

# combustibles fósiles



La mayor parte de la energía empleada actualmente en el mundo proviene de los combustibles fósiles. Los utilizamos en transporte, para generar electricidad, para calentar ambientes, para cocinar, etc.

Los combustibles fósiles son dos: **petróleo** y **carbón**. Se formaron hace millones de años, a partir de restos orgánicos de plantas y animales muertos. Durante miles de años de evolución del planeta, los restos de seres que lo poblaron en sus distintas etapas se fueron depositando en el fondo de mares, lagos y otros cuerpos de agua. Allí fueron cubiertos por capa tras capa de sedimento. Fueron necesarios millones de años para que las reacciones químicas de descomposición y la presión ejercida por el peso de esas capas transformasen a esos restos orgánicos en gas, petróleo o carbón.

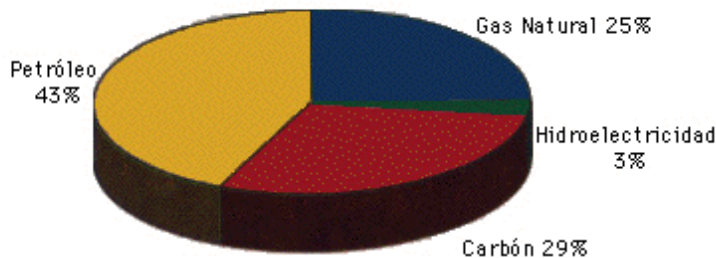
Los combustibles fósiles son recursos no renovables: no podemos reponer lo que gastamos. En algún momento, se acabarán, y tal vez sea necesario disponer de millones de años de evolución similar para contar nuevamente con ellos.

El **petróleo** es un líquido oleoso compuesto de carbono e hidrógeno en distintas proporciones. Se encuentra en profundidades que varían entre los 500 y los 4.000 metros. Este recurso ha sido usado por el ser humano desde la Antigüedad: los egipcios usaban petróleo en la conservación de las momias, y los romanos, de combustible para el alumbrado. Actualmente, las refinerías y las industrias petroquímicas extraen del petróleo diferentes productos para distintas aplicaciones: gas licuado, gasolina, diesel, aceites lubricantes, además de numerosos subproductos que sirven para fabricar pinturas, detergentes, plásticos, cosméticos, fertilizantes y otros muchísimos artículos.

El carbón que corresponde al combustible fósil es aquel que conocemos como carbón mineral. Se extrae desde minas bajo tierra, y no necesita ser refinado para utilizarse.

Los combustibles fósiles (petróleo y carbón) representan hoy el 72% del consumo total de energía en el mundo, lo cual conlleva a presumir que éstos van a continuar siendo el basamento del desarrollo energético del próximo siglo.

Mundo: Consumo de energía por fuentes, 1996



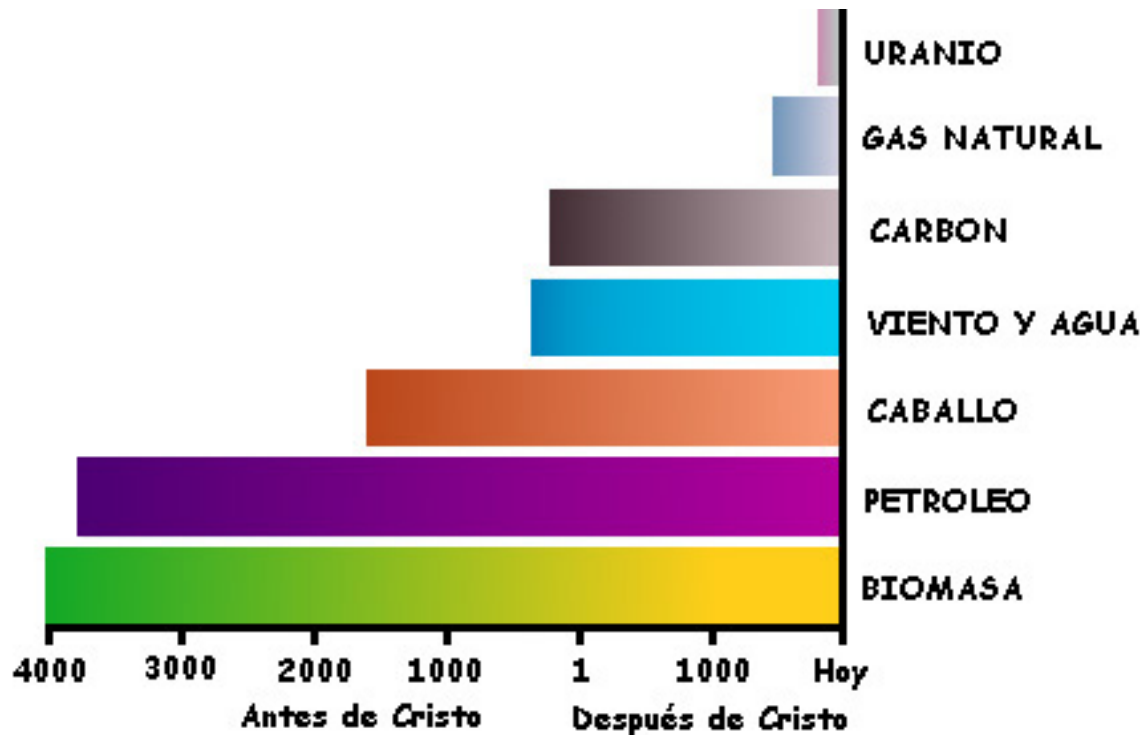
Existe un notorio interés en desarrollar nuevas tecnologías, que permitan la incorporación de otras fuentes de energía capaces de competir con el petróleo y fundamentadas en razones ambientales y económicas, ya que se trata, por una parte, de obtener energías que favorezcan la reducción de emisiones a la atmósfera, y por otra, que resulten de menor costo.

Estas nuevas tecnologías que puedan sustituir a los combustibles fósiles se identifican como fuentes alternas de energía o energías alternativas. Entre las más relevantes tenemos: la eólica (utiliza el viento), la fotovoltaica y térmica (emplean la luz solar), la geotérmica (emplea el calor extraído del subsuelo), las celdas de combustibles (usa energía química para producir electricidad), la biomasa, la hidroelectricidad y la energía nuclear.

## la energía a través del tiempo

Durante la mayor parte de su historia, la Humanidad obtuvo energía de la biomasa, el viento y la fuerza muscular de animales y otros seres humanos. El petróleo también se utiliza desde hace mucho tiempo, pero sólo a partir del siglo XVIII comenzó su explotación masiva como fuente energética, cuando se descubrieron pozos en Estados Unidos. La electricidad, obtenida en gran parte del mundo como producto secundario de otras energías, es en la actualidad uno de los principales recursos que se usan para mantener andando el mundo.

Este gráfico nos muestra cuándo se **usaron por primera vez** las diferentes fuentes energéticas.



En la actualidad, los hidrocarburos son una de las grandes **bases energéticas** de nuestra sociedad. Pero son energías no renovables; es decir, una vez que se terminen, no podrán ser repuestas. Por lo tanto, científicos de todo el mundo se han dedicado a investigar la utilización de otros recursos energéticos para seguir "moviendo al mundo". Ya te hablamos de la energía solar y la nuclear, que son dos grandes áreas de investigación. Pero también hay otras energías, menos conocidas y, por lo tanto, menos utilizadas. Son conocidas como **inagotables**, porque existirán siempre que exista nuestro planeta con sus actuales características. Ellas son, además de la energía solar, la geotérmica, la eólica y la oceánica.

# energía nuclear

## ¿La energía del futuro?

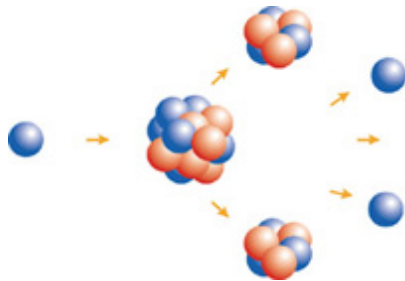
La energía nuclear es aquella que está **atrapada al interior de cada átomo** de la materia. Hasta el siglo 19, los físicos que estudiaron la materia planteaban que la energía de una partícula estaba determinada por la velocidad que ella tenía. Sin embargo, **Albert Einstein** planteó que las partículas tenían energía independientemente de la velocidad que llevaran. Esta observación fue el origen de la era nuclear.

Einstein explicó matemáticamente su postulado con la siguiente fórmula matemática:

...es equivalente a...

La energía de un cuerpo en reposo...  $E = mc^2$  ...multiplicado por la velocidad de la luz al cuadrado...  
...la masa en reposo de ese cuerpo...

Existen dos formas de generar energía nuclear: por **fisión** y por **fusión**.



Cuando las partículas que forman el núcleo del átomo son separadas por una fuerza externa, se libera gran cantidad de energía, en forma de luz y de calor. Esto se denomina **fisión nuclear** (fisión viene de fisus: separar, romper).

Cuando la liberación de la energía se produce de una sola vez, genera una enorme explosión. Esto es lo que sucede con las bombas atómicas. Pero en una planta de fisión nuclear, los núcleos de los átomos de uranio se separan mediante una reacción en cadena controlada. Ello permite que la liberación de energía se realice lentamente.

El principal problema con la fisión nuclear es que libera gran cantidad de radiación, peligrosa para el ser humano. Por ello, los reactores de las plantas nucleares están cubiertos por una espesa capa de concreto.

La **fusión nuclear** consiste en unir núcleos pequeños para "construir" un núcleo más grande. El Sol utiliza la fusión nuclear de átomos de hidrógeno para formar átomos de helio, lo cual produce calor, luz y otras radiaciones.

En la figura de la derecha, un átomo de deuterio y otro de tritio (dos tipos de átomos de hidrógeno) se combinan para formar un átomo de helio, y queda un neutrón independiente.

Los científicos han realizado diversos experimentos para intentar controlar la fusión nuclear, de modo que la energía liberada pueda aprovecharse. El interés se debe principalmente a que el proceso emite mucha menos radiación dañina para el ser humano. Sin embargo, hasta ahora no se ha logrado producir una fusión controlada, que permita aprovechar la energía.

El material más utilizado para generar energía nuclear es el **uranio 235**.

La energía nuclear tiene diversos usos. En nuestro país, se usa en aplicaciones tales como medicina y agricultura. En otros países, la energía liberada calienta el agua y la transforma en vapor que mueve turbinas y genera electricidad.

# biodigestión

Cuando los desechos orgánicos inician el proceso químico de fermentación (pudrimiento), liberan una cantidad de gases llamados **biogas**. Con tecnologías apropiadas, el biogas se puede transformar en otros tipos de energía, como calor, electricidad o energía mecánica. El biogas también se puede producir en plantas especiales: los residuos orgánicos se mezclan con agua y se depositan en grandes recipientes cerrados llamados digestores, en los que se produce la fermentación por medio de bacterias anaeróbicas.

# bi masa

La biomasa es uno de los primeros recursos energéticos utilizados por el ser humano, y todavía en la actualidad es uno de los más necesarios para una importante cantidad de población mundial. La energía de la biomasa es aquella que se produce a partir de **productos vegetales y sus derivados**. El concepto abarca principalmente leña, desechos forestales (aserrín, virutas) y agrícolas (residuos de cosechas); también se consideran biomasa los papeles, cartones y similares.



Bajo la corteza terrestre, la capa superior del manto está compuesta por magma, roca líquida a muy altas temperaturas. En algunas zonas, los depósitos o corrientes de agua subterránea son calentados por el magma, hasta temperaturas a veces superiores a los

140 grados Celsius. Cuando el agua, o el vapor, emergen a la superficie a través de fisuras en la corteza, aparecen los **géiseres, fumarolas y fuentes termales**.

En algunos lugares del mundo, como Reykjavik, capital de Islandia, la energía geotérmica se utiliza directamente para temperar edificios, piscinas y otras construcciones. En otros, se utiliza el vapor de agua para mover turbinas y generar electricidad.



"Eólica" viene de Eolo, dios griego del viento. El viento es **energía en movimiento**. El ser humano ha utilizado esta energía de diversas maneras a lo largo de su historia: barcos a vela, molinos, extracción de agua de pozos subterráneos.

En la actualidad, el viento se usa también para producir electricidad. Al soplar, el viento mueve las aspas de un molino. Esta energía cinética se transforma, mediante un generador, en energía eléctrica.

En algunos países, como Dinamarca y Alemania, existen **granjas eólicas**, en las que cientos de molinos son impulsados por el viento, produciéndose electricidad suficiente para alimentar ciudades completas.

## ENERGIA OCEÁNICA

Es una de las energías menos exploradas, pese a que es una **f fuente inagotable de energía cinética**. Los océanos pueden proveernos de energía mediante tres maneras: el movimiento de las olas, las mareas y la diferencia de temperatura entre las capas del océano. La energía cinética de las olas y de las mareas puede ser utilizada para mover una turbina y generar electricidad.

Japón, Francia, Israel y Gran Bretaña son quienes más han avanzado en el estudio de la energía oceánica, diseñando estaciones experimentales.



La energía que encierra la electricidad proviene de unas de las partículas más pequeñas conocidas por la ciencia: los **electrones**, que poseen una carga eléctrica negativa.

Toda la materia está formada por átomos, y los átomos están formados por partículas más pequeñas: protones, neutrones y electrones. Algunos tipos de átomos tienen electrones que están menos "apegados" al núcleo. Esto quiere decir que fácilmente pueden ser movilizados de un átomo a otro. Cuando los electrones se mueven entre los átomos de la materia, se produce una corriente de electricidad. Esto es lo que sucede cuando los electrones (en rojo, en la figura) circulan por un trozo de alambre.

Algunos elementos son mejores conductores que otros. Esto se relaciona con la capacidad de los electrones de los átomos de esa materia, de movilizarse de un lugar a otro. A esta capacidad se le llama **resistencia** de un material. A menor resistencia, mejor conductor de electricidad es el elemento. El cobre es un excelente metal conductor de electricidad, ya que su resistencia es baja.

Las pilas y baterías contienen energía química almacenada. Cuando las sustancias químicas del interior de la pila reaccionan unas con otras, producen una carga eléctrica. Esta carga se transforma en energía eléctrica cuando la batería o pila se conecta en un circuito.

La electricidad produce calor. Cuando fluye, la resistencia causa fricción, y la fricción provoca calor. Mientras mayor sea la resistencia de un elemento, más caliente puede ponerse. Ese principio es el que utilizan, por ejemplo, las estufas eléctricas de radiación, los secadores de pelo o los calentadores de agua.



Otro tipo de energía eléctrica es la **electricidad estática**. Al contrario de la corriente eléctrica, que se mueve, la electricidad estática se mantiene en un lugar y consiste en los átomos que se traspasan de un elemento a otro, sin moverse.

**Intenta este experimento:** frota un globo contra un suéter de lana o contra tu cabello. Luego, apóyalo en una pared. El globo se mantendrá pegado a ella por sí mismo.

Ahora frota dos globos uno contra otro, amárralos a una cuerda e intenta unirlos. Se apartarán.

Frotar los globos les da electricidad estática. Cuando frota un globo, su materia capta electrones de los átomos del suéter o de tu pelo, y queda un poco cargado negativamente. Esta carga negativa es atraída por la carga positiva de la pared. Pero los dos globos que cuelgan de la cuerda tienen carga negativa. Como las cargas iguales (positivas o negativas) se repelen, las dos cargas negativas de los globos los "empujan" uno lejos del otro.

¿Alguna vez te ha dado la corriente al tocar algo de metal, o a otra persona? ¡Eso también es electricidad estática! Los rayos y relámpagos de una tormenta también son electricidad estática. Las nubes se cargan eléctricamente a medida que los cristales de hielo en su interior se frotan unos con otros. Las nubes llegan a estar tan cargadas que los electrones saltan entre la nube y la tierra (rayos), o entre una nube y otra (relámpagos).



## **CENTRALES, TURBINAS Y GENERADORES**

La electricidad que nosotros consumimos, y que se transporta a través de una red de cables, se produce básicamente al **transformar la energía cinética en energía eléctrica**. Para ello, se utilizan turbinas y generadores. Las turbinas son enormes engranajes que rotan sobre sí mismos una y otra vez, impulsados por una energía externa. Los generadores son aparatos que transforman la energía cinética –de movimiento– de una turbina, en energía eléctrica.

En Chile, existen dos tipos principales de centrales generadoras de electricidad: **hidroeléctricas** y **termoeléctricas** (térmicas a vapor, térmicas a gas y de ciclo combinado).

**Centrales hidroeléctricas:** utilizan la fuerza y velocidad del agua corriente para hacer girar las turbinas. Las hay de dos tipos: de pasada (que aprovechan la energía cinética natural del agua corriente de los ríos) y de embalse (el agua se acumula mediante represas, y luego se libera con mayor presión hacia la central).

hidroeléctrica).

**Centrales termoeléctricas:** usan el calor para producir electricidad. Calientan una sustancia, que puede ser agua o gas, los cuales al calentarse salen a presión y mueven turbinas y entonces el movimiento se transforma. Como ya hemos visto, para alimentar una central termoeléctrica se pueden usar muchas fuentes energéticas: carbón, petróleo, gas natural, energía solar, geotérmica o nuclear, biomasa... Estas son las utilizadas principalmente en Chile:

**1. Centrales térmicas a vapor.** En este caso, se utiliza agua en un ciclo cerrado (siempre es la misma agua). El agua se calienta en grandes calderas, usando como combustible el carbón, gas, biomasa, etc. La turbina se mueve debido a la presión del vapor de agua, y su energía cinética es transformada en electricidad por un generador.

**2. Centrales térmicas a gas.** En vez de agua, estas centrales utilizan gas, el cual se calienta utilizando diversos combustibles (gas, petróleo o diesel). El resultado de esta combustión es que gases a altas temperaturas movilizan a la turbina, y su energía cinética es transformada en electricidad.

**3. Centrales de ciclo combinado.** Utilizan dos turbinas, una a gas y otra a vapor. El gas calentado moviliza a una turbina y luego calienta agua, la que se transforma en vapor y moviliza, a su vez, a una segunda turbina.



# La Ruta de la Electricidad

## GENERACIÓN

## TRANSMISIÓN

## DISTRIBUCIÓN

Central generadora

- hidroeléctrica
- termoeléctrica



Subtransmisión  
(alimentadora):  
12.000 volts  
23.000 volts

Oficinas  
(220 volts)

Subestación  
de poder  
110.000 volts  
220.000 volts  
500.000 volts

Transformador de  
distribución: 12.000  
volts a 380 y 220 volts

Residencial

Los sistemas de energía fotovoltaica permiten la transformación de la luz solar en energía eléctrica, es decir, la conversión de una partícula luminosa con energía (fotón) en una energía electromotriz (voltaica).

El elemento principal de un sistema de energía fotovoltaica es la *célula fotoeléctrica*, un dispositivo construido de silicio (extraído de la arena común).

Para su construcción, de la arena común (con alto contenido en silicio) se obtiene inicialmente una barra de silicio sin estructura cristalina (amorfo), una vez separados sus dos componentes básicos, y que acoge gran cantidad de impurezas. Mediante un proceso electrónico, que también permite eliminar las impurezas, la barra de silicio amorfo es transformada en una estructura monocristalina, la cual posee características de aislante eléctrico, al estar formada por una red de uniones atómicas altamente estables (los cuatro electrones de la capa de valencia de los átomos de silicio tienen enlaces covalentes con los demás). A continuación, con el material ausente totalmente de impurezas (una impureza entre un millón lo hacen inservible), es cortado en *obleas* (finas láminas de sólo una décima de milímetro). Las obleas son entonces fotograbadas en celdillas con polaridades positiva y negativa; la polaridad positiva se consigue a base de introducir lo que electrónicamente hablando se denominan *huecos*, es decir, impurezas que están compuestas por átomos que en su capa de valencia sólo tienen tres electrones (les falta un electrón para completar los cuatro que precisa para ser estable, por eso se dice que tienen un hueco). Por su parte, en la zona negativa se sigue un proceso similar al de la

zona positiva, pero en este caso las impurezas que se inyectan son átomos que en su capa de valencia tienen cinco electrones, es decir, en la estructura de cristal sobra un electrón (existe un electrón libre, por eso se dice que es una carga negativa). El conjunto de ambos materiales (positivos y negativos) forman un diodo; este dispositivo tiene la característica de dejar pasar la corriente eléctrica en un sentido, pero no en el otro, y aunque los diodos son utilizados generalmente para rectificar la corriente eléctrica, en este caso, permitiendo la entrada de luz en la estructura cristalina permitiremos que se produzca movimiento de electrones dentro del material, por eso este diodo es denominado más concretamente fotodiodo o célula fotoeléctrica.

Cuando la energía luminosa incide en la célula fotoeléctrica, existe un desprendimiento de electrones de los átomos que comienzan a circular libremente en el material. Si medimos el voltaje existente entre los dos extremos del material (positivo y negativo) observaremos que existe una diferencia de potencial entre 0,5 y 0,6 voltios. Si le aplicamos una carga eléctrica, veremos que es posible obtener una corriente de 28 miliamperios por cada centímetro cuadrado iluminado. Hemos convertido el dispositivo en una especie de batería eléctrica, que permanecerá aportando energía indefinidamente en tanto reciba iluminación.

Pero esta pequeña cantidad de energía es insuficiente e inútil, si no somos capaces de obtener mayores voltajes y corrientes que permitan aplicaciones prácticas. Para ello se diseñan en cada oblea cientos de diodos del tipo descrito, los cuales, interconectados en serie y paralelo son capaces de suministrar tensiones de varios voltios, así como corrientes del orden de amperios.

Este sistema básico de generación de energía por medio de la luz solar, puede obtener un rendimiento mayor si se disponen dispositivos de control adecuados. Por ejemplo, unos motores conectados a unos servos pueden orientar los paneles hacia la mayor radiación solar, tanto en acimut como en elevación, según la posición que el Sol ocupe en ese momento. Posteriormente, la energía obtenida debe ser almacenada para que sea utilizada, por ejemplo por la noche, en que la ausencia de luz no permite su obtención directa. Los paneles solares pueden acoplarse en forma modular, ello permite que puedan pasar de un sistema doméstico de generación de energía, a otro más potente para industrias o instalaciones de gran consumo.

Los inconvenientes de este sistema de generación de energía, no es tanto el origen de esa energía, el Sol, que excede nuestras necesidades, ni tampoco la materia prima de donde se extrae el silicio, consistente en arena común muy abundante en nuestras playas; se trata de la técnica de construcción de las obleas, excesivamente compleja y cara. Un segundo motivo, es el rendimiento obtenido y el espacio de terreno ocupado por los elementos captadores; el rendimiento final se estima en un 13%.

Como contrapunto a sus inconvenientes, es un sistema ideal para instalar en lugares remotos donde no sea posible tender cableados eléctricos o disponer de personal de mantenimiento, tales como teléfonos de emergencia en determinadas zonas (autopistas, alta montaña, etc.), faros marinos en costas poco accesibles, boyas en bajos marinos peligrosos para la navegación que sea preciso señalar, equipos de salvamento a bordo de buques, etc.