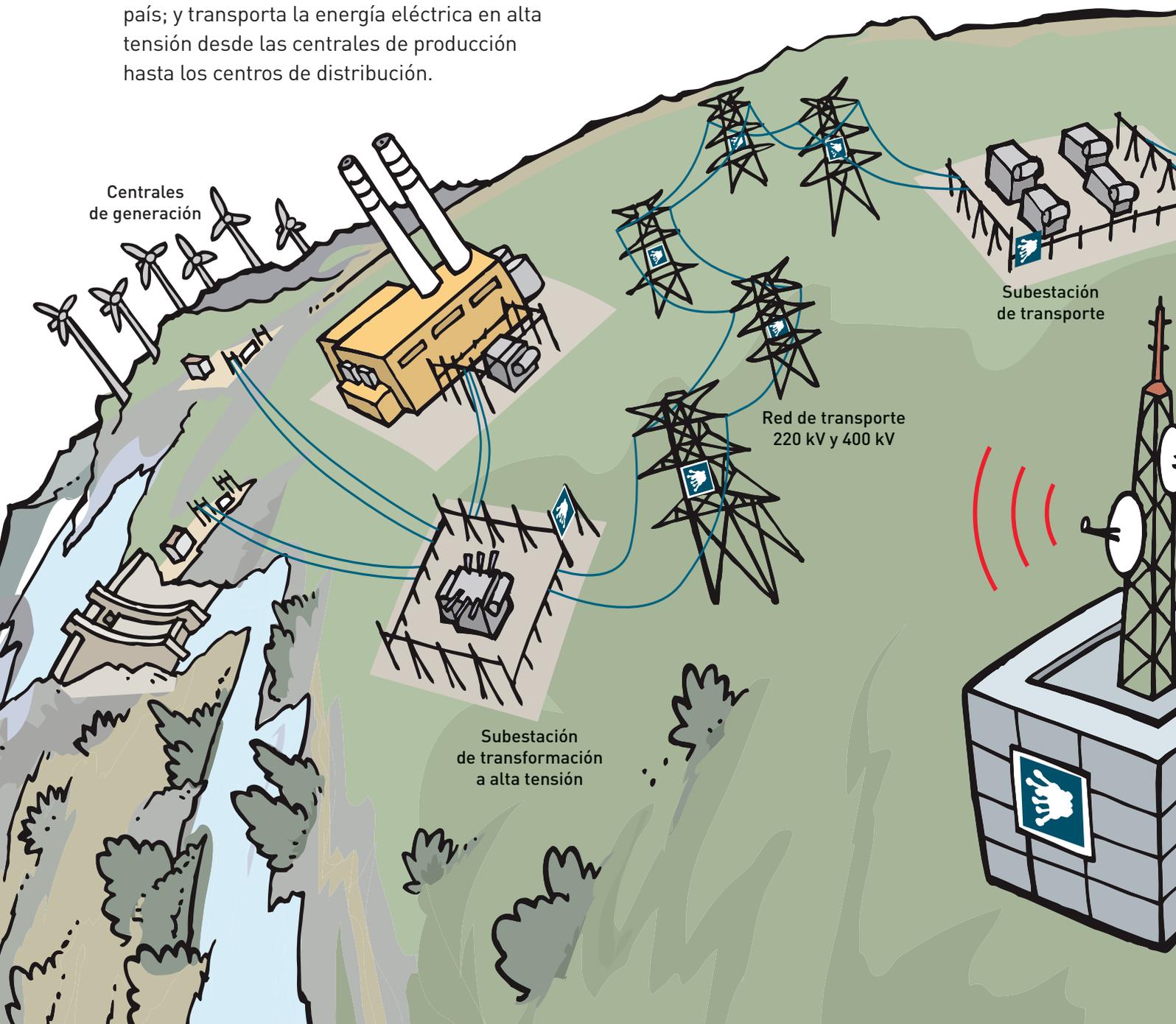
*M<sup>e</sup>C<sup>m</sup>*

Museo de las Ciencias de Castilla-La Mancha - Enero a Abril de 2010

# Red eléctrica

## pieza clave del sistema eléctrico

La misión de Red Eléctrica es asegurar el funcionamiento global del sistema eléctrico. Para ello, opera el sistema en tiempo real, manteniendo en constante equilibrio la generación y el consumo eléctrico de nuestro país; y transporta la energía eléctrica en alta tensión desde las centrales de producción hasta los centros de distribución.

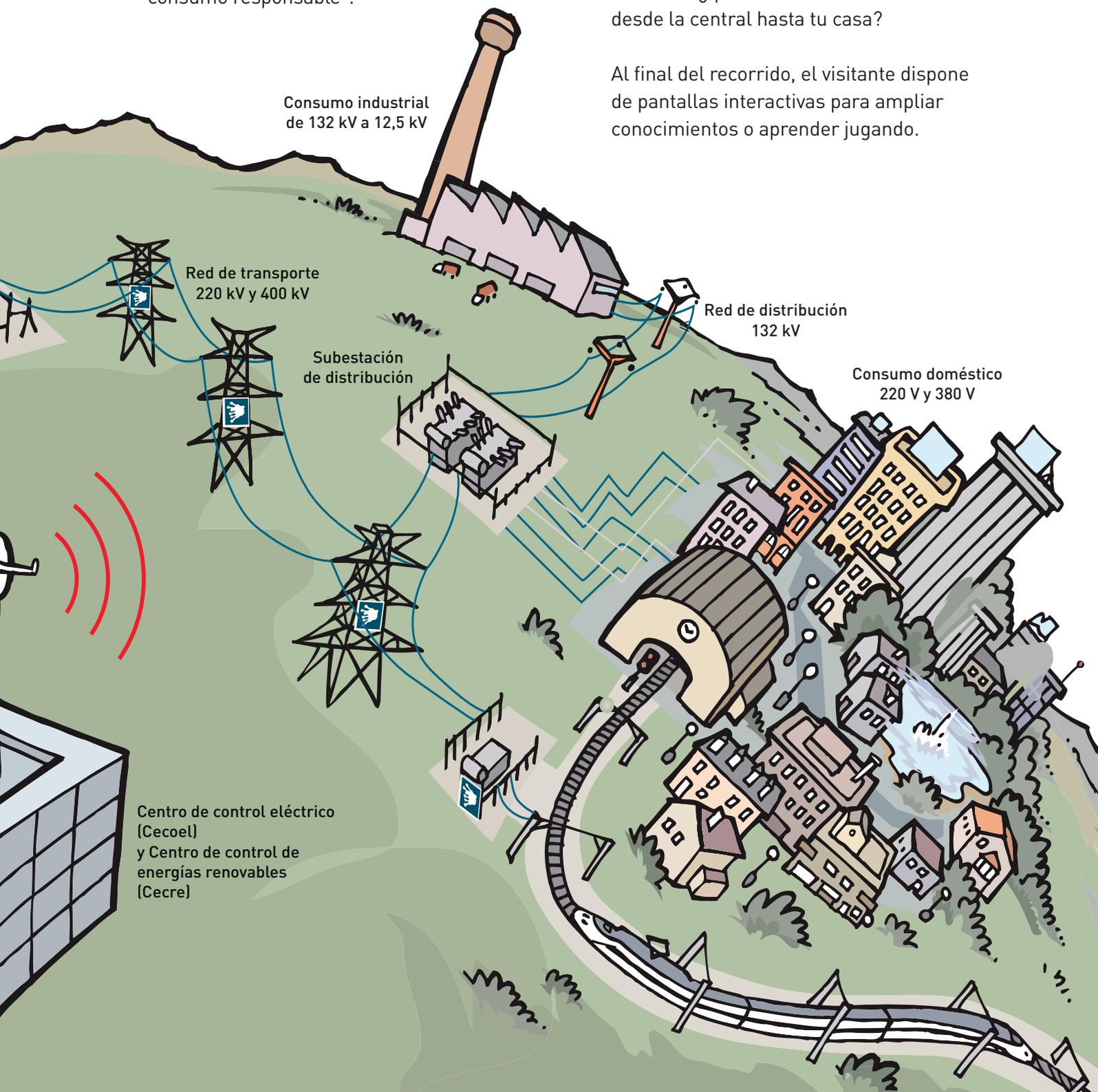


## Experimenta y descubre...

Qué es la electricidad y cómo se genera, porqué es necesario transportarla, cómo se transporta, cómo se controla el sistema eléctrico, qué importancia tienen hoy las energías renovables y..., de tu lado del enchufe, qué significa "consumo responsable".

La exposición Una autopista detrás del enchufe es un recorrido interactivo que te invita a participar, a experimentar, para descubrir. Un primer ámbito se dedica a los principios físicos de la electricidad. Tras la Sala de Proyección, el segundo ámbito explica cómo funciona el sistema eléctrico: ¿qué le sucede a la electricidad desde la central hasta tu casa?

Al final del recorrido, el visitante dispone de pantallas interactivas para ampliar conocimientos o aprender jugando.



# ¡Caramba!

# ¡Calambre!

**Cuando tocas un objeto cargado eléctricamente sientes cómo se descarga provocando un ligero chispazo y atravesando tu cuerpo.**

El mundo que conocemos está hecho esencialmente de tres partículas, diferenciadas por su carga eléctrica: los electrones, cuya carga es negativa; los protones, de carga positiva; y los neutrones, de carga neutra. Normalmente, los átomos tienen tantos protones como electrones, por lo que sus cargas se compensan y se comportan de manera neutra. Otras veces tienen exceso o defecto de electrones y entonces se dice que están cargados o ionizados.

Cuando un material contiene muchos átomos ionizados acumula electricidad estática y en cuanto pueda corregirá la situación soltando o recogiendo electrones.



Si frotas un trozo de ámbar, éste se carga eléctricamente y es capaz de atraer objetos ligeros, como un trocito de papel. Los griegos llamaban al ámbar 'elektron', origen de la palabra que designa al electrón y a la electricidad. Experimenta aquí con el ámbar y otros materiales.

# La vida es eléctrica



El italiano Luigi Galvani, experimentando con ancas de rana, descubrió que al aplicar una corriente a un nervio se producía una contracción muscular y, también, que bastaba que el nervio del batracio estuviera en contacto con un escalpelo metálico y a cierta distancia para que se produjera una descarga eléctrica.

**Las reacciones químicas que se producen constantemente a nuestro alrededor, y en el interior de nuestro cuerpo, se deben a la fuerza electromagnética, generada por las cargas eléctricas de los átomos y las moléculas.**

En el siglo XVIII se realizaron numerosos experimentos que mostraban que la electricidad alteraba el funcionamiento de los organismos.

# Electricistas

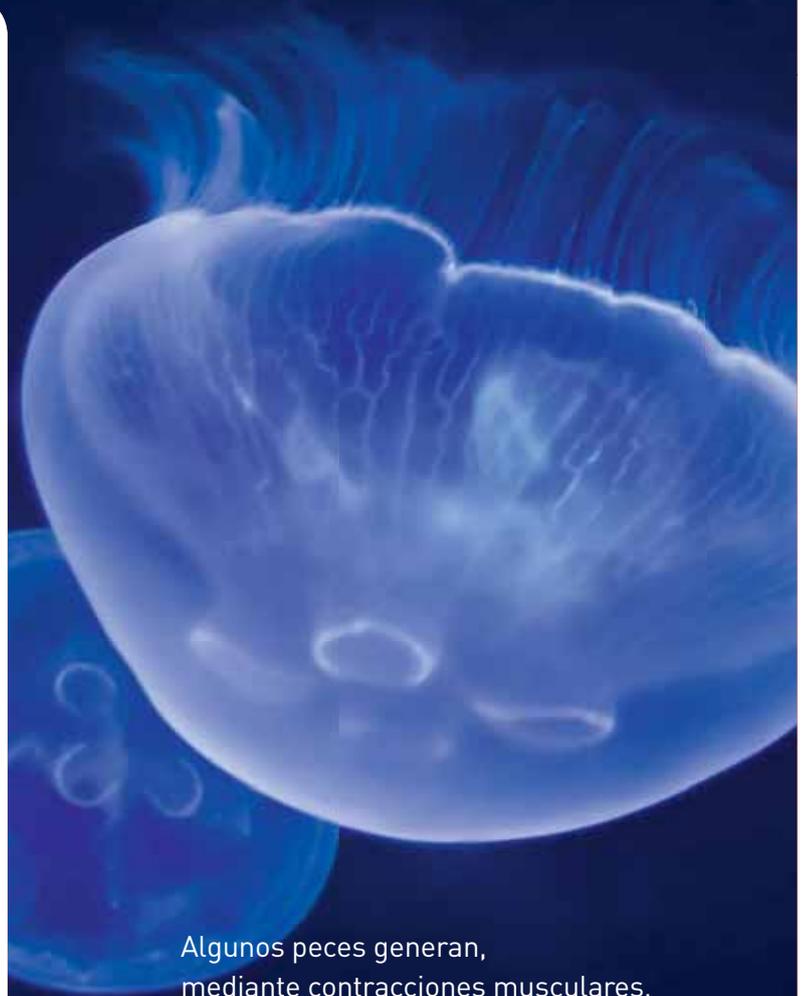
## por naturaleza

**Algunas especies generan electricidad y la utilizan como mecanismo de percepción de su entorno, o como arma para defenderse de sus depredadores o atacar a sus presas. La mayor parte de ellos son animales acuáticos, ya que el agua es buen conductor eléctrico, al contrario que el aire.**

Tiburones, rayas, celacantos y otros peces poseen sensores capaces de detectar campos de una intensidad de hasta una billonésima de voltio. Los usan para detectar a sus presas a distancia. También los tienen los renacuajos de algunos anfibios y algunos cangrejos de río.

Las rayas torpedo se defienden de sus enemigos y atacan a sus presas mediante descargas de suficiente intensidad como para producir la inmovilización de la víctima.

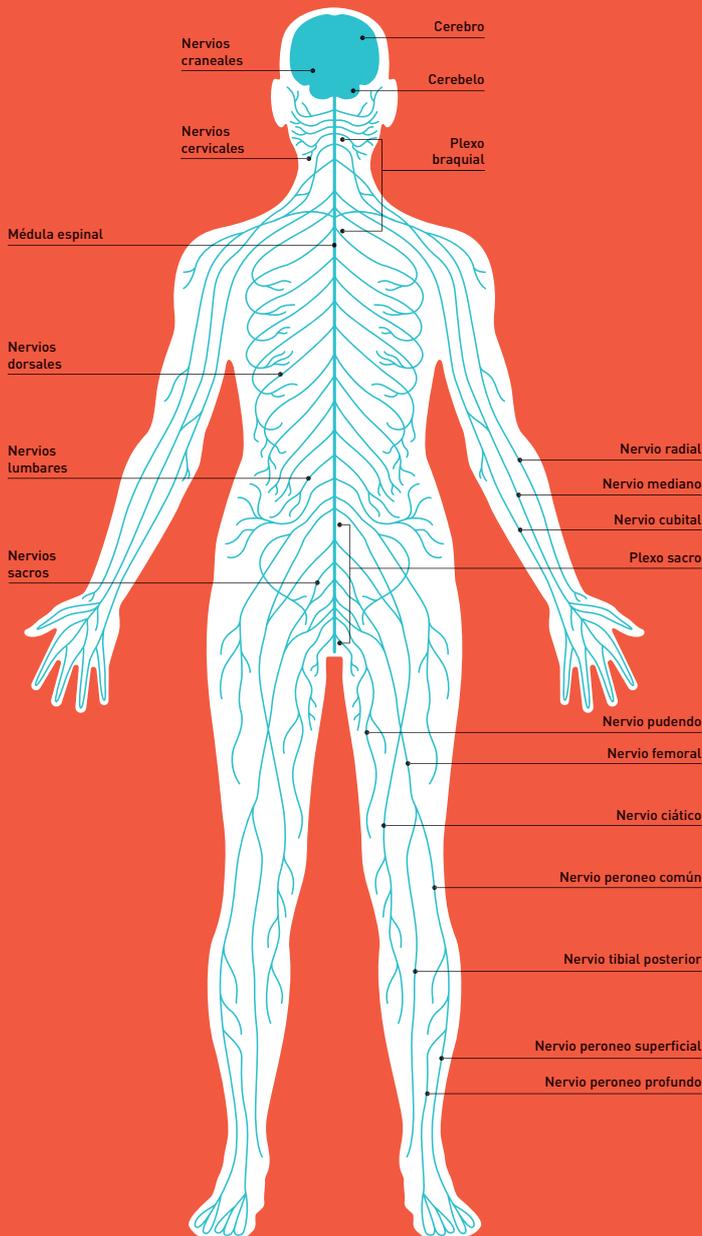
Algunas anguilas producen descargas capaces de matar a un caballo. Las abejas suelen estar cargadas negativamente y las flores, como si lo supieran, producen cargas positivas en el polen para que se quede pegado a ellas.



Algunos peces generan, mediante contracciones musculares, cargas eléctricas que acumulan hasta alcanzar una diferencia de potencial de varios voltios entre la cabeza y la cola. Al descargar generan un campo electromagnético cuyos ecos recogen y les permiten formar una imagen de su entorno.

# ¿Eres un buen conductor?

El sistema nervioso transmite los impulsos eléctricos



**El organismo es un complejo circuito eléctrico donde los nervios son los cables.**

Nuestro cuerpo es conductor y por eso cuando tocamos un contacto eléctrico la corriente circula por él. Lo mismo ocurre cuando tocamos dos objetos cargados de forma natural con diferente polaridad, como una placa de cobre y otra de zinc.

Según la intensidad de la corriente, que se mide en amperios, los efectos del paso de una corriente por el organismo pueden ir desde un leve cosquilleo hasta la muerte por electrocución. Por un lado, la corriente genera calor y puede llegar a producir graves quemaduras e incluso carbonizar buena parte del organismo. Por otro, altera las órdenes que viajan por los nervios, haciendo que los músculos se muevan descontroladamente. Eso explica que el electrocutado no pueda soltar la fuente eléctrica.

Este fenómeno puede tener consecuencias muy graves si afecta al corazón, que deja de enviar sangre a los demás órganos, o a los músculos del sistema respiratorio, que se paralizan produciendo asfixia.

# 100 rayos por segundo

**La naturaleza está llena de electricidad. Una de sus manifestaciones más violentas y cercanas es el rayo, que se produce por la acumulación de cargas eléctricas en las nubes tormentosas, que acaban descargando sobre la tierra, que actúa como el otro polo.**

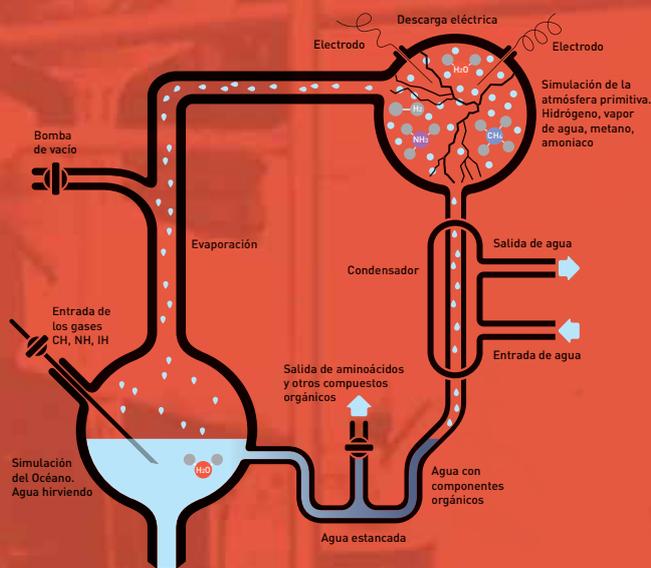
Cada segundo caen 100 rayos sobre la superficie terrestre durante las 44.000 tormentas que se producen cada día en todo el planeta. La mayor parte de ellas se generan en la zona ecuatorial, mientras que en los polos y en los desiertos estas tormentas son poco frecuentes.

Un rayo no es una sola descarga: en realidad está formado por varias decenas de descargas que se generan en menos de un cuarto de segundo. Estas descargas eléctricas se desplazan a 140.000 kilómetros por segundo, la mitad de la velocidad de la luz, y alcanzan temperaturas de unos 30.000 °C. Tienen una intensidad media de 20.000 amperios y la diferencia de potencial alcanza los 150.000 voltios.



En España, cada año unas 60 personas sufren la descarga de un rayo y 12 de ellas fallecen a consecuencia del mismo.

# Chispas vitales



**Hace unos 4.000 millones de años, nuestro planeta sufría intensas y casi continuas tormentas, cuyas descargas proporcionaron la energía necesaria para que la química diera sus primeros pasos hacia la biología.**

Aún no sabemos cómo se originó la vida en la Tierra, pero los científicos están convencidos de que la electricidad cumplió un papel esencial en su aparición.

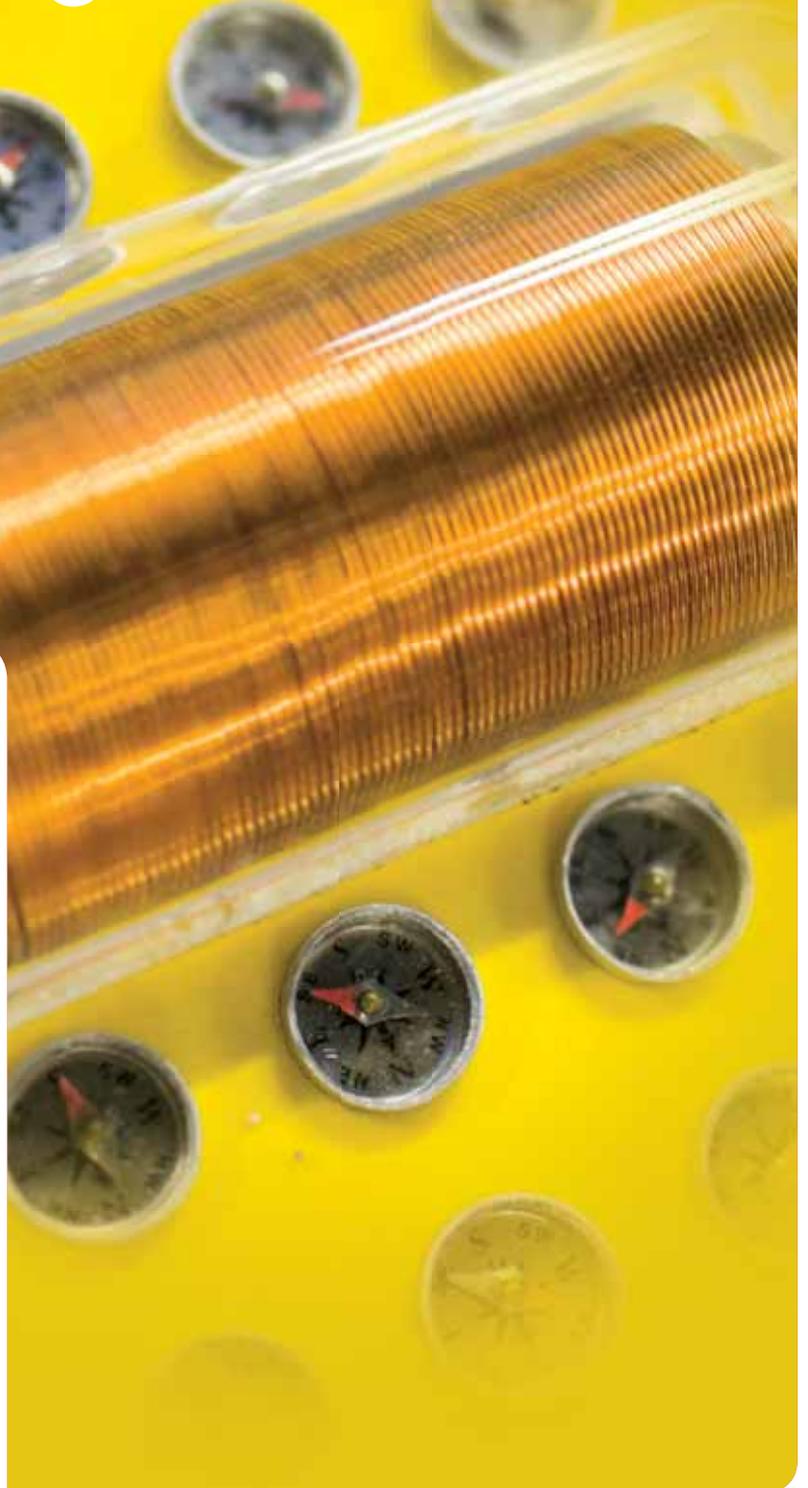
En 1952, Stanley Miller intentó reproducir este proceso en un laboratorio. Llenó un matraz con agua pura y estéril y una atmósfera de metano, amoníaco e hidrógeno, lo colocó sobre una llama y lo mantuvo en ebullición mientras descargaba sobre la mezcla chispas de 60.000 voltios. Tras una semana de experimento, el líquido había cambiado de color y contenía moléculas orgánicas, entre ellas algunos de los aminoácidos que forman las proteínas.

# La electricidad crea magnetismo...

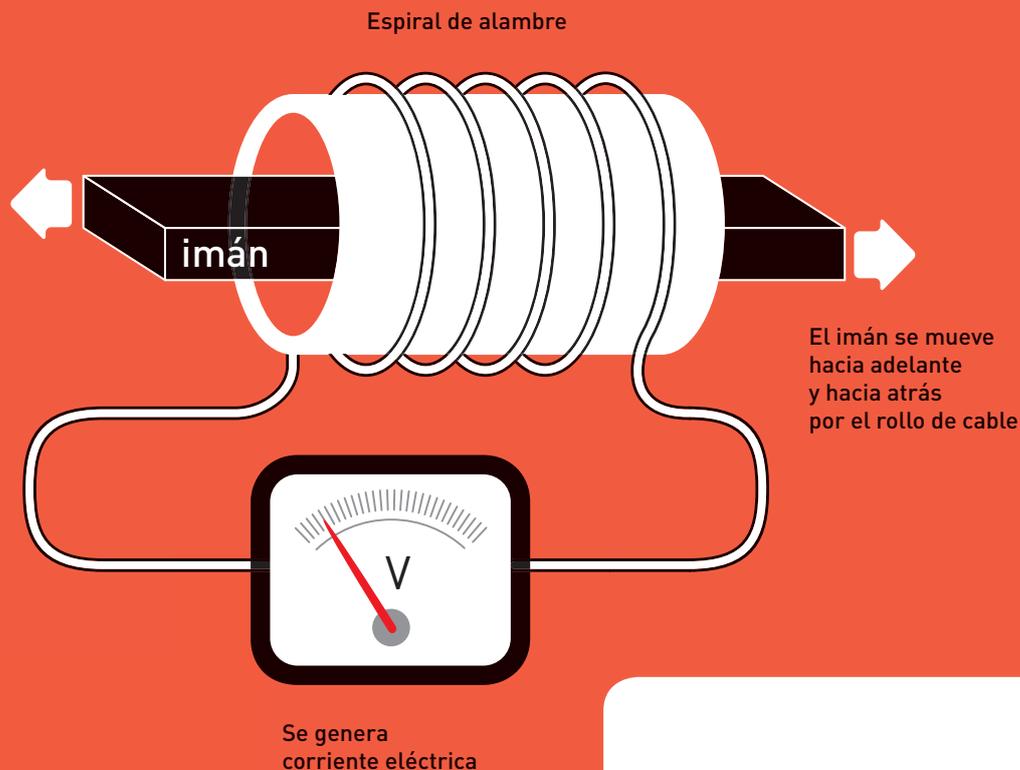
Si acercas una brújula a una corriente eléctrica verás que la aguja cambia de orientación y deja de señalar al norte.

Este fenómeno lo descubrió el danés Hans Christian Oersted (1777-1851), poniendo así de manifiesto que el magnetismo y la electricidad, que hasta entonces eran considerados dos fenómenos diferentes e independientes, tenían una íntima relación.

El que la corriente eléctrica genere campos magnéticos es el fundamento de los **electroimanes** utilizados en numerosas aplicaciones, especialmente en los motores eléctricos.



# ...y el magnetismo electricidad

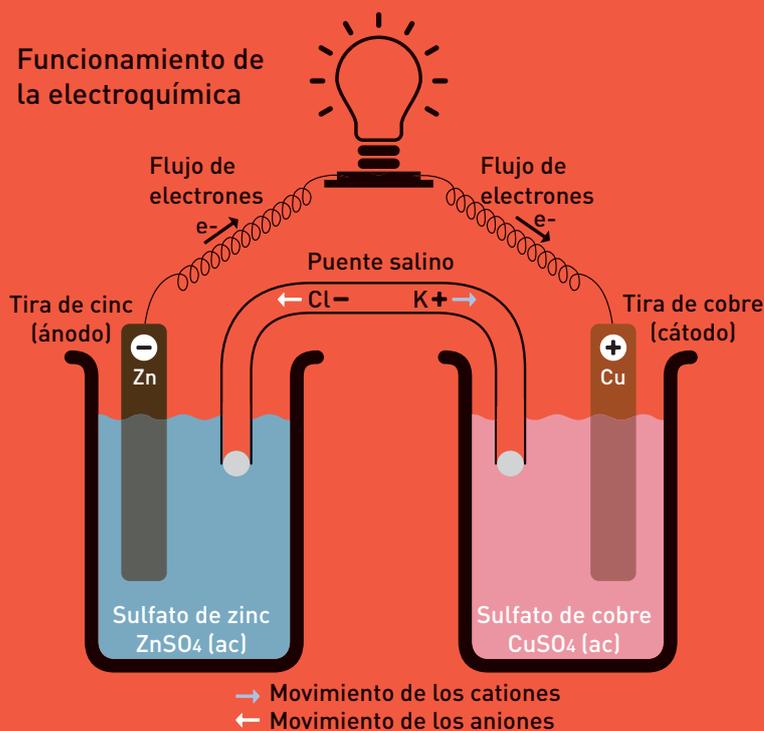


Faraday y su experimento

**La otra cara de la moneda es que el magnetismo es capaz de generar una corriente eléctrica, fenómeno descubierto en 1831 por el británico Michael Faraday (1791-1867).**

Cuando un imán se mueve en las cercanías de un circuito, en éste se genera una corriente eléctrica. Es lo que se denomina inducción, y es el fenómeno que se utiliza en la mayor parte de los sistemas de producción eléctrica, como las dinamos y los alternadores de las centrales eléctricas.

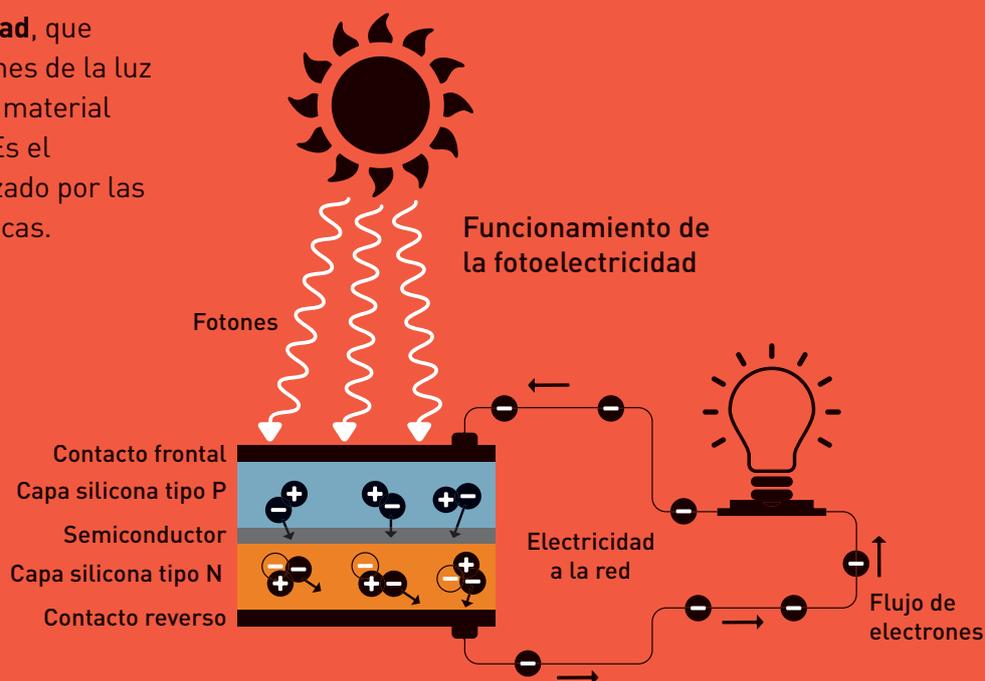
# De dónde sale la electricidad



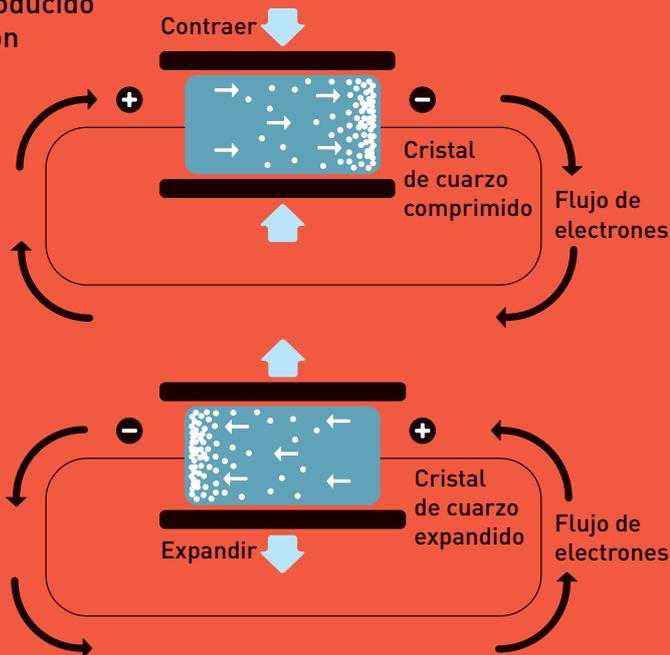
La **electroquímica**, donde la corriente se produce al poner en contacto sustancias cargadas con diferente polaridad, como el cobre y el zinc.

Para producir la electricidad que consumimos en nuestros hogares, las centrales de generación eléctrica utilizan casi exclusivamente el principio de la inducción electromagnética, pero existen otras formas de generarla.

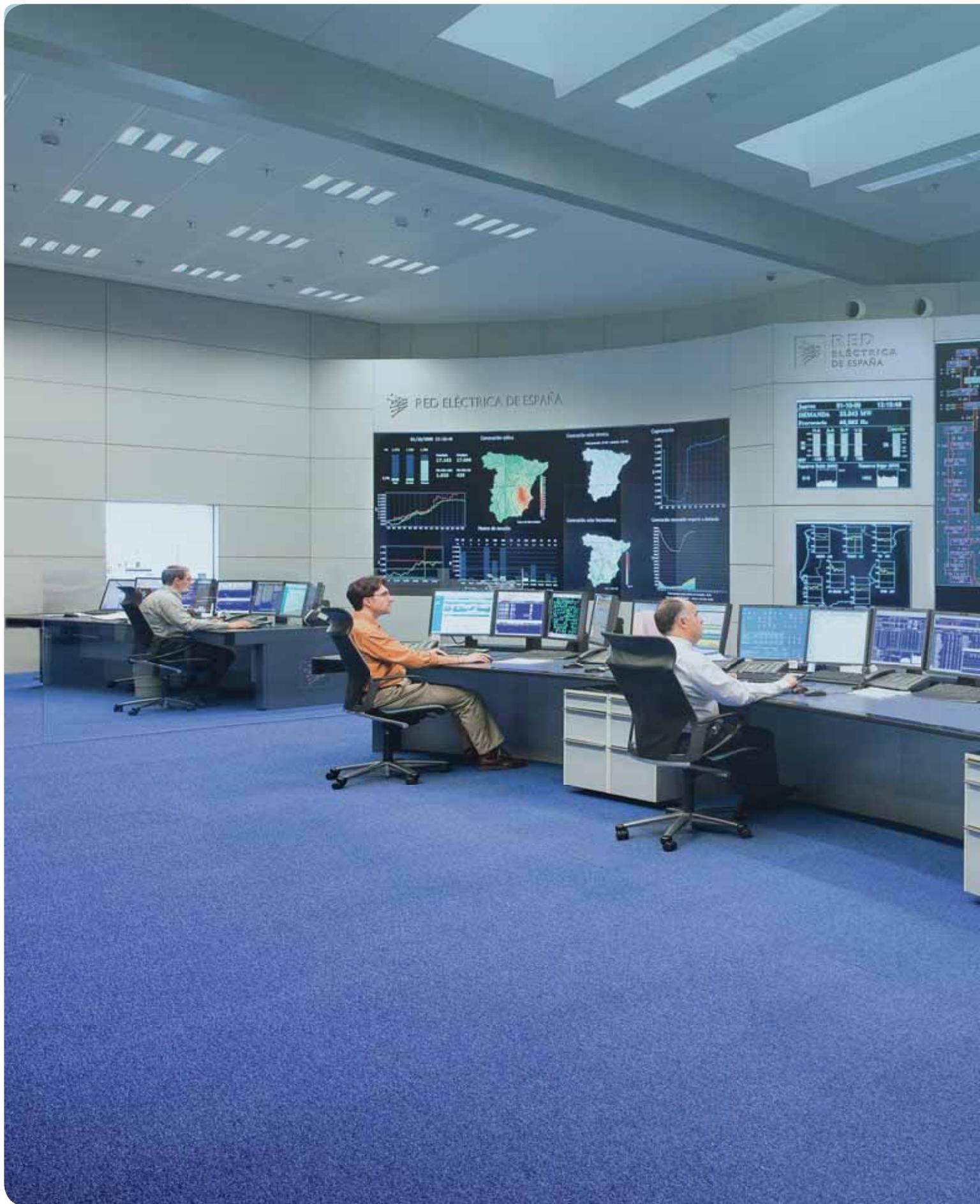
La **fotoelectricidad**, que generan los fotones de la luz al chocar con un material semiconductor. Es el mecanismo utilizado por las células fotovoltaicas.



Voltaje producido por presión



La **piezoelectricidad**, que se produce al ejercer presión sobre determinados materiales, como los cristales de cuarzo.



RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA



# ¿Y cómo llega hasta tu casa?

El reto del equilibrio entre generación y consumo



Cada vez que encendemos la luz o conectamos un aparato eléctrico se pone en marcha un sofisticado sistema que comienza en las centrales de producción, donde se genera la energía eléctrica. Esta energía, transformada en alta tensión, se transporta a través de las instalaciones eléctricas hasta los centros de distribución. Y desde allí, de nuevo transformada al nivel de tensión adecuado para cada tipo de consumo (doméstico, industrial o servicios), se realiza la distribución final a los usuarios.

Para que la electricidad llegue hasta nuestras casas en el momento preciso en que la usamos, Red Eléctrica tiene que operar el sistema en tiempo real mediante su centro de control (CECOEL), todos los días del año, las 24 horas del día, y mantener en constante equilibrio la generación y el consumo. Esto es debido a que la energía eléctrica no se puede almacenar en grandes cantidades, tiene que generarse en cada momento la cantidad necesaria.

# Electricidad limpia

## Red Eléctrica y las energías renovables

**Red Eléctrica hace posible el desarrollo de las energías limpias, integrándolas en el sistema eléctrico de forma segura y eficiente.**

Agua, viento y sol son nuestros aliados en la generación electricidad, pero dependemos de que la naturaleza nos ofrezca un día soleado o de que haga viento para obtenerla. Por eso, para asegurar el desarrollo de estas energías limpias, Red Eléctrica además de invertir en redes que faciliten su evacuación ha puesto en marcha un centro de control pionero: el CECRE.

Este centro, adscrito al CECOEL, es el primero del mundo que controla la cantidad de energía renovable producida, especialmente eólica, y la integra en el sistema eléctrico de forma segura.

Castilla-La Mancha es un referente en energías renovables. Es líder en potencia eólica instalada (20,40% del total de España) y también en potencia fotovoltaica instalada (24,96%).



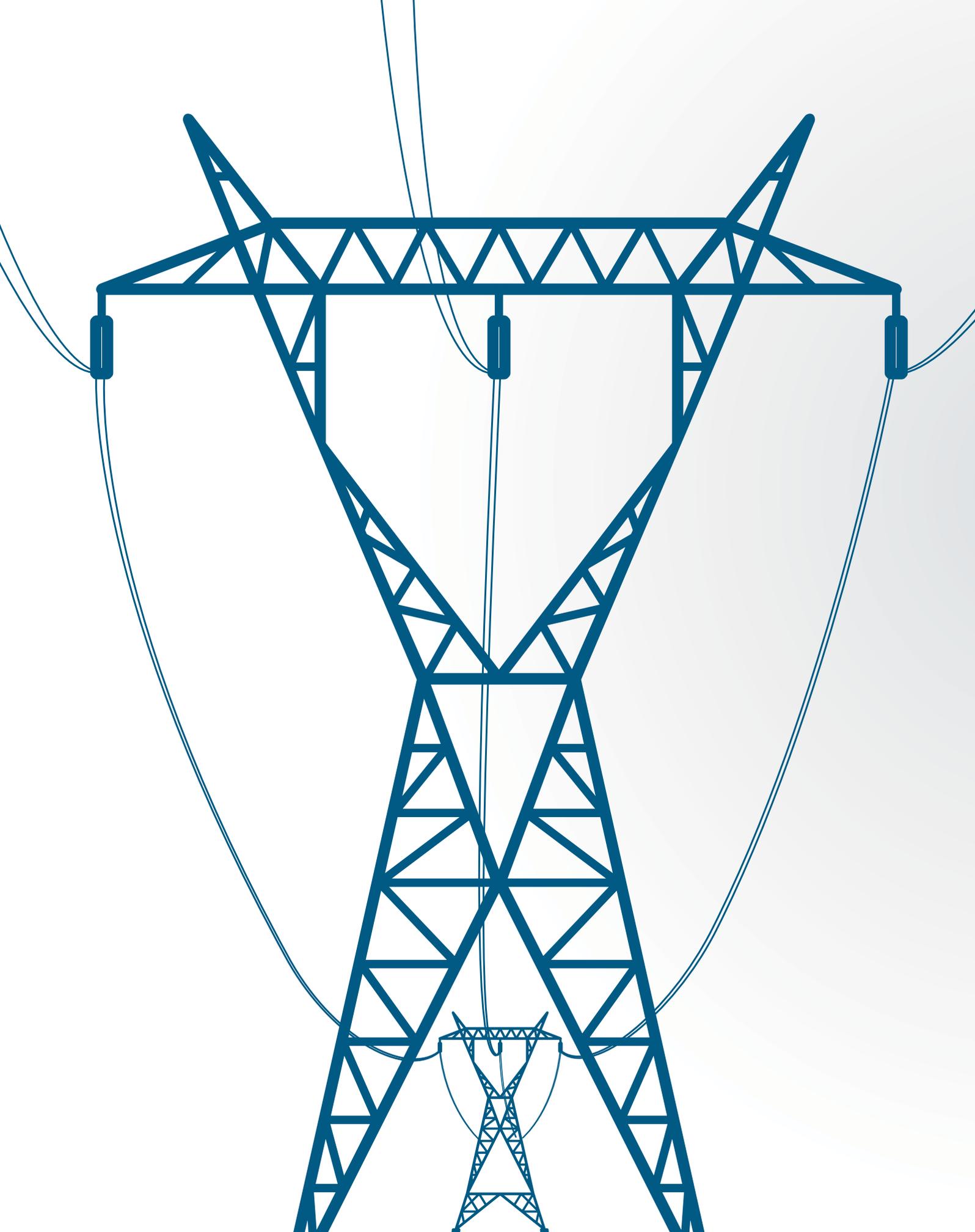
# Autopistas de luz

El mantenimiento de las líneas exige numerosas operaciones programadas de limpieza, reparación y colocación de señales para aeronaves y pájaros, que se llevan a cabo sin necesidad de cortar la corriente.

**El 99 por 100 de la red de alta tensión española es propiedad de Red Eléctrica. Cuenta con más de 35.000 kilómetros de tendido, repartidos prácticamente a partes iguales entre las líneas de 400.000 voltios y las de 220.000.**

Toda la red española es aérea, salvo las dos conexiones con Marruecos, de 13 kilómetros de longitud cada una, que discurren bajo el agua del estrecho, y la línea que atraviesa el aeropuerto de Barajas, que recorre 12 kilómetros bajo tierra. Los cables cuelgan de cerca de 80.000 apoyos, de hasta 60 metros de altura, colocados a intervalos de 400 metros.

Los puntos clave de estas líneas son las subestaciones, colocadas en los lugares de entrada y salida de la red o en los cruces de los tendidos. Más de 500 subestaciones permiten distribuir los flujos de corriente, recoger la electricidad generada en cada central y entregarla a las compañías distribuidoras, transformando la tensión si es preciso.





Aseguramos el funcionamiento del sistema eléctrico,

**los 365 días del año**  
**las 24 horas del día.** ”

### **Detrás del enchufe...**

Más de 35.000 km de tendido  
de líneas de alta tensión

500 subestaciones transformadoras

Un centro de control que supervisa

50.000 datos cada 4 segundos

# ¡Adivino cuándo y dónde enciendes la bombilla!

**La electricidad no se puede almacenar. Eso hace necesario ajustar la producción al consumo. Los expertos de Red Eléctrica realizan diariamente una previsión del consumo nacional, minuto a minuto y región a región.**

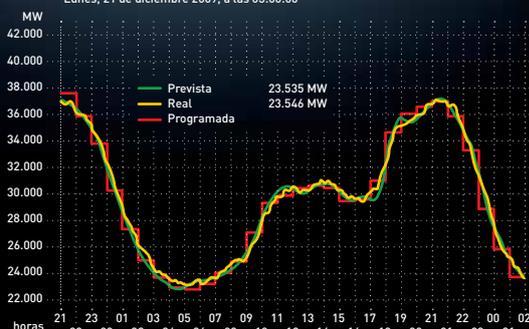
Para elaborarla tienen en cuenta todos los factores que pueden influir en la demanda, desde la previsión meteorológica a las fiestas patronales o los acontecimientos anunciados en cada lugar.

Con esta información se elabora una gráfica que describe el consumo previsto y se decide la producción que debe realizar cada central eléctrica. Continuamente, y en tiempo real, se comprueba si la previsión está ajustada a la realidad y, en caso de que haya diferencias, se ordena a las centrales aumentar o reducir su producción.

Además, las conexiones internacionales con Francia, Portugal y Marruecos, permiten, en caso necesario, importar electricidad para cubrir un aumento de la demanda o exportarla para dar salida a un exceso de producción.



**Demanda de energía eléctrica en tiempo real**  
Lunes, 21 de diciembre 2009, a las 03:00:00



# De tu lado del enchufe

...iconsumo responsable!



**Cambiando algunos hábitos podemos reducir nuestro consumo energético en el hogar o el trabajo sin que ello suponga una pérdida de confort.**

## **Tus pequeños gestos tienen grandes implicaciones**

- Adquirir electrodomésticos de máxima eficiencia energética. Los de clase A dan un mayor rendimiento y utilizan menos energía.
- Llenar lavadoras y lavavajillas antes de ponerlos en marcha.
- Aprovechar la luz y el calor solar como fuentes de iluminación y calefacción naturales.
- Aprovechar las corrientes de aire y los toldos o persianas para reducir la temperatura y el uso del aire acondicionado.
- Apagar las luces y desconectar los aparatos eléctricos completamente cuando no se están usando. (¡Dejarlos en *standby* también consume!)
- Colocar bombillas de bajo consumo.
- Regular la temperatura de los sistemas de climatización y utilizar ropa adecuada para cada época del año.

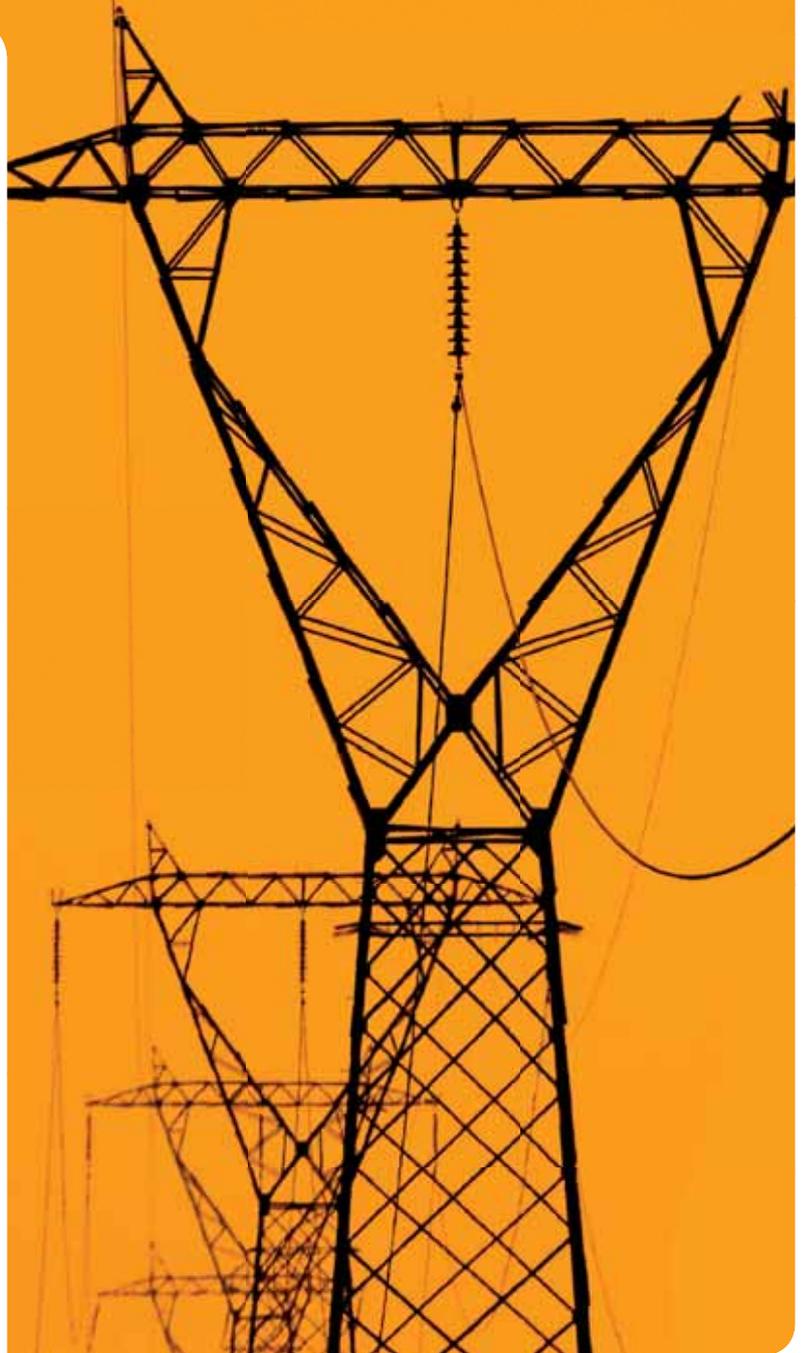
# ¡Alta tensión!

**Desde que se genera en una central hasta que se utiliza, la electricidad recorre habitualmente grandes distancias. En este recorrido se producen pérdidas de la energía transportada.**

La mejor forma de reducir al máximo este problema es elevar la tensión, con lo que las pérdidas se reducen al 2 por 100.

En la mayor parte de las centrales la electricidad se genera a una tensión inferior a 25.000 voltios, por lo que debe transformarse hasta los 220.000 o 400.000 con que funcionan las líneas de alta tensión de nuestro país, gestionadas por Red Eléctrica de España.

Estos tendidos, con sus torres características, forman una malla que cruza la geografía española en todas las direcciones. Su destino final son las subestaciones de la red, donde la tensión vuelve a transformarse para reducirla hasta los niveles de distribución, que dependen de las compañías suministradoras.



# Cómo romper un puente



**El transporte mediante alta tensión tiene la ventaja de reducir las pérdidas, pero también el inconveniente de que acentúa la capacidad de la electricidad para saltar, estableciendo puentes a través del aire.**

Se calcula que por cada 1.000 voltios una corriente es capaz de salvar una distancia de un centímetro.

Por un lado, este fenómeno exige mantener distancias adecuadas de seguridad entre los cables y entre éstos y la superficie terrestre. Por otro, este fenómeno dificulta el corte de la corriente en una línea. No basta con separar los extremos de una conexión porque se forma inmediatamente un puente entre ellos.

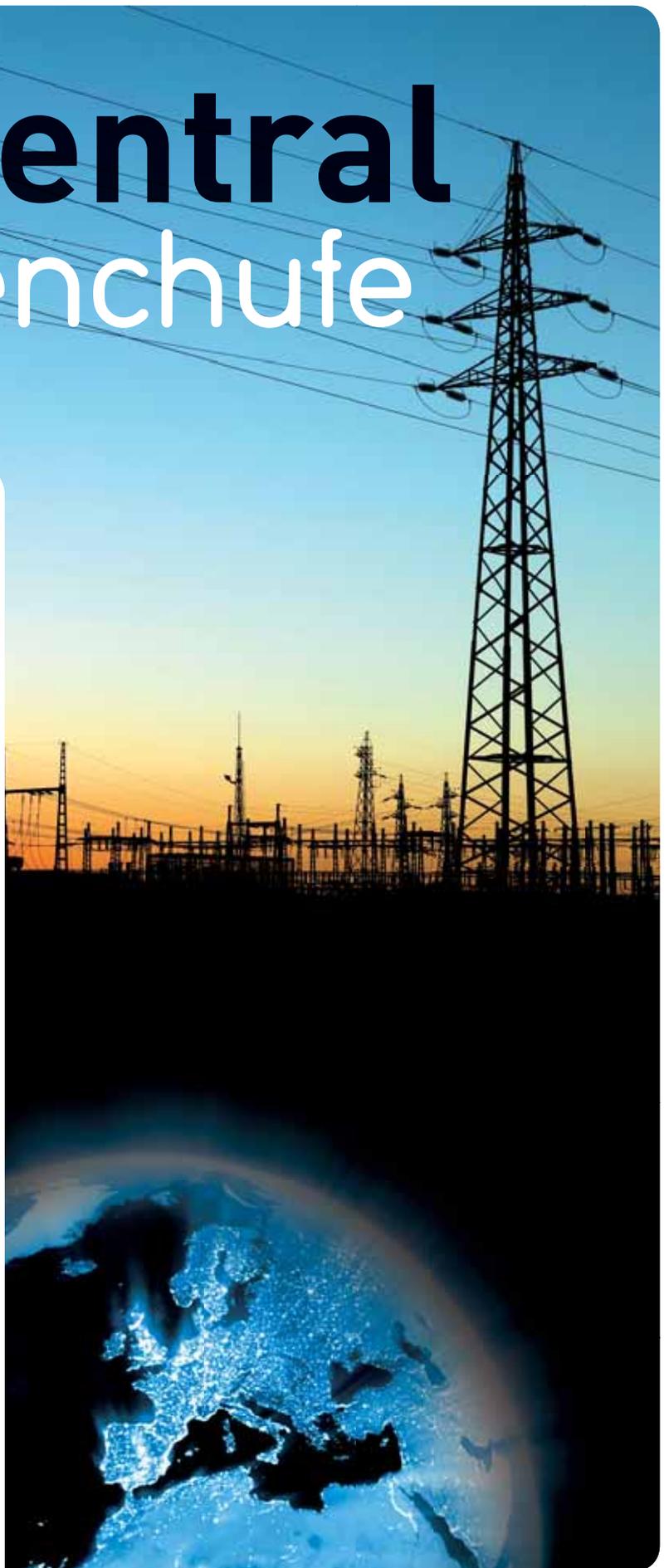
Para cortar esta chispa se emplean aparatos cerámicos rellenos de gases o líquidos aislantes.

# De la central al enchufe

**Conseguir que la electricidad esté siempre disponible en nuestro enchufe a cualquier hora del día no es tarea sencilla. Desde su origen hasta su consumo, la electricidad pasa por tres etapas esenciales: su generación en las centrales eléctricas, su transporte por toda la red nacional y su distribución a los usuarios.**

La generación de electricidad y el consumo no están repartidos de manera homogénea por todo el territorio nacional y, además, varían notablemente con las estaciones, e incluso de un día para otro.

El panorama se hace más complejo por las características propias de cada sistema de producción eléctrica: las centrales nucleares funcionan de manera ininterrumpida, la generación hidroeléctrica depende del ciclo hidrológico y los generadores eólicos no funcionan cuando no hay viento. Todo ello exige que el conjunto del sistema eléctrico esté gestionado de manera muy precisa y eficaz, con capacidad de respuesta inmediata ante cualquier situación imprevista.



# El cerebro de la red



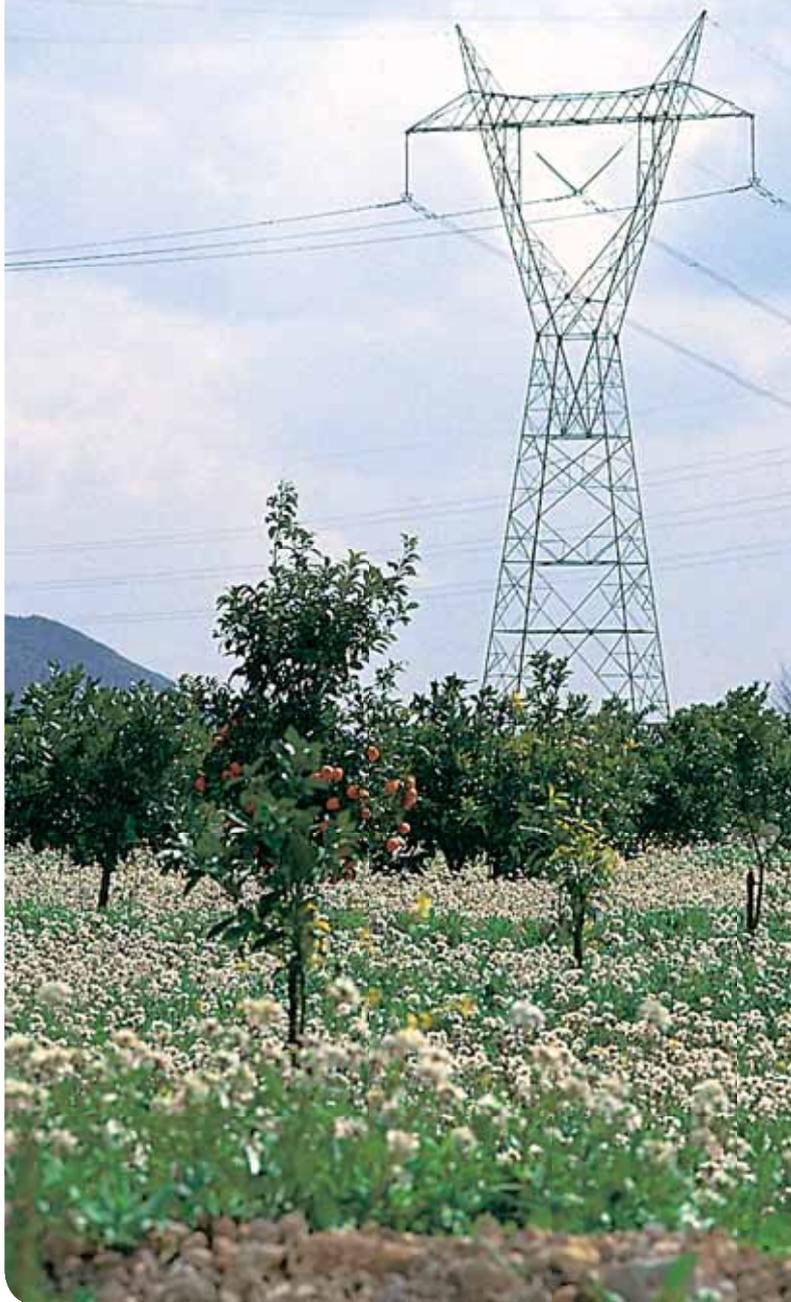
Es el equipo humano el que toma decisiones y resuelve incidencias. Experimenta el reto de mantener el sistema operativo y en equilibrio jugando al juego "Controla", en la pantalla táctil.

**El control de todo el tráfico eléctrico español se realiza desde una sala denominada CECOEL (Centro de Control Eléctrico).**

Una pantalla de 8 metros de ancho y 3 de alto muestra todos los elementos que conforman la red y aporta los datos que cada uno de ellos genera en tiempo real. Otras pantallas adicionales ofrecen datos esenciales para el gobierno del sistema.

En total se manejan 50.000 medidas, que se refrescan, de media, cada 4 segundos. De acuerdo con toda esta información, desde la propia sala se puede actuar sobre la mayor parte de los sistemas de la red, mediante telemando, para alterar las rutas, abrir o cerrar líneas y dar las órdenes pertinentes para que las centrales disminuyan o aumenten su producción.

# Nuestra responsabilidad ambiental



**Red Eléctrica manifiesta su compromiso ambiental en todas las actividades que lleva a cabo. Los nuevos tendidos e infraestructuras se realizan teniendo en cuenta criterios ambientales más rigurosos que los estrictamente legales.**

## **Nuestros compromisos**

- Todos los proyectos se someten a una evaluación de carácter ambiental.
- Cuidamos el entorno natural donde se implantan nuestras instalaciones.
- Trabajamos de forma activa en la conservación de la biodiversidad.
- Prevenimos la contaminación y efectuamos una vigilancia ambiental continuada.
- Todos los residuos que generamos son segregados y gestionados de la forma más óptima.
- Impulsamos el diálogo y la sensibilización ambiental.

# El Museo de las Ciencias de Castilla-La Mancha



El 15 de enero de 2009 el Museo celebró su décimo aniversario con la renovación de la exposición permanente. Los nuevos contenidos del área “Historia del Futuro” se centran en la investigación espacial y el área “El Motor de la Vida” se dedica a la biodiversidad, el clima y la energía.

El nuevo recorrido quiere contribuir a despertar el interés por la ciencia a través de propuestas interactivas y emocionantes. También es objetivo de este Museo acercar al público los ámbitos temáticos que afectan a nuestra vida. Hoy, una de las grandes cuestiones globales que necesita de la perspectiva científica es la energía. (La energía no puede almacenarse en grandes cantidades y no existen recursos para producirla de forma eficiente y responsable en todo el planeta. Por lo tanto, hay que transportarla).



**Visita la zona de la Energía  
en la planta alta de este Museo**

Red Eléctrica está presente en una instalación interactiva que muestra la importancia del transporte y del equilibrio entre la generación y el consumo de electricidad y, en particular, de la aportada por las fuentes de energía renovables.

El Museo de las Ciencias de Castilla-La Mancha anima a todos sus visitantes a recorrer esta muestra temporal, iniciativa de Red Eléctrica de España. Es una excelente ocasión para ampliar los contenidos que, de forma permanente, se encuentran en la zona de la Energía, y nos revelan la importancia de comprender qué significa el consumo de electricidad y cuáles son sus implicaciones en el entorno de la energía.

# “Hacemos posible el desarrollo de las energías limpias integrándolas en el sistema eléctrico de forma segura”

**Red Eléctrica de España**

[www.ree.es](http://www.ree.es)



**Museo de las Ciencias  
de Castilla La Mancha**

Plaza de la Merced, 1

16001 Cuenca

Tel. +34 969 24 03 20

Fax: +34 969 21 33 55

[www.jccm.es/museociencias](http://www.jccm.es/museociencias)



Fuentes mixtas  
Grupo de productos proveniente de bosques bien  
gestionados y otras fuentes controladas.

Cert. N° XXX  
[www.fsc.org](http://www.fsc.org)  
© 1996 Forest Stewardship Council

Papel certificado según los estándares del FSC (Forest  
Stewardship Council) que asegura un uso forestal eficiente  
para la conservación de los bosques.