

Energía:

Capacidad que tiene un sistema para producir trabajo. Se mide, por lo tanto, con las mismas unidades que éste. La energía, a pesar de ser un fenómeno único, puede manifestarse de distintas formas: mecánica, eléctrica, calorífica, luminosa, radiante, etc., que pueden transformarse unas en otras (principio de conservación de la energía). El primer tipo de energía que se definió fue la mecánica, en 1843. Joule demostró que puede producirse calor consumiendo trabajo, es decir, que el calor es una forma de energía, con lo que se amplió el concepto. Posteriormente se introdujeron los conceptos de energía eléctrica, magnética, química, etc. La teoría de la relatividad estableció la equivalencia entre la masa y la energía, y la teoría cuántica le dio una naturaleza discontinua.

Energías no renovables:

Las principales fuentes energéticas del mundo moderno son:

El Carbón: roca sedimentaria de origen orgánico formada principalmente por carbono amorfo acompañado de hidrocarburos, compuestos orgánicos complejos y materia inorgánica. Su origen se debe a la progresiva carbonización anaerobia de las materias vegetales. Los yacimientos más antiguos corresponden al Devónico y los más modernos, al Cuaternario; sin embargo, el período geológico más abundante en esta roca es el Carbonífero, durante el cual alcanzaron gran desarrollo los pteridófitos arbóreos y las formas más primitivas de gimnospermas. El carbón se encuentra originariamente en secuencias de capas horizontales alternadas con diferentes rocas sedimentarias; dentro de cada secuencia se observa que el tamaño del grano va disminuyendo hacia la parte superior. Hoy en día se considera que cada una de estas secuencias, denominadas ciclotemas, corresponden a todo un bosque enterrado, que posteriormente sufrió una descomposición anaerobia. Los carbones minerales se clasifican de diversas maneras. La más utilizada se basa en el grado de carbonización, dividiéndolos en lignitos, carbones subbituminosos, carbones bituminosos, semibituminosos, semiantracitas y antracitas, por orden de mayor a menor contenido en carbono. El término de hulla equivale a algunos carbones bituminosos. El carbón era uno de los combustibles más importantes del mundo.

El carbón tuvo una gran repercusión en la revolución industrial, llegando incluso a peligrar las reservas exteriores de este producto, puesto que en esta época solo se extraía el que se encontraba en la superficie terrestre. Hoy en día el carbón solo se usa para la transformación de minerales.

El petróleo: líquido oleoso, más ligero que el agua, de color oscuro y olor fuerte, que se encuentra nativo, formando a veces grandes manantiales en los estratos superiores de la corteza terrestre. Químicamente es una mezcla de hidrocarburos (alcanos, alquenos, naftenos y aromáticos), es insoluble en agua, arde con facilidad y, sometido a una destilación fraccionada, da una gran cantidad de productos volátiles. Fue conocido en la Antigüedad; los caldeos usaban el asfalto de petróleo como mortero en sus construcciones y los egipcios lo emplearon para embalsamar a los muertos; pero no adquirió importancia comercial hasta principios del s. XIX con el descubrimiento de los grandes yacimientos norteamericanos. Se le supone formado a partir de la descomposición de la materia orgánica en determinadas condiciones de presión, temperatura, etc. Su composición varía mucho según la procedencia (petróleos alifáticos, p. nafténicos, p. ricos en hidrocarburos aromáticos). La captación de petróleo se efectúa gralmente mediante perforaciones en el terreno. En las proximidades de los yacimientos se construyen depósitos para recoger el líquido, que luego se conduce por tuberías y oleoductos a las refinerías o a los puertos. Para sus diferentes usos es necesario someter el petróleo bruto a la destilación fraccionada y subsiguiente rectificación de las fracciones obtenidas, con lo que se separan así los siguientes productos: gases o líquidos muy fácilmente volátiles, que a veces se aprovechan como combustible en la misma operación; gasolinas bajas o petróleo ligero, que hierve por debajo de 200°C; petróleo de quemar, porción que destila entre 150 y 270 °C; aceites pesados de gasoil, de punto de ebullición

situados entre los 270 y 350 °C, y aceites pesados de *fueloil* y sólidos, de punto de ebullición superior a los 350°C, que quedan en la caldera. Estas últimas fracciones por el proceso de *cracking* (voz inglesa, *rotura violenta*), consistente en situar a alta temperatura y presión una sustancia macromolecular, hasta conseguir la división de sus moléculas en otras más sencillas. Así se obtienen gasolinas a partir de las fracciones de punto de ebullición superior a los 300°C. La industria del petróleo ha experimentado un gran desarrollo y por ello se ha intensificado su búsqueda en el mar, principalmente en las proximidades del golfo de México y en el mar del Norte. Se considera, actualmente, la fuente principal para la obtención de productos plásticos, caucho sintético, revestimientos protectores (lacas), fibras y detergentes sintéticos y numerosos aditivos que se utilizan en la industria de los aceites, incluyendo el plomotetraetilo y diversos antioxidantes. El petróleo puede llegar a revolucionar la industria. En la alimentaria, p. ej., se están realizando diversos trabajos científicos para obtener alimentos a partir de cultivos de microorganismos en el petróleo. El enorme consumo actual de petróleo hace prever para un futuro relativamente próximo el agotamiento de los yacimientos hoy conocidos, que son indudablemente la gran mayoría de los existentes en la superficie terrestre.

La energía nuclear: la que se obtiene por fusión de núcleos atómicos adecuados en los reactores nucleares.

Uno de los avances más espectaculares de la ciencia en este siglo es el descubrimiento de la energía nuclear. Gran parte de su espectacularidad se debe a la inmensa cantidad de trabajo que se puede obtener mediante el empleo de muy poca materia; sin embargo, lo que resulta más fascinante es estudiar cómo se produce esta energía.

En la actualidad, el uso de esta energía está rodeado de polémica. Por un lado están sus beneficios: 1º) el combustible necesario para producir una determinada cantidad de energía es mucho menor que con otros sistemas; 2º) una central nuclear funcionando correctamente no produce emisión de gases contaminantes, como es el caso de las centrales de carbón y petróleo, que producen gran cantidad de dióxido de carbono. Pero también hay inconvenientes: los residuos producidos por este tipo de centrales son altamente radiactivos y si su manejo no es correcto pueden provocar grandes daños a personas, animales y plantas.

La tecnología necesaria para la fabricación de este tipo de sistemas es mucho mayor que la empleada en otros tipos, como los que emplean carbón, gas, petróleo o energías naturales, como embalses de agua, viento y energía solar. Los niveles de precisión son, en muchos casos, tan sofisticados como los manejados en la construcción de naves espaciales.

Energías renovables:

Energía solar: la procedente del Sol que nos llega en forma de radiaciones electromagnéticas.

La energía solar es, probablemente, la más conocida de las energías alternativas a nivel del público en general. La investigación sobre esta fuente de energía fue de las primeras en empezar, y debido a ello existe una gran diversidad de sistemas de aprovechamiento de la misma.

El principal problema que plantea este tipo de energía es, evidentemente, el Sol. Para que las instalaciones sean rentables, es necesario disponer de una zona en la que el Sol ilumine durante la mayor parte del año. Esto hace impracticable el uso de energía solar en los países nórdicos como Suecia o Noruega. En cambio, en España, y sobre todo en la zona sur, puede aprovecharse con gran éxito.

Energía fotovoltaica: como su propio nombre indica, este sistema se encarga de convertir la luz del Sol («foto») en energía eléctrica («voltaica»). El nombre se emplea, específicamente, para denominar al sistema que hace esta conversión por medios puramente electrónicos. El componente principal de todos los sistemas de energía fotovoltaica es la *célula solar* de silicio.

Ventajas del sistema fotovoltaico: esta tecnología ha sido muy estudiada y presenta la ventaja de que, en su

versión más sencilla, no posee partes móviles o propensas a romperse. Estos factores la hacen ideal para los lugares poco accesibles o en los que no exista personal constantemente. Como ejemplos pueden indicarse los faros marinos y los puestos automáticos de socorro de algunas autopistas. En ambos casos las células solares fotovoltaicas evitan el tendido de costosos cables de alimentación.

Los sistemas basados en *paneles fotovoltaicos* pueden crecer de forma modular con modificaciones muy sencillas a la estación existente previamente. De este modo pueden pasar de un solo panel para uno de los puestos mencionados anteriormente, a varios cientos para fábricas y otras instalaciones a gran escala.

Inconvenientes de dicho sistema: como desventajas principales del sistema se pueden señalar dos. En primer lugar, aunque el silicio es barato –es el constituyente principal de la arena de todas las playas– el proceso de creación de las obleas finales es muy complejo y caro. Los precios de obtención en fábrica dan un coste aproximado de 8000 pesetas por kilo, excesivamente elevado para aplicaciones industriales. Por otra parte el rendimiento obtenido de la luz solar no es muy elevado si se le compara con el terreno que ocupa; aproximadamente se produce energía eléctrica por un valor de un 13 % de la energía solar recibida.

En la actualidad se hallan en estudio diversos sistemas que posean un coste de fabricación más barato, como los que emplean silicio amorfo sin estructura cristalina única, que evitan la costosa fase de cristalización. Pero por los rendimientos obtenidos no superan a las células convencionales.

Energía solar por colector: las ondas electromagnéticas provenientes del Sol son absorbidas por todas las superficies expuestas a él. Esta energía que reciben los cuerpos se convierte en luz en el caso de las células fotovoltaicas, se emplea en la descomposición de compuestos químicos, como en el caso de la fotosíntesis, o en la mayoría de los casos, se transforma en calor.

Los sistemas de *colector solar* aprovechan este calor y lo emplean en el *calentamiento* de un líquido. Se pueden dividir en sistemas sin concentración y sistemas con concentración. En los *sistemas con concentración* la luz solar se concentra por medio de lentes o espejos sobre la zona a calentar, lo que permite obtener rendimientos muy elevados. En los *sistemas sin concentración*, en cambio, la zona a calentar se expone directamente al Sol y sin elementos auxiliares, lo que se traduce en un rendimiento inferior, pero también en una mayor facilidad de construcción y menos posibilidades de fallos técnicos.

Energía eólica-solar: este generador se puede definir en realidad como un sistema de aprovechamiento solar, ya que en este caso se emplea la energía del Sol y se la transforma en viento, que a su vez es empleado para generar energía eléctrica.

El dispositivo, también llamado *columna ciclónica* artificial, consta de una gran superficie de terreno cubierta de plástico transparente. En el centro de este área se sitúa una columna hueca de gran altura (100 a 200 metros) denominada columna Venturi y en su parte superior se instala un rotor dispuesto de forma que aproveche las corrientes de aire que asciendan por la columna.

El funcionamiento es como sigue: el Sol, por *efecto invernadero*, calienta el aire situado debajo del techo de plástico. El calor adquirido por las moléculas de aire no se escapa al exterior, ya que el plástico es opaco a los rayos infrarrojos que desprenden dichas moléculas. La temperatura, por tanto, se eleva considerablemente. Como el aire caliente tiende a ascender, se produce un *flujo de aire* hasta la columna central. Dado el estrecho diámetro de esta columna, la ascensión se produce a gran velocidad, creando un efecto de *ciclón* y moviendo el generador superior.

Para que el sistema sea realmente efectivo, es necesario que el área de calentamiento sea lo suficientemente grande para proporcionar el suficiente volumen de aire y que la altura de la torre sea también elevada. En Manzanares (Ciudad Real) existe un dispositivo de este tipo con un diámetro de la superficie de 250 metros, que suponen 200 000 m² y una altura de torre de 200 metros. El sistema es capaz de proporcionar 100 kW.

Ventajas de los sistemas eólicos-solares: la sencillez del sistema da una buena fiabilidad. La única pieza móvil es el generador, que además no necesita de dispositivos de orientación.

Inconvenientes: el rendimiento obtenido por unidad de superficie es muy bajo, ya que la misma potencia se puede conseguir con sistemas que empleen una superficie de terreno mucho menor.

Energía geotérmica: el interior de la *corteza terrestre* no es, como pudiera parecer en un principio, frío e inmóvil. Al contrario, en el interior de nuestro planeta existen grandes cantidades de energía en constante movimiento. Un buen ejemplo de este hecho lo constituyen los *volcanes* y los *terremotos*. Ambos son originados en una zona situada debajo de la corteza terrestre o *sial* denominada *sima*. Esta zona se halla a una profundidad aproximada de unos 50 km y su temperatura es de más de 1 000 °C. La corteza terrestre tiene que aumentar gradualmente su temperatura con la profundidad, siendo este aumento de aproximadamente un grado cada 37 metros.

Los *sistemas geotérmicos* de obtención de energía pretenden aprovechar dicho aumento de temperatura para convertirla en fuerza de trabajo útil para el ser humano. El fundamento del sistema es similar al de los métodos de energía solar por turbina. Se calienta un fluido hasta que alcanza una temperatura muy elevada y adquiere una gran energía. Dicha energía se emplea para mover una turbina que es la productora final de electricidad.

Aunque en la actualidad no existe ningún sistema de este tipo funcionando a nivel industrial, se están realizando diversos prototipos que permitirán medir mejor los rendimientos que se puedan obtener.

El esquema básico de una central de aprovechamiento geotérmico consta de una *perforación* de gran profundidad en la corteza terrestre. Esta perforación debe tener varios kilómetros para llegar a una zona con temperatura suficiente. A cinco kilómetros, la temperatura aproximada es de 150 °C. En la perforación se introducen dos tubos desde la superficie. Una vez instalados, por el primero se inyecta agua fría. Al llegar al fondo, el agua se calienta y sube por la segunda tubería. En el extremo de ésta se ha dispuesto una turbina que es movida por el chorro de agua caliente. Una vez utilizada el agua y ya enfriada, se vuelve a introducir por la primera tubería para formar un circuito cerrado.

El sistema es, teóricamente, de los mejores existentes. La necesidad de piezas móviles se reduce a la turbina, con lo que esta ausencia de mecánica aumenta la resistencia del sistema. La fuente de energía está asegurada continuamente. Al contrario que el Sol y el viento, que pueden aparecer y desaparecer, el calor del interior de nuestro planeta es constante y no sufre variaciones ni con las estaciones del año ni con la hora del día.

La construcción práctica de la estructura necesaria para crear un sistema de este tipo está prácticamente resuelta. El principal problema consistiría en la perforación de la roca hasta la suficiente profundidad. Este punto está resuelto debido a que para obtener petróleo se han tenido que desarrollar sistemas capaces de perforar hasta cuatro y cinco kilómetros.

El problema real radica en la propia naturaleza de la roca en la que se realiza la perforación. En todos los sistemas desarrollados por el hombre, se utiliza un metal para conducir el calor debido a la poca resistencia que opone al paso de éste. La roca, en cambio, es un conductor bastante malo. En el proceso de calentamiento del agua se produce una transferencia de calor de un cuerpo al otro y la roca pierde las calorías que transfiere. Esto implica que para poder funcionar constantemente debería ser capaz de *absorber calor* de la sima con la misma rapidez con que se lo da al agua. Esto no es cierto y una vez enfriada tarda en volver a calentarse. En los experimentos realizados el sistema funcionaba durante un intervalo de tiempo, pero posteriormente se paraba y permanecía detenido hasta que la roca volvía a recibir las calorías suficientes.

Estas deficiencias hacen imposible su explotación en gran escala. No obstante, existen determinadas zonas en las que sí es posible por las condiciones especiales que se presentan. Uno de estos casos es la isla española de

Lanzarote, famosa por su actividad volcánica y en la que es posible encontrar a muy poca profundidad temperaturas sumamente elevadas, del orden de cientos de grados. En este caso la poca profundidad necesaria y la alta temperatura a la que se halla todo el subsuelo de la zona hacen más viable la aplicación de este sistema.

Energías marinas: la energía contenida en los mares y océanos de la Tierra es prácticamente incalculable. Éstos ocupan las tres cuartas partes del planeta y están repletos de recursos animales, vegetales, minerales y energéticos. De éstos, sólo se conoce una pequeña parte y se usa un porcentaje mucho menor aún.

Energéticamente el océano está prácticamente sin explotar; sin embargo, se calcula que puede ser el origen de la mayor parte de la energía que consumamos en el siglo XXI. En la actualidad se investiga sobre dos fenómenos: las mareas y el oleaje. Cada uno de ellos por su parte ofrece grandes expectativas.

Energía a partir de las mareas: las mareas están producidas por la Luna. Nuestro satélite, debido a su masa y proximidad, ejerce una considerable atracción gravitatoria sobre todos los objetos de la Tierra. Pero es el agua, por ser un líquido con poca viscosidad, uno de los más afectados. Cuando la Luna se halla «encima» de un océano, su gran masa atrae al agua. Esto provoca una *elevación del nivel del mar*, elevación que en algunos lugares es sólo de pocos centímetros, mientras que en otros llega a varios metros. Cuando la Luna se aleja, esta atracción se desplaza a otro punto de la superficie marina y la nueva subida de agua provoca el descenso en el punto anterior.

Este proceso de subida de marea se produce dos veces al día, produciéndose a continuación otras dos bajadas de marea. Todo el ciclo va variando de hora lentamente durante todo el año. También varía, por la inclinación de la Tierra con respecto al eje de giro, la altura de la marea. Estas variaciones eran conocidas desde tiempos inmemoriales y su predicción se hace sencillamente con la ayuda de unas pequeñas tablas.

El aprovechamiento de la energía contenida en las mareas pretende realizarse aplicando una variación de otro sistema ampliamente utilizado en los ríos: los *embalses*.

Los embalses tradicionales se colocan en puntos especialmente seleccionados del curso del río. La situación se elige para que el muro de contención del embalse ocupe lo menos posible y el agua embalsada cubra el mayor área posible junto con una gran altura. Para producir electricidad se coloca una turbina en la parte inferior del muro de contención, de modo que sus palas se mueven por medio de un chorro proveniente del embalse. Este chorro sale por un conducto situado en la parte inferior del muro y posee una gran fuerza debido al peso de los millones de litros de agua embalsada. Esta solución es eficaz y se emplea en multitud de sitios. Sin embargo, existen problemas para hallar una zona de terreno con unas características orográficas especiales, es decir, con una forma especial que pueda ser válida para dicho propósito. Además están los problemas sociales que acarrea el hecho de inundarla de agua, desplazamiento de población, pérdida de otros recursos, etc.

La nueva idea que se está ensayando es construir grandes *embalses* en el mar que empleen la acción de las mareas. Básicamente consiste en atrapar en dichos embalses las aguas de las mareas cuando suben y retenerlas mientras que descienden a su nivel mínimo. En dicho momento existe una *energía potencial* acumulada en el agua contenida en el embalse que se emplea para mover las turbinas.

Aunque los dos sistemas poseen similitudes en su forma de funcionar, el sistema de construcción y la forma de funcionamiento son totalmente distintas. En las presas que se construyen en los ríos, el muro se construye en el desfiladero existente entre dos montañas y es estrecho y elevado para poder retener el mayor nivel de agua posible. Esta barrera se construye de hormigón macizo y en su parte inferior se sitúan los conductos de salida de agua a la turbina.

Las *centrales maremotrices* –movidas por el mar– que embalsan el agua de las mareas no se construyen muy altas. Como se ha comentado, la diferencia máxima entre marea alta y marea baja es de algunos metros,

siendo esta altura la que se puede embalsar. En lugar de edificar en altura, estos sistemas crecen en anchura, constituyendo auténticos cercados para el mar que pueden llegar a medir varios cientos de metros.

Su constitución física no es maciza. Cuando la marea está alta el muro de la presa debe hacerse desaparecer para que el agua entre en ella. Esta desaparición del muro se consigue, normalmente, construyéndolo a base de *compuertas* con movimiento vertical situadas entre dos pilares. La presa se construye con varios módulos similares y las compuertas se levantan accionadas con motores controlados desde una central.

Cuando el nivel interior llega a un máximo se vuelven a bajar las compuertas, cerrando totalmente el recinto de la presa. Por último, durante la bajamar se abren unos conductos considerablemente más pequeños que direccionan el flujo de agua de salida hacia las palas de la turbina. Debido a la menor altura alcanzada por el agua y de acuerdo con el *principio de Pascal*, la velocidad con que sale agua en este caso es menor que en los embalses. Pero en cambio la superficie es mucho mayor, lo que permite instalar un número superior de turbinas, de modo que la energía combinada puede ser igual o superior que en dicho caso.

La instalación de estos sistemas se hace en zonas de poca profundidad y que por su forma geográfica se adapten mejor a la tarea a realizar. Por ejemplo, golfos, ensenadas, etc.

Energía a partir de las olas: el oleaje es el otro fenómeno físico marino que se está estudiando para la obtención de energía. En este caso, las tareas de investigación se hallan totalmente a nivel de realización de prototipos para determinar la rentabilidad real de estos sistemas. Según los estudios, el aprovechamiento se haría disponiendo una larga red de *boyas flotantes* sujetas a unos ejes fijos que les permitirían girar alrededor de ellos. Estas boyas están diseñadas con una forma tal que al chocar el frontal de la ola contra ellas se desplazarán fácilmente hacia atrás, recuperando su posición inicial después del paso del agua. Unido a cada boya se hallaría un generador de electricidad activado por el movimiento.

Este sistema presenta una gran cantidad de dificultades. En primer lugar, el fenómeno del oleaje no es tan estable como otros y puede sufrir variaciones importantes. Además, por debajo de cierta amplitud la ola no produciría movimiento ni, por tanto, energía. En el otro extremo, si el oleaje es excesivo se podrían dañar los mecanismos. Estas limitaciones hacen que su aplicación práctica sea bastante dudosa, o por lo menos, limitada a zonas muy específicas donde las condiciones del mar sean bastante estables y adecuadas al sistema.