



Ámbito científico tecnológico

Educación a distancia semipresencial

Módulo 3

Unidad didáctica 7

Energía II

Índice

1.	Introducción.....	3
1.1	Descripción de la unidad didáctica	3
1.2	Conocimientos previos	3
1.3	Criterios de evaluación	4
2.	Secuencia de contenidos y actividades	5
2.1	Fuentes de energía	5
2.1.1	Fuentes de energía no renovables.....	7
2.1.2	Fuentes de energía renovables.....	25
2.2	Formas de intercambio de energía: trabajo y calor	47
2.2.1	Efecto del calor en los cuerpos: variación de la temperatura.....	47
2.2.2	Efecto del calor en los cuerpos: cambios de estado	51
2.2.3	Efecto del calor en los cuerpos: dilatación	53
2.2.4	Transmisión de la energía térmica	56
2.3	Transformaciones de energía. Energía eléctrica.....	62
3.	Actividades finales	79
4.	Solucionario.....	82
4.1	Solucionario de actividades propuestas	82
4.2	Solucionario de actividades finales	87
5.	Glosario.....	89
6.	Bibliografía y recursos	90
7.	Anexo. Licencia de recursos.....	91

1. Introducción

1.1 Descripción de la unidad didáctica

La evolución de la humanidad estuvo siempre determinada por su capacidad para obtener la energía precisa para sus actividades cotidianas. Desde el descubrimiento del fuego hace 790.000 años, no sólo nos preocupamos de obtener energía de una u otra manera sino también de cómo almacenarla y transformarla para utilizarla en las más diversas aplicaciones. Somos conscientes de que la energía está en la naturaleza, nosotros debemos ser capaces de captar dónde se oculta y de qué manera podemos extraerla. En la actualidad podemos hablar de por lo menos hasta 10 fuentes de energía diferentes que analizaremos en esta unidad. Pero no todo termina aquí, la humanidad es cada vez más consciente de que no podemos exprimir los recursos naturales ya que no todos son ilimitados, por eso se distingue entre fuentes de energía que se pueden agotar y las que no, entre tipos de energías limpias y contaminantes, las que deterioran el medio ambiente y las que lo respetan. Cada vez es más frecuente oír hablar de desarrollo sostenible, es necesario que este mensaje cale ya en todos los ámbitos de la sociedad, existen claras evidencias de que la salud de nuestro planeta corre graves riesgos. Analizaremos los distintos tipos de fuentes de energía y las ventajas y los inconvenientes que presentan.

Una vez detectada una fuente de determinado tipo de energía, nuestro siguiente reto es cómo transformarla para hacerla utilizable y obtener el máximo rendimiento. Veremos cómo se relaciona el trabajo con el calor como una forma de intercambio de energía que produce variaciones térmicas, que, a su vez, pueden ser aprovechadas para acometer transformaciones en la propia naturaleza de las sustancias.

Quizás el principal tipo de energía que además es la más limpia y que proporciona un mayor rendimiento es la energía eléctrica. Por eso el gran reto que se presenta para generaciones próximas es cómo transformar cualquier otro tipo de energía en eléctrica de la manera más limpia y más eficaz. Tenemos que mejorar los centros de generación, hacerlos menos contaminantes y sostenibles, encontrar mecanismos de transporte más eficaces y elementos de consumo en los hogares mucho más eficientes.

1.2 Conocimientos previos

- Hace falta repasar los contenidos del Módulo II en la unidad 7 relativos a la energía, tipos y transformaciones.

- De este mismo Módulo III, en la unidad didáctica 6, la relación entre el calor y el trabajo será la misma que se utilice en esta unidad y por lo tanto nos remitiremos a ella.
- De la unidad didáctica 6 anterior, repasar los conceptos de energía cinética y potencial gravitacional.

1.3 Criterios de evaluación

- Identificar y comparar las diferentes fuentes de energía empleadas en la vida diaria en un contexto global que implique aspectos económicos y medioambientales.
- Valorar la importancia de realizar un consumo responsable de las fuentes energéticas.
- Relacionar cualitativa y cuantitativamente el calor con los efectos que produce en los cuerpos: variación de temperatura, cambios de estado y dilatación.
- Relacionar los conceptos de energía, calor y temperatura en términos de la teoría cinético-molecular y describir los mecanismos por los que se transfiere la energía térmica en diferentes situaciones cotidianas.
- Interpretar los efectos de la energía térmica sobre los cuerpos en situaciones cotidianas y en experiencias de laboratorio.
- Describir la forma en que se genera la electricidad en los distintos tipos de centrales eléctricas, así como su transporte a los lugares de consumo.
- Valorar el papel de la energía en nuestras vidas, identificar las diferentes fuentes, comparar su impacto medioambiental y reconocer la importancia del ahorro energético para un desarrollo sostenible.

2. Secuencia de contenidos y actividades

2.1 Fuentes de energía

La energía está inmersa en la propia naturaleza, independientemente de la imaginación humana. En ocasiones se nos muestra y somos capaces de desarrollar los recursos necesarios para su aprovechamiento, hablamos entonces de una nueva fuente de energía. Las fuentes de energía son elaboraciones naturales más o menos complejas de las que el ser humano puede extraer energía para realizar un determinado trabajo u obtener alguna utilidad. Desde la Prehistoria, cuando la humanidad descubrió el fuego para calentarse y asar los alimentos, pasando por la Edad Media en la que construía molinos de viento para moler el trigo, hasta la época moderna en la que se puede obtener energía eléctrica mediante la fisión de los núcleos del átomo, o utilizando materiales capaces de transformar la energía radiante del Sol, la humanidad busca incesantemente fuentes de energía de las que sacar algún provecho: fueron los combustibles fósiles. Por una parte, el carbón para alimentar las máquinas de vapor industriales y de tracción ferrocarril así como los hogares, y por otra, el petróleo y sus derivados en la industria y el transporte (principalmente el automóvil), aunque estas convivieron con aprovechamientos a menor escala de la energía eólica, hidráulica, la biomasa etc.

Evolución de las principales fuentes de energía hasta nuestros días	
	El descubrimiento del fuego se estima hace 790.000 años.
	En la Edad Antigua y en la Edad Media en los molinos de viento.
	También la energía hidráulica en las edades Antigua y Media.
	El auge del carbón en la Primera Revolución Industrial (S. XVIII).

 <p>¡La primera central hidroeléctrica en Bilbao, 1901!</p>	<p>La primera dinamo para generar energía eléctrica es de 1832. En España la primera central hidroeléctrica data de 1901.</p>
	<p>La primera central nuclear fue construida en Obninsk, URSS, en 1954.</p>
	<p>El primer panel solar fue utilizado en 1958 en el satélite norteamericano Explorer I.</p>

Pero este modelo de desarrollo, con todo, está abocado al agotamiento de los recursos fósiles, sin posible reposición, pues serían necesarios períodos de millones de años para su renovación. La búsqueda de fuentes de energía inagotables y el intento de los países industrializados de fortalecer sus economías nacionales reduciendo su dependencia de los combustibles fósiles, concentrados en territorios extranjeros tras la explotación y casi agotamiento de los recursos propios, los llevó a la adopción de la energía nuclear, y en aquellos con suficientes recursos hídricos, al aprovechamiento hidráulico intensivo de sus cursos de agua. A finales del siglo XX se comenzó a cuestionar el modelo energético imperante por dos motivos: los problemas ambientales suscitados por la combustión de combustibles fósiles, como los episodios de *smog* de grandes urbes como Londres (1952) o Los Ángeles (1943), o el calentamiento global del planeta. Los riesgos del uso de la energía nuclear puestos de manifiesto en accidentes como Chernóbil o más recientemente lo de la central de Fukushima en Japón (2011) hacen que el desarrollo de nuevas fuentes de energía vaya estrechamente ligado al concepto de “sostenible”, es decir, fuentes que no sean agotables y que por otra parte no produzcan daños irreversibles en el medio ambiente. Es por eso que cuando nos referimos a fuentes de energía distinguimos entre fuentes de energía renovables y no renovables.

Actividades propuestas

- S1. Explique en qué consiste una fuente de energía. ¿Qué diferencia hay entre tipos de energía y fuentes de energía? Cite alguna fuente de energía y algún tipo de energía.

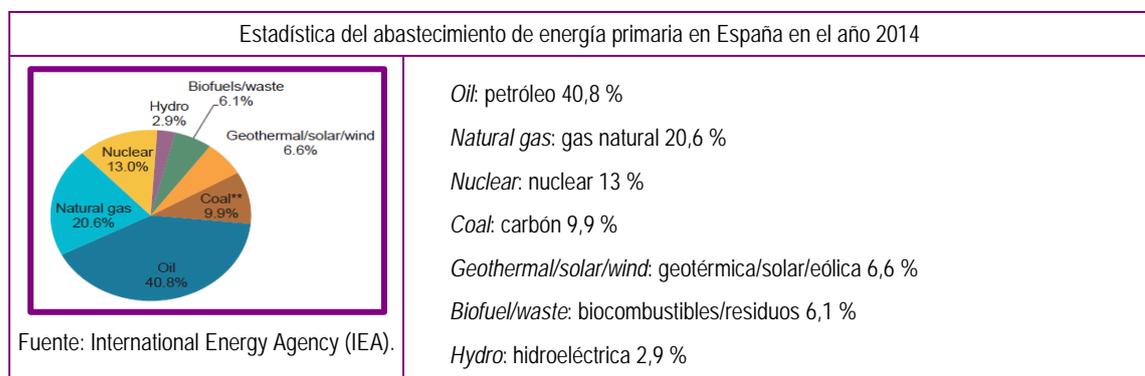
2.1.1 Fuentes de energía no renovables

Las fuentes de energía no renovables son aquellas que se encuentran de forma limitada en el planeta y cuya velocidad de consumo es mayor que la de su regeneración.

Además este tipo de fuentes de energía son contaminantes, ya que generan gases que se emiten a la atmósfera o bien residuos que son muy difíciles de eliminar. En la actualidad son estos tipos de energía las que utilizamos de una manera masiva. Se pueden clasificar como:

- Los combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas natural y gas licuado del petróleo GLP).
- La energía nuclear (fisión y fusión nuclear).

En el siguiente cuadro se aprecia cómo el consumo de energías no renovables en el año 2014 en España es muy superior al de las energías renovables.

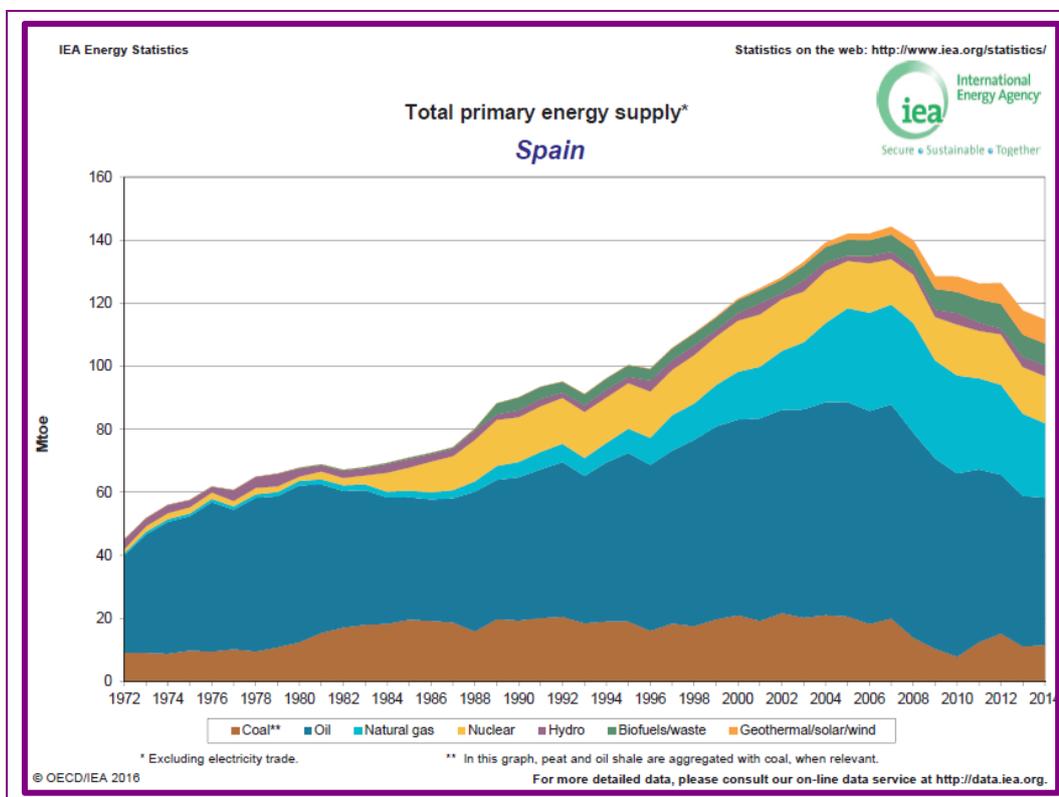


Actividades propuestas

S2.La IEA (International Energy Agency) publica en su página web (<https://www.iea.org/stats/WebGraphs/SPAIN5.pdf/>) las estadísticas del consumo energético de los diferentes países, tanto si son miembros de este organismo como si no lo son. El gráfico siguiente muestra la evolución del suministro de energía primaria en España hasta el año 2014. Podemos analizar la gráfica y hacernos muchas preguntas:

- ¿Qué unidades se usan en el eje vertical? ¿Qué son *Mtoe*?
- ¿A partir de qué año empiezan a usarse en España fuentes de energía como los biocombustibles y residuos?
- ¿Cuándo empieza a usarse la energía geotérmica en España?
- Podemos apreciar que a partir del año 2007 se produce un notable descenso de la demanda de energía en España. ¿A qué cree que puede ser debido?

- e) La anchura de cada banda representa la cantidad demandada de cada uno de los tipos de energía. Puede calcular el porcentaje de cada uno de ellos para el año 2007, justo cuando se alcanza el mayor pico, y compararlo con los datos para el año 2014 reflejados en el texto.
- f) Uno de los planes de la Comunidad Europea es una progresiva reducción del consumo de carbón. ¿Puede notarse este efecto en la gráfica?



Los combustibles fósiles

Los combustibles fósiles son aquellos combustibles que provienen de un proceso de descomposición parcial de la materia orgánica. Se originan por un proceso de transformación de millones de años de plantas y vegetales (son el caso del petróleo, el carbón y el gas natural).

Se trata de fuentes de energía primarias ya que se pueden obtener directamente sin transformación.

¿Cómo se generan estos combustibles fósiles?

Se trata de un proceso de transformación de millones de años debido a la presión y temperatura que varias capas de sedimentos ejercen sobre la materia orgánica en el interior de la Tierra.

Se originaron de forma natural por un proceso de fosilización en anoxia (falta de oxígeno) ambiental: la materia orgánica no se degradó por la acción de

microorganismos (que no pueden vivir), sino que permanece en forma de moléculas orgánicas más complejas, sólidas (carbón), líquidas (petróleo) o gas (gas natural). La energía de estas moléculas es la que se libera cuando los utilizamos como combustibles.

Este proceso de millones de años es lo que convierte los combustibles fósiles en una fuente de energía no renovable, ya que se consumen mucho más rápido de lo que se generan.

¿Cuál es la importancia que tienen los combustibles fósiles?

Los combustibles fósiles tienen un alto poder calorífico que los convierte en una muy importante fuente de energía útil para generar energía térmica. Su uso permitió un gran crecimiento económico y demográfico ligado a la Revolución Industrial del siglo XIX. En la actualidad son fundamentales para nuestra economía. En la gráfica anterior, ya vimos que en 2014 la combustión de carbón, petróleo y gas natural representó 71,3 % de la energía primaria.

Consecuencias del uso de los combustibles fósiles

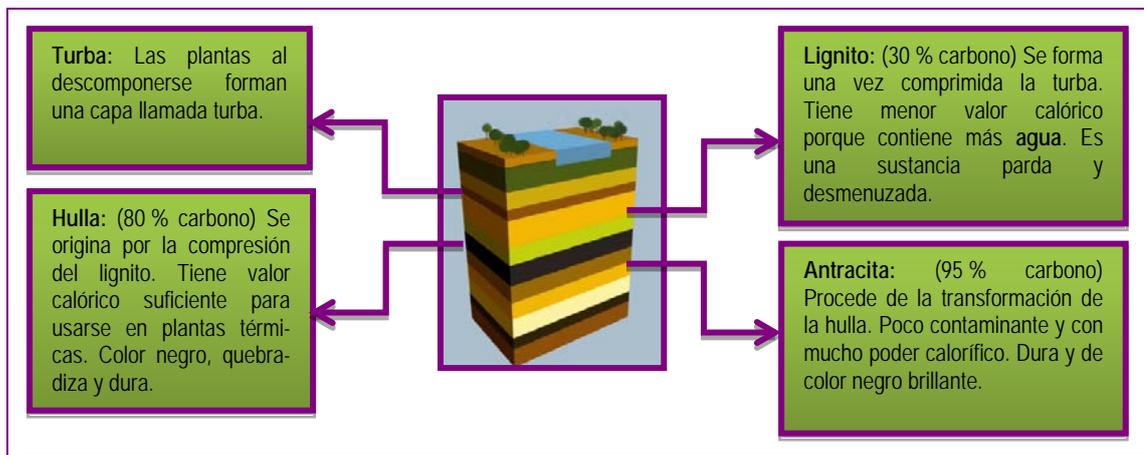
Los combustibles fósiles son altamente impopulares por los grupos ecologistas. Su combustión genera gran cantidad de gases. Estos gases se convierten en una de las principales fuentes de contaminación atmosférica puesto que contribuyen a aumentar el efecto invernadero y, en consecuencia, al calentamiento global. A día de hoy, el uso de los combustibles fósiles supone un importante problema de sostenibilidad, tanto por motivos ambientales, como económicos (los recursos del planeta son limitados y algún día se agotarán).

El carbón

Origen: El carbón o carbón mineral es una roca sedimentaria de color negro, muy rica en carbono (entre un 50 % en masa o un 70 % en volumen) y con cantidades variables de otros elementos, principalmente hidrógeno, azufre, oxígeno y nitrógeno. Otros constituyentes del carbón son la materia mineral (silicatos varios) y minerales carbonatados (siderita, calcita y aragonito). La pirita es un mineral con azufre muy común en los carbones. También puede contener pequeñas cantidades de metales, como el hierro, uranio, cadmio y, en cantidades muy escasas, oro.

La mayor parte del carbón se formó durante el período Carbonífero (con una antigüedad de 359 a 299 millones de años).

Los carbones se pueden clasificar por el porcentaje en carbono que contienen, que está relacionado con el porcentaje de humedad y de impurezas. Según este criterio se pueden distinguir turba, lignito, hulla y antracita.



Historia del uso del carbón: Las Islas Británicas (especialmente ricas en carbón y donde se inició la Revolución Industrial) son el primer lugar estudiado donde se detecta el uso de este combustible fósil.

Allí, en el tercer milenio a. C. se comprobó que era un componente de piras funerarias, y hacia el año 200 a. C. hay evidencias, en la misma zona, de actividad comercial y de ser usado para desecar cereales. Bajo la dominación romana hay menciones del uso esporádico del carbón, pero hasta la Edad Media no adquirió una importancia relevante.



El primer carbón utilizado era simplemente recogido de la playa. Cuando se agotó esta fuente, se tuvo que pasar a la minería del carbón. Se empezó a usar masivamente a finales del siglo XVIII con las primeras aplicaciones de la máquina de vapor, tanto en la industria como en el transporte, sobre todo en trenes y barcos.

En el siglo XX, con el alza de su precio, se empezó a preferir el empleo de combustibles fósiles líquidos (derivados del petróleo) para el transporte. A partir de la mitad del siglo el uso de gas natural fue aumentando a favor del petróleo y del carbón en la industria. Con todo, aún en el siglo XXI se usa el carbón para la obtención de energía térmica (calor) y de electricidad en calderas industriales y centrales térmicas.

Uso del carbón: Se utiliza principalmente como combustible fósil por su elevado poder calorífico gracias a que tiene un gran contenido de carbono, mayoritariamente como fuente primaria de calor en calderas industriales y para la obtención de electricidad en las cámaras de combustión de carbón (de lecho fijo o de lecho fluido) de las centrales termoeléctricas. El 75 % del carbón mundial se utiliza para producir electricidad. La eficiencia energética global de las centrales de carbón no es muy elevada, entre un 25 % y un 27 %.

También tiene otros usos más minoritarios, entre los que se encuentran, por ejemplo, los hornos de cemento y la elaboración de carbón de coque a partir de la hulla para producir acero.



Dos tecnologías con grandes perspectivas de futuro son la gasificación y la licuación del carbón. La primera es más antigua, se usaba ya en el siglo XVIII para obtener lo que entonces se llamaba gas de agua y actualmente tiene el interés de producir combustibles gaseosos de síntesis (gas natural sintético o GNS, hidrógeno, etc.), que pretenden ser más fáciles de almacenar y de transportar, además de ser más respetuosos con el medio ambiente que el carbón sólido. La licuación del carbón se empezó a hacer en Alemania durante la Segunda Guerra Mundial, para no depender del petróleo y sus derivados de los demás países, ya que no tenían yacimientos petroleros pero sí minas de carbón. A medida que el petróleo se agota en el mundo, esta técnica, directa o indirecta, se hace cada día más ventajosa, y además permite producir combustibles menos contaminantes y diseñados para que sean más aptos para el uso en la automoción. El combustible líquido obtenido por la licuación de carbón tiene el doble de potencia calorífica que el carbón usado para hacerlo.

Contaminación: Como otros combustibles fósiles, el carbón, al quemar, emite sobre todo al aire dióxido de carbono (CO_2), un contaminante atmosférico que se considera el principal gas productor del efecto invernadero. Además, su extracción hace aumentar el radón radiactivo del aire y, según como se haga, se puede contaminar el suelo y producir aguas residuales tóxicas si no son convenientemente tratadas.

Una central termoeléctrica de carbón produce también óxidos de nitrógeno (NO y NO_2) y dióxido de azufre (SO_2), causantes de la lluvia ácida. Los óxidos de nitrógeno además son tóxicos. El dióxido de azufre se puede reducir considerablemente mediante la desulfuración de los gases en la chimenea con caliza (CaCO_3), pero entonces se producen importantes residuos de yeso y dióxido de carbono. Este proceso no se suele hacer si no es obligado por ley, debido a su elevado coste económico. El yeso, cenizas y otras partículas sólidas emitidas a la atmósfera se

pueden reducir con electrofiltros en las chimeneas. La central también hace aumentar las series naturales de radiactivos atmosféricos, principalmente los de la familia del radón.

El petróleo

Origen: La principal teoría se sustenta en su origen fósil, fruto de la transformación de materia orgánica procedente de zooplancton y algas que, depositados en grandes cantidades en fondos, con falta de oxígeno, de mares o zonas de lagos del pasado geológico, fueron posteriormente enterrados bajo pesadas capas de sedimentos. Esta transformación química fue producida de forma natural debido al calor y a la presión, en sucesivas etapas. Estos productos ascienden hacia la superficie, por su menor densidad, gracias a la porosidad de las rocas sedimentarias. Cuando se dan las circunstancias geológicas que impiden el dicho ascenso (trampas petrolíferas como rocas impermeables, etc.) se forman entonces los yacimientos petrolíferos.

Con todo, son cada vez más voces las que se alzan en contra de esta teoría y abogan por su origen inorgánico. En el interior del manto terrestre, existen moléculas de hidrocarburos, principalmente metano y carbón en estado elemental, dióxido de carbono y carbonatos. La hipótesis abiótica sugiere que una gran cantidad de hidrocarburos hallados en el



Imagen del petróleo crudo

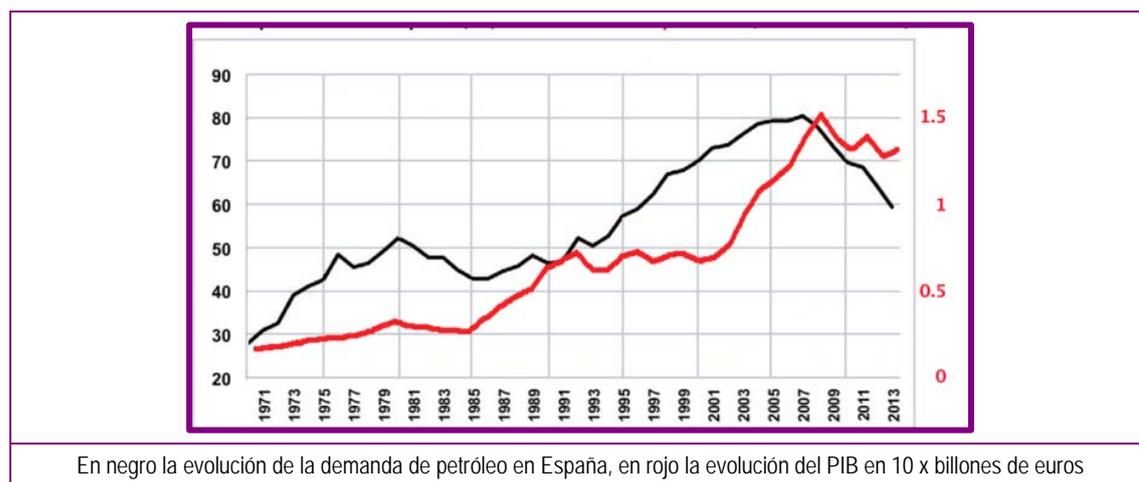
petróleo pueden ser generados por procesos inorgánicos y estos hidrocarburos pueden emigrar fuera del manto a la corteza terrestre hasta escapar a la superficie o permanecer atrapados por estratos impermeables, formando yacimientos de petróleo.

Sea cual fuere su origen, el resultado de estos procesos es una mezcla homogénea de compuestos derivados del carbono, principalmente hidrocarburos insolubles en agua que difieren mucho entre sí, pueden ser desde amarillentos y líquidos a negros y viscosos, con un olor muy fuerte y es altamente inflamable. También es conocido como petróleo crudo o simplemente crudo.

Historia del uso del petróleo: desde la antigüedad aparecía de forma natural en ciertas regiones, como los países de Oriente Medio. Hace 6.000 años, en Asiria y Babilonia se usaba para la construcción, para pegar ladrillos y piedras, también en medicamentos y para impermeabilizar las juntas entre las tablas en las embarcaciones. En Egipto se empleaba para engrasar pieles, y en China ya lo utilizaban como combustible. Las culturas precolombinas de México también lo usaban para pintar esculturas.

Es cierto que el uso masivo del petróleo no empezó hasta hace relativamente poco. En el siglo XIX ya se empleaba para obtener aceites fluidos que se utilizaban para la iluminación, en 1846 el canadiense Abraham Gesner obtuvo queroseno, y en 1859 se perforó el primer pozo en Pensilvania, obra de Edwin Drake.

Aunque se le atribuye la obtención de queroseno a Gesner, se cree que la primera destilación de petróleo la hizo el sabio árabe Al-Razi, inventor del alambique, en el siglo IX, obteniendo el preciado queroseno y otros destilados para usos médicos y militares. Estas técnicas fueron distribuidas a través del Califato de Córdoba por toda Europa.



Uso del petróleo: El petróleo constituye una significativa fuente de energía, de uso industrial y doméstico que genera grandes ingresos económicos a los países productores. El hallazgo y utilización del petróleo, la tecnología que soporta su proceso industrial y el desarrollo socioeconómico que se deriva de su explotación, son algunos de los temas que provocan un gran debate en la sociedad mundial. Debido a la importancia fundamental para la industria manufacturera y el transporte, el incremento del precio del petróleo puede ser responsable de grandes variaciones en las economías locales y provoca un fuerte impacto en la economía global. La mayor importancia del petróleo deriva de la gran cantidad de productos que se obtienen a partir de él como resultado de la refinación del petróleo o craqueo:

- *Gas natural:* formado por una mezcla de gases, entre ellos el propano y el butano, que son empleados como combustible y vendidos al público en bombonas.
- *Gasolina:* utilizada como combustible para automóviles y aviones.
- *Queroseno:* empleado como combustible para algunos motores y en la fabricación de lámparas rurales.
- *Gasóleo:* usado como combustible de motores diésel.

- *Aceite lubricante*: empleado para engrasar piezas de maquinarias.
- *Asfalto*: utilizado para pavimentar carreteras, impermeabilizar estructuras y fabricación de baldosas y tejas.
- *Residuos sólidos*: constituyen la base de una serie de productos como ceras minerales y cremas.
- *Caucho sintético*: usado en la industria automotriz.
- *Fertilizante*: empleado en el sector agrícola.
- *Detergentes, pinturas y barnices* para el uso del hogar.
- *Alcohol y otros productos químicos como parafinas, resinas, amoniacos*, empleados en numerosos procesos industriales.



El craqueo del petróleo consiste en una destilación a diferentes temperaturas en las que se van obteniendo diferentes productos.

Por todo ello la demanda de petróleo es cada vez mayor a pesar de los planes de los distintos gobiernos para ir reduciendo la demanda progresivamente. En la gráfica puede verse la demanda de petróleo en España comparada con el producto interior bruto, PIB, del país.

Contaminación: El petróleo tiene el problema de ser insoluble en agua y, por tanto, difícil de limpiar. Además, la combustión de sus derivados produce productos residuales: partículas, CO₂, SO_x (óxidos de azufre), NO_x (óxidos nitrosos), etc.

En general, los derrames de hidrocarburos afectan profundamente a la fauna y vida del lugar, razón por la cual la industria petrolera mundial debe cumplir normas y procedimientos estrictos en materia de protección ambiental.

Casi la mitad del petróleo y derivados industriales que se vierten en el mar son residuos que vuelcan las ciudades costeras. El mar, a veces, es empleado como un accesible y barato depósito de sustancias contaminantes.

Otros derrames se deben a accidentes que sufren los grandes barcos contenedores de petróleo, que por descuido transportan el combustible en condiciones inadecuadas.

De cualquier manera, los derrames de petróleo representan una de las mayores causas de la contaminación oceánica. Ocasionalmente ocasionan gran mortandad de aves acuáticas, pescados y otros seres vivos de los océanos, alterando el equilibrio del ecosistema. En las zonas afectadas, se vuelven imposibles la pesca, la navegación y el aprovechamiento de las playas con fin recreativo.

El gas natural

Origen: El gas natural, como los demás combustibles fósiles, se fue formando durante millones de años por la descomposición anaeróbica (sin oxígeno) de grandes cantidades de restos de organismos en descomposición depositados en el que entonces había sido el fondo del mar o de un lago. Con el paso del tiempo, la materia orgánica mezclada con barro quedó enterrada bajo capas pesadas de sedimentos, que la sometieron a alta presión y temperatura, sin aire, durante largo tiempo, lo que poco a poco la alteró químicamente. De esta descomposición se desprendieron gases, que llamamos gas natural, que consisten en una mezcla de gases más ligera que el agua, no tóxica, incolora y en principio inodora (se oloriza como medida de seguridad, para detectar escapes), en el que su principal componente es el metano (CH₄), una molécula sencilla formada por un átomo de carbono y cuatro átomos de hidrógeno, aunque contiene también otros hidrocarburos ligeros como el etano (C₂H₆), el propano (C₃H₈, componente principal del antiguo gas ciudad), el butano (C₄H₁₀, componente principal de las bombonas de gas para cocinas) o el pentano (C₅H₁₂) en mucha menor proporción.



El gas natural puede estar en forma totalmente gaseosa, llamada seca, o bien en forma húmeda, es decir, mezclado con hidrocarburos más largos, que se separan fácilmente como líquidos por compresión, refrigeración o absorción. El gas natural

seco es predominantemente metano (60 % - 95 %), pero puede contener cantidades apreciables de etano (5 % - 20 %) según la región donde se encuentre.

Historia del uso del gas natural: Se sabe que en China, en el siglo X, ya se explotaba el gas natural con fines prácticos. Cuando perforaban a grandes profundidades para buscar yacimientos de sal, encontraron bolsas de gas que canalizaron rudimentariamente con cañas de bambú. También en Occidente las civilizaciones griega y romana conocieron su llama. Los griegos se enteraron de la existencia de petróleo en el mar Caspio y relatan en sus escritos las grandes llamas que originaba el gas con que iba asociado. También Plutarco, cuando narra las conquistas de Alejandro Magno, detalla el descubrimiento de una fuente de fuego en Ekbatana. Plinio describe la existencia del gas natural, que prendía al acercarle una antorcha. Con todo, no parece que nadie intentara utilizar este combustible natural hasta que, mucho más tarde, con el desarrollo de la industria del gas manufacturado, se llegara a disponer de la tecnología adecuada para el aprovechamiento del gas natural.

En los primeros inicios del gas hay que destacar tres personajes y dos maneras de producir gas:

- El escocés Willian Murdock, que en 1792 consigue iluminar su casa con gas producido a través de carbón.
- El francés Lebon, que en 1801 estaba intentando aplicar el gas obtenido de la destilación de la madera para propósitos similares.
- El alemán Frederick Albert Winsor, que en 1804 presentó en Londres experimentos de iluminación con gas.

Con todo, fue Winsor quien en 1812 creó en Londres la “Gas Light and Coque Company”, la primera compañía de gas del mundo para proveer de iluminación pública con gas producido a través de carbón. En 1843 se funda la primera compañía de gas en España.

Uso del gas natural: El gas natural en el sector industrial y petroquímico puede ser utilizado como combustible o materia prima.

Como combustible se emplea en varios tipos de equipos, por ejemplo: hornos, secadores y calderas. En las industrias de cerámicas, cemento, metales y otras donde se requieren hornos, el aprovechamiento energético y el ahorro en el consumo son notorios cuando se utiliza gas natural.

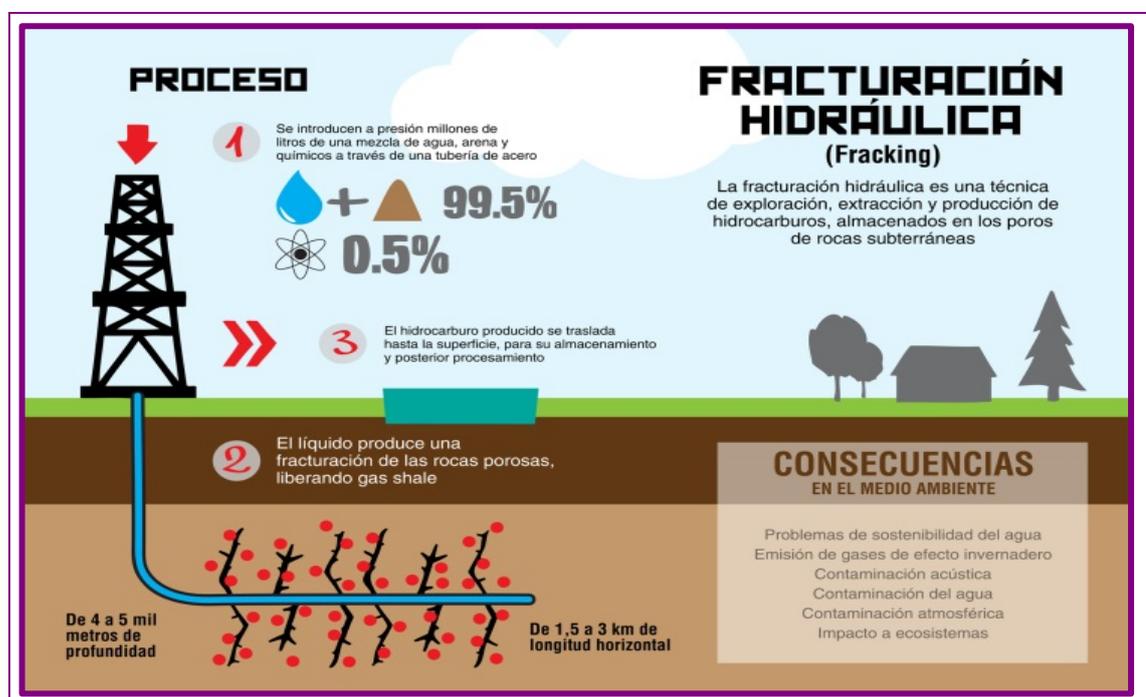
Como materia prima se utiliza en las industrias que requieren metano (principal componente del gas natural) en sus procesos. Algunos de los subproductos del metano son: monóxido de carbono, hidrógeno, metanol, ácido acético, anhídrido acético, entre otros.



Depósitos de gas natural de Reganosa en Ferrol

A nivel doméstico el gas natural, se usa para activar cocinas, hornos y marmitas, en condiciones de gran limpieza, así como en el calentamiento de agua sanitaria, climatización etc.

Contaminación: El gas natural está visto como un combustible mucho más limpio que el carbón y a veces se utiliza como su sustituto natural. Pero esta reputación positiva no es tan cierta como parece según varios informes y noticias, en los que se explica cómo el gas natural produce una gran contaminación cuando se realiza el proceso de extracción. Es justamente cuando se quema cuando es más limpio puesto que sus emisiones de gases son más bajas que los demás combustibles fósiles.



Hay que tener cuidado con cómo se valoran ciertos productos, ya que no solamente es el último tramo en el que no se evidencia esa contaminación producida, sino en todo el proceso. El *fracking* o fractura hidráulica es justamente donde se encuentra su momento más contaminante. El *fracking* consiste en crear fisuras en la roca para que parte del gas fluya al exterior y se pueda extraer de mejor forma luego desde un pozo. Además, el problema con el que cuenta este sistema es que se utilizan agentes químicos en esta parte de la producción que luego son emitidos a la atmósfera y que pueden provocar la contaminación del agua potable subterránea. Otro de los casos más graves del *fracking* es el incremento en la actividad sísmica, la mayoría asociados con la inyección profunda de fluidos.

Gas licuado del petróleo

El gas licuado del petróleo, GLP, (propano, butano y autogás) es una fuente de energía eficiente y sostenible, con un poder calorífico mucho más alto que los combustibles tradicionales, lo que significa que una llama de GLP produce mucho más calor que la de otras energías. Dada su relación efectividad-coste, puede representar cinco veces más eficiencia que los combustibles tradicionales. Tienen la propiedad de pasar a estado líquido a presiones relativamente bajas, propiedad que se aprovecha para su almacenamiento y transporte en recipientes a presión.

Combustible	kJ/g	kcal/g
Hidrógeno	141,9	33,9
Gasolina	47,0	11,3
Diésel	45,0	10,7
Etanol	29,7	7,1
Propano	49,9	11,9
Butano	49,2	11,8
Madera	15,0	3,6
Carbón (lignito)	15,0	4,4
Carbón (antracita)	27,0	7,8
Gas natural	54,0	13,0

Poder calorífico de diferentes combustibles
<https://es.slideshare.net/CesarRenteria2/combustibles-y-poder-calorifico>

Su presencia en el mercado energético, tanto en España como en Europa, contribuye a la protección de la salud humana y del medio ambiente gracias a sus bajos índices contaminantes.

Durante su combustión, los GLP generan un 36 % menos de emisiones de CO₂ (dióxido de carbono) que el carbón, un 15 % menos que la gasolina y un 10 % menos que el diésel.

Por ser una fuente energética baja en carbono, el gas licuado está siendo reconocido por los gobiernos de gran parte del mundo como un gran aliado en la lucha contra el cambio climático y el efecto invernadero.

El 60 % del gas licuado se genera durante la extracción de gas natural y tan sólo un 40 % se extrae del refinado de petróleo. Al ser un producto secundario natural, si no se utiliza, se pierde.

La energía nuclear. Fisión y fusión nuclear

La energía se puede obtener a través de dos tipos de reacciones nucleares: la fisión y la fusión nuclear. Llamamos **fisión nuclear** a la división del núcleo de un átomo. El núcleo se convierte en diversos fragmentos con una masa casi igual a la mitad de la masa original más dos o tres neutrones. En la otra reacción, la **fusión nuclear**, se produce la unión de dos núcleos de átomos ligeros, normalmente isótopos del hidrógeno, para dar un átomo más pesado.

Fisión nuclear

Cuando se produce la ruptura del núcleo del átomo pesado para originar dos más ligeros, la suma de las masas de estos dos fragmentos es menor que la masa original. Esta "falta" de masas (alrededor del 0,1 por ciento de la masa original) se convierte en energía según la ecuación de Einstein ($E = m \cdot c^2$). En esta ecuación E corresponde a la energía obtenida, m a la masa de la que hablamos y c es una constante, la de la velocidad de la luz: 299.792.458 m/s.

La fisión nuclear puede ocurrir cuando un núcleo de un átomo pesado captura un neutrón (fisión inducida), o puede ocurrir espontáneamente debido a la inestabilidad del mismo átomo (fisión espontánea).

La fisión inducida en realidad se trata de una fisión espontánea, la diferencia radica en que en este caso el primer núcleo de uranio se bombardea con lo que llamamos electrones lentos. Para entender la reacción que se produce, primero tenemos que recordar los números característicos de un núcleo atómico.

Un elemento químico se representa como A_ZX , donde tenemos que:

A es el número másico = número de protones más neutrones que contiene el núcleo.

Z es el número atómico = número de protones del núcleo = número de electrones en la corteza.

Entonces, si llamamos N al número de neutrones, tenemos: $A = N + Z$

Así que siempre podremos obtener el número de neutrones haciendo $N = A - Z$. En el caso del uranio existen varios isótopos que son ${}^{235}_{92}U$ con 92 protones y 143 neutrones y el ${}^{238}_{92}U$ con 92 protones y 146 neutrones.

Como el núcleo de un átomo de uranio contiene 92 protones, la fuerza repulsiva entre estos está a punto de vencer la fuerza nuclear que hace que el núcleo se mantenga unido, generada por el continuo movimiento de los neutrones dentro del núcleo. El núcleo de uranio-235 ya se encuentra bajo una tensión próxima a la rotura interna; un neutrón perdido que se le acerque puede romperlo completamente.



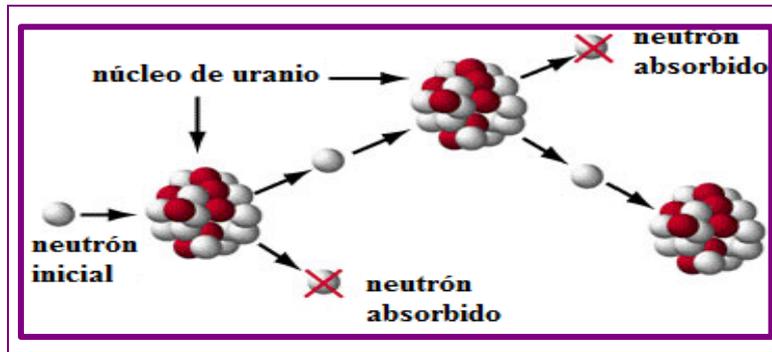
El uranio es el combustible nuclear más utilizado en las reacciones de fisión nuclear. Se trata de un elemento natural que se puede encontrar en la naturaleza. De todas formas, para poder utilizar el uranio en un reactor nuclear debe experimentar un cierto tratamiento.

Para las reacciones de fisión nuclear nos interesa esta combinación entre protones y neutrones que está tan al límite de vencer la fuerza nuclear. De este modo, con sólo añadir un neutrón al átomo, este explota y se divide generando otros neutrones que pueden chocar con otros átomos de uranio que también están al límite, provocando lo que llamamos una reacción en cadena. El problema que tenemos ahora es que el uranio 235 tan sólo lo encontramos en la naturaleza con un porcentaje del 0,7 %, el resto es uranio 238; por lo tanto, el primer paso es transformar el $^{238}_{92}\text{U}$ en $^{235}_{92}\text{U}$ mediante un proceso que llamamos enriquecimiento de uranio, que es técnicamente complejo y con un coste elevado.

Reacción en cadena	
	<p>Una reacción en cadena es un proceso mediante el cual los neutrones que se liberaron en una primera fisión nuclear producen una fisión adicional en por lo menos un núcleo más. Este núcleo, a su vez, produce neutrones, y el proceso se repite.</p> <p>Estas reacciones en cadena pueden ser controladas o incontroladas. Las reacciones controladas serían las reacciones nucleares producidas en centrales nucleares en las que el objetivo es generar energía eléctrica de forma constante. Las reacciones nucleares incontroladas se dan en el caso de armas nucleares.</p> <p>Si en cada fisión provocada por un neutrón se liberan dos neutrones más, entonces el número de fisiones se duplica en cada generación. En este caso, en 10 generaciones hay 1.024 fisiones y en 80 generaciones aproximadamente $6 \cdot 10^{23}$ fisiones.</p>

Aunque en cada fisión nuclear se producen entre dos y tres neutrones, no todos los neutrones están disponibles para continuar con la reacción de fisión; algunos se pierden. Si los neutrones liberados por cada reacción nuclear se pierden a un ritmo más rápido del que se forman por la fisión, la reacción en cadena no será autosostenida y se detendrá. Para que el proceso continúe indefinidamente tenemos que tener lo que llamamos masa crítica de un material fisionable, la cual depende de varios factores: propiedades físicas, propiedades nucleares, geometría y pureza. Por lo general se emplea una esfera, que tiene la superficie mínima posible para una masa dada y, por lo tanto, reduce al mínimo la fuga de neutrones. Si además bordeamos el material fisionable con un reflectante de neutrones, se pierden muchos menos neutrones y se reduce la masa crítica.

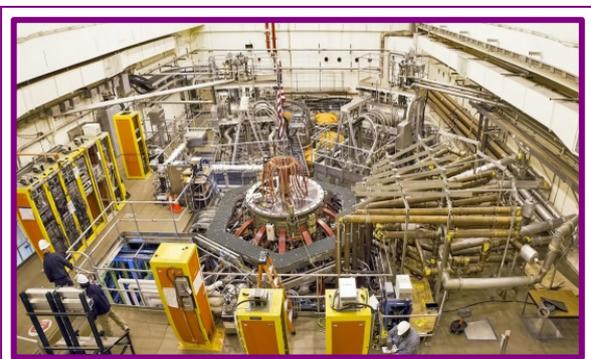
Fisión nuclear controlada: para mantener un control sostenido de reacción nuclear, por cada dos o tres neutrones emitidos por un núcleo, tan sólo puede ser que uno impacte con otro núcleo de uranio. Si esta relación es inferior a uno, entonces la reacción va a morir, y si es más grande va a crecer sin control (una explosión atómica). Para controlar la cantidad de neutrones libres en el espacio de reacción debe estar presente un elemento de absorción de neutrones. La mayoría de los reactores son controlados por medio de barras de control hechas de un fuerte material absorbente, como el boro o el cadmio.



Además de la necesidad de capturar neutrones, estos a menudo tienen mucha energía cinética (se mueven a gran velocidad). Estos neutrones rápidos se reducen a través del uso de un moderador, como el agua pesada y el agua corriente. Algunos reactores utilizan grafito como moderador, pero este diseño tiene varios problemas. Una vez que los neutrones rápidos se desaceleraron, son más propensos a producir más fisiones nucleares o ser absorbidos por la barra de control.

Fusión nuclear

La fusión nuclear es una reacción nuclear en la que dos núcleos de átomos ligeros, en general el hidrógeno y sus isótopos (deuterio, 2_1H ; y tritio, 3_1H), se unen para formar otro núcleo más pesado. Generalmente esta unión va acompañada de la emisión de partículas (en el caso de núcleos atómicos de deuterio se emite un neutrón). Esta reacción de fusión nuclear libera o absorbe una gran cantidad de energía en forma de rayos gamma y también de energía cinética de las partículas emitidas. Esta gran cantidad de energía le permite a la materia entrar en estado de plasma.



Tokamak: Culham Centre for Fusion Energy en Reino Unido

Si los núcleos que se van a fusionar, tienen menor masa que el hierro, se libera energía. Por el contrario, si los núcleos atómicos que se fusionan son más pesados que el hierro, la reacción nuclear absorbe energía. La gran ventaja de la fusión frente a la fisión nuclear es que no genera residuos radiactivos.

Para efectuar las reacciones de fusión nuclear, se deben cumplir los requisitos siguientes:

- Conseguir una temperatura muy elevada, comparable a la del Sol, para separar los electrones del núcleo y que este se aproxime a otro venciendo las fuerzas de repulsión electrostáticas. La masa gaseosa compuesta por los electrones libres y los átomos altamente ionizados se denomina plasma.
- Es necesario el confinamiento para mantener el plasma a temperaturas extraordinariamente elevadas durante un mínimo de tiempo, lo que resulta muy complicado ya que no existe en la naturaleza ningún material capaz de soportarlas.
- Densidad del plasma suficiente para que los núcleos estén cerca unos de los otros y puedan generar reacciones de fusión nuclear.

Así que los principales problemas que se nos presentan para producir una reacción de fusión nuclear es poder calentar los productos a temperaturas equiparables a las del Sol. En la actualidad se trabaja con dos técnicas que permiten que los productos estén flotando o suspendidos, con lo que se evita tener un recipiente que los contenga, son:

Fusión nuclear por confinamiento inercial (FCI).

Fusión nuclear por confinamiento magnético (FCM) Tokamak.

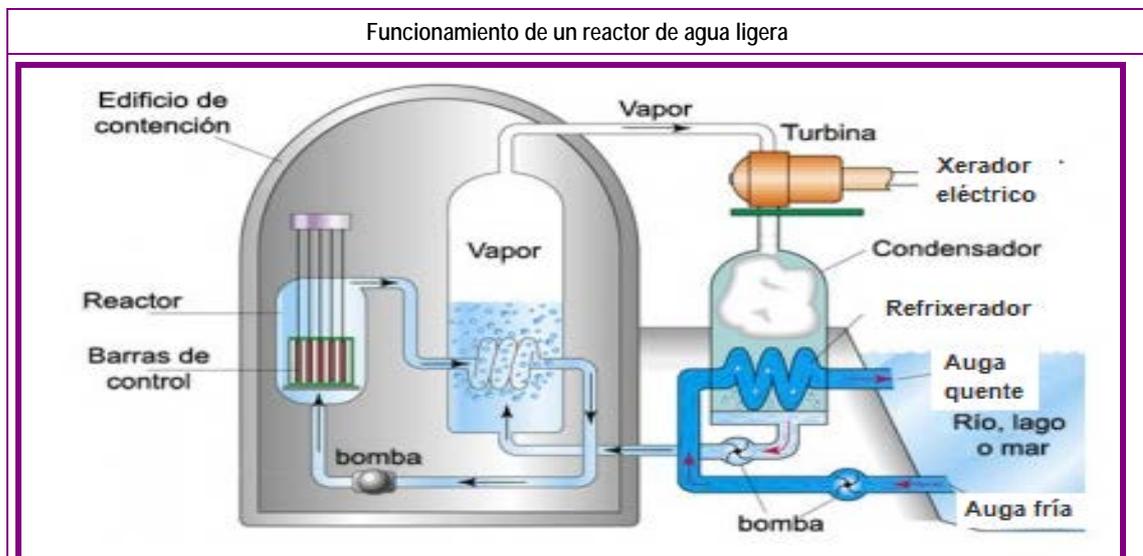
Centrales nucleares

A pesar de la existencia de gran cantidad de aplicaciones relacionadas con la energía nuclear (medicamento, industria, transporte, etc.), la aplicación principal de esta tecnología es la generación de energía eléctrica. Actualmente todas las centrales nucleares utilizan la fisión nuclear para funcionar. Las centrales nucleares son las encargadas de transformar la energía almacenada en el núcleo de los átomos para convertirla en energía eléctrica.

Funcionamiento de una central nuclear

La parte más importante se realiza en el reactor nuclear. En el reactor nuclear se depositan las barras de combustible nuclear (generalmente uranio o plutonio) y mediante la proyección de un neutrón se empiezan a generar una serie de reacciones físicas y químicas en cadena que liberan una gran cantidad de energía térmica.

La energía térmica generada en el reactor nuclear se utiliza para calentar agua y convertirla en vapor a alta presión. El vapor obtenido será el encargado de accionar unas grandes turbinas, que, conectadas a una dinamo, van a generar electricidad. A nivel mundial el 90 % de los reactores nucleares de potencia, es decir, los reactores destinados a la producción de energía eléctrica son reactores de agua ligera (en las versiones de agua a presión o de agua en ebullición).



Con la energía calorífica procedente de la fisión, obtenemos el vapor de agua, que la transforma en energía mecánica en una turbina y, a su vez esta la transforma en energía eléctrica mediante un generador.

El reactor nuclear es el encargado de provocar y controlar estas fisiones atómicas que generarán una gran cantidad de energía calorífica. Con este calor se calienta agua para convertirla en vapor a otra presión y temperatura.

El agua transformada en vapor a alta temperatura sale del edificio de contención debido a la presión a la que está sometida hasta llegar a la turbina y hacerla girar. En este momento parte de la energía calorífica del vapor se transforma en energía cinética. Esta turbina está conectada a un generador eléctrico mediante el cual se transformará la energía cinética en energía eléctrica.

Una vez se generó esta electricidad, se pasa por unos transformadores que la adaptan para que tenga las condiciones necesarias para ser suministrada a la red eléctrica.

Por otra parte, el vapor de agua que sale de la turbina, aunque perdió energía calorífica, sigue estando en estado gaseoso y muy caliente, por lo que hay que refrigerarla antes de volverla a introducir en el circuito. Al salir de la turbina se dirige a un depósito de condensación donde estará en contacto térmico con unas tuberías de agua fría. El vapor de agua se vuelve líquido, y mediante una bomba se redirige nuevamente al reactor nuclear para volver a repetir el ciclo.

De ahí que las centrales nucleares siempre están instaladas cerca de una fuente abundante de agua fría (mar, río, lago...), para aprovechar esta agua en el depósito de condensación. La columna de humo blanco que se puede ver saliendo de determinadas centrales es el vapor de agua que se provoca cuando se produce este intercambio de calor.

Ventajas e inconvenientes del uso de la energía nuclear

Ventajas

- La gran cantidad de energía obtenida por muy poca cantidad de combustible.
- No emite gases de efecto invernadero al exterior.
- Las condiciones climatológicas no influyen en la producción de energía eléctrica obtenida.

Inconvenientes

- Aunque se producen escasos accidentes, estos son extremadamente peligrosos para el medio ambiente y la salud pública.
- El combustible es limitado.
- Las centrales nucleares son objetivo potencial de atentados.
- La gestión de los residuos nucleares que generan no está muy bien resuelta y tarda millones de años en perder su radiactividad.



Actividades propuestas

- S3. Explique lo que es una fuente de energía no renovable.
- S4. En Galicia tenemos dos plantas de energía térmica, Meirama y As Pontes. Investigue qué tipo de carbón utilizan para quemar en sus calderas.
- S5. Explique las ventajas y los inconvenientes de usar el carbón como fuente de energía.
- S6. ¿Qué otros productos se obtienen del petróleo además de los combustibles?
- S7. ¿En qué consiste el proceso llamado *fracking*? ¿Por qué se considera altamente contaminante?
- S8. Explique la diferencia entre energía nuclear por fisión y por fusión.

- S9. ¿Qué es una reacción en cadena?
- S10. Si un núcleo de uranio tiene 92 protones, que son todas cargas positivas, y las cargas del mismo signo se repelen, ¿por qué un núcleo no se rompe espontáneamente? ¿Qué fuerza es la responsable de que el núcleo permanezca unido?
- S11. En el cuadro de combustibles con su poder calorífico podemos ver que el hidrógeno es lo que tiene mayor poder calorífico, investigue qué es una pila de hidrógeno y cuáles son los problemas por los que aún no se comercializan motores de hidrógeno.
- S12. ¿Qué ventajas tiene el uso de la energía nuclear de fisión frente al uso de combustibles fósiles? ¿Qué desventajas?
- S13. Investigue cuál es la temperatura del Sol y como sería posible llegar a esa temperatura por medios técnicos y poder producir una fusión nuclear.

2.1.2 Fuentes de energía renovables

Entendemos por fuentes de energía renovables aquellas que son prácticamente inagotables o que se pueden regenerar a un ritmo más o menos igual a su consumo. Muchas veces también se les llama energías limpias o alternativas porque por lo general son fuentes que contaminan menos que las energías derivadas de los combustibles fósiles.

Las energías renovables se pueden clasificar dependiendo de los recursos naturales que se aprovechan. Vamos a analizar las siguientes: hidráulica, solar, eólica, biomasa, geotérmica, mareomotriz y de ondas.

Energía hidráulica

La energía hidráulica es la energía cinética que transporta un caudal de agua. Se puede aprovechar para transformarla en energía mecánica que mueva las aspas de un molino o de una turbina. El principal aprovechamiento de esta energía mecánica es su transformación en energía eléctrica en una central hidroeléctrica, donde el movimiento generado en la turbina se transmite a un generador.

Aprovechamiento de la energía hidráulica		
Molino de molar	Minicentral hidráulica	Central hidráulica

Existen fundamentalmente dos tipos de centrales hidroeléctricas:

- **Centrales de agua fluyente:** Aquellas que captan una parte del caudal circulante por un río y lo conducen a la central para ser turbinado y generar energía eléctrica. Después, este caudal es devuelto al canal del río.
- **Centrales a pie de presa:** Aquellas ubicadas aguas abajo de los embalses destinados a usos hidroeléctricos o a otros fines como abastecimiento de agua a poblaciones o riegos. Tienen la ventaja de almacenar la energía potencial del agua y poder emplearla en los momentos en que más se necesite.

Central de agua fluyente	Central a pie de presa

Ventajas e inconvenientes de la utilización de la energía hidráulica

Ventajas

- Debido al ciclo del agua, es renovable, no se consume. Se toma el agua en un punto y se devuelve a otro en una cota inferior.
- Es autóctona y, por consiguiente, evita importaciones del exterior.
- Las presas que se construyen para embalsar el agua permiten regular el caudal del río, evitando de esta forma inundaciones en épocas de crecida y haciendo posible el riego de las tierras bajas en los períodos de escasez de lluvias.

- El agua embalsada puede servir para el abastecimiento a ciudades durante largos períodos de tiempo.
- No genera calor ni emisiones contaminantes (lluvia ácida, efecto invernadero...)
- Genera puestos de trabajo en su construcción, mantenimiento y explotación.
- Requiere inversiones muy cuantiosas que se realizan normalmente en comarcas de montaña muy deprimidas económicamente.
- Genera experiencia y tecnología fácilmente exportable a países en vías de desarrollo.

Inconvenientes

- Los embalses de agua inundan extensas zonas de terreno en los valles de los ríos, por lo general muy fértiles y en ocasiones de gran valor ecológico. Incluso, en algunos casos, inundaron pequeños núcleos de población, cuyos habitantes tuvieron que ser trasladados a otras zonas; esto significa un trastorno considerable a nivel humano.
- Altera el normal desarrollo en la vida biológica (animal y vegetal) del río.
- Las centrales de embalse tienen el problema de la evaporación de agua: en la zona donde se construye aumenta la humedad relativa del ambiente como consecuencia de la evaporación del agua contenida en el embalse.
- Si aguas arriba del río existen vertidos industriales o de alcantarillado, se pueden producir acumulaciones de materia orgánica en el embalse, lo que repercutirá negativamente en la salubridad de sus aguas.
- En el caso de las centrales de embalse construidas en regiones tropicales, estudios realizados demostraron que generan, como consecuencia del estancamiento de las aguas, grandes focos infecciosos de bacterias y enfermedades. En Brasil el brote de dengue fue asociado con las represas construidas a lo largo del río Paraná.
- Una posible rotura de la presa de un embalse puede dar lugar a una verdadera catástrofe (por ejemplo: presa de Tous, en la provincia de Valencia).
- Gran dependencia de la energía hidráulica respecto de las precipitaciones, pues en épocas de sequía es necesario reservar parte del agua embalsada para otros usos no energéticos.

Energía solar

Es la energía que aprovecha de forma directa la radiación solar.

Distinguimos dos formas de aprovechamiento de la energía solar: la energía solar térmica y la energía solar fotovoltaica.

- Energía solar térmica: Utiliza la energía calorífica obtenida a través de la radiación del Sol para calentar un fluido que, en función de su temperatura, se emplea para producir agua caliente e incluso vapor.
- Energía solar fotovoltaica: Transformación directa de la energía solar en energía eléctrica mediante el llamado efecto fotovoltaico. Esta transformación se lleva a cabo mediante células fotovoltaicas que están fabricadas con materiales semiconductores (por ejemplo, silicio) que generan electricidad cuando incide sobre ellos la radiación solar.

Energía solar térmica

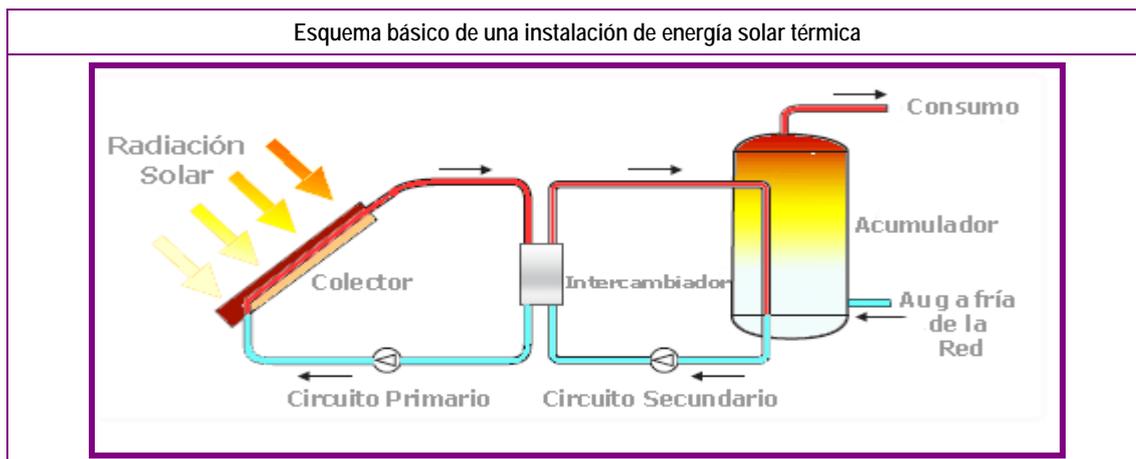
Podemos distinguir dos tipos de instalaciones para el aprovechamiento de la energía solar térmica: por una parte, instalaciones que usan esta energía para calentar agua sanitaria o utilizar en calefacciones de viviendas y locales; por otra parte, grandes instalaciones que calientan el agua para transformarla en vapor a presión que se usa para mover turbinas y generar electricidad.



Dependiendo del uso que queramos darle a la energía solar, tendremos que utilizar diferentes tipos de colectores para absorber la radiación:

- Colectores de baja temperatura. Proveen calor útil a temperaturas menores de 65 °C.
- Colectores de temperatura media. Son los dispositivos que concentran la radiación solar para entregar calor útil a mayor temperatura, usualmente entre los 100 y 300° C.
- Colectores de alta temperatura. Trabajan a temperaturas superiores a los 500° C.

Se usan para la generación de energía eléctrica.



El sistema de acumulación de energía térmica está formado por uno o más depósitos de agua caliente. La dimensión de los depósitos de almacenamiento deberá ser proporcional al consumo estimado y debe cubrir la demanda de agua caliente de uno o dos días.

Las instalaciones de energía solar térmica necesitan sistemas de apoyo convencionales en previsión de la falta de radiación solar o a un consumo superior al dimensionado (gasóleo, gas o electricidad). En la mayoría de los casos tanto en instalaciones en viviendas unifamiliares, como en edificios de viviendas, las instalaciones solares se diseñan para proporcionarles a las viviendas entre el 60-80 % del agua caliente demandada, aunque en zonas con gran insolación a lo largo del año, el porcentaje de aportación suele ser superior.

Energía solar fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica consiste en la transformación directa de la radiación solar en energía eléctrica.

Principalmente se diferencian dos tipos de instalaciones fotovoltaicas:

- Instalaciones fotovoltaicas de conexión a red, donde la energía que se produce se utiliza íntegramente para la venta a la red eléctrica de distribución.



- Instalaciones fotovoltaicas aisladas de red, que se utilizan para autoconsumo, ya sea una vivienda aislada, una estación repetidora de telecomunicación, bombeo de agua para riego etc.

Esta transformación en energía eléctrica se consigue aprovechando las propiedades de los materiales semiconductores mediante las células fotovoltaicas. La materia base para la fabricación de paneles fotovoltaicos suele ser el silicio. Cuando la luz del Sol (fotones) incide en una de las caras de la célula solar, genera una corriente eléctrica. Esta electricidad generada se puede aprovechar como fuente de energía.

La fabricación de las células fotovoltaicas es un proceso costoso, tanto económicamente como en tiempo. El silicio con el que se fabrican las células fotovoltaicas es un material muy abundante en la Tierra, se encuentra en la arena. Con todo, el procesamiento del silicio es laborioso y complicado. Mediante unos procesos muy complicados se elaboran lingotes de silicio. Posteriormente, de estos lingotes de silicio se cortarán las obleas (células fotovoltaicas). En la actualidad se están investigando otros materiales de mayor rendimiento.

Ventajas e inconvenientes de la utilización de la energía solar

Ventajas

- Fuente de energía renovable: Aunque sabemos que el Sol llegará a agotarse, se estima que esto ocurrirá dentro de unos 5.000 millones de años.
- Contaminación y medio ambiente: La industria de fabricación de los equipos no es muy contaminante y en el proceso de producción de energía solar las instalaciones solares térmicas y fotovoltaicas no generan ningún tipo de contaminación ambiental.
- Mantenimiento y coste de las instalaciones: La mayoría de las instalaciones de energía solar requieren de un mínimo mantenimiento. Los paneles que se instalan en casas, normalmente sólo necesitan una o dos limpiezas al año. Además los fabricantes serios de paneles solares suelen garantizarlos por períodos de tiempo de entre 20 y 25 años.
- Accesibilidad energética: La energía solar es un excelente recurso para los lugares de difícil acceso o muy lejos de las redes eléctricas instaladas. Por ejemplo, refugios, casas de montaña, etc.
- Energía silenciosa: En una instalación normal de energía solar no existen partes móviles, por tanto no hay ruidos asociados. Esto supone una gran ventaja respecto de otras fuentes de energía renovable, como la energía eólica.

Inconvenientes

- Eficiencia energética: Un panel solar consume una gran cantidad de energía para ser fabricado. La energía para la fabricación de un panel solar puede ser mayor que la potencia generada por él a lo largo de su vida útil.
- Coste económico comparado con otras fuentes de energía: Los precios son muy altos en comparación con otras fuentes de energía. Especialmente lo que se refiere a la energía solar fotovoltaica.
- Dependencia climatológica: Existe una variación en las cantidades producidas de acuerdo con la situación del tiempo (lluvia, nieve...), que dificultan la previsión energética.
- Se requiere una fuente energética alternativa o el uso de baterías para los días que las condiciones atmosféricas no sean buenas o por la noche.
- Horario solar: Uno de los momentos de más demanda energética precisamente es cuando no hay radiación solar: por la noche. Por este motivo se requiere de algún sistema de almacenamiento de energía. Las formas de almacenamiento de la energía solar son ineficientes en comparación, por ejemplo, con los combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas), hidroeléctricas (agua) y biomasa.

- Almacenamiento de la energía: Las baterías se necesitan en el caso de la energía eléctrica generada mediante paneles fotovoltaicos, mientras que en la energía térmica generada mediante colectores



Batería para acumular la electricidad de las células fotovoltaicas



Tanque para almacenamiento de agua caliente en energía solar térmica

solares se necesita la instalación de tanques con aislamiento térmico para mantener el agua caliente que contienen.

Energía eólica

La energía eólica es la energía obtenida a partir del viento, es decir, la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire, y que es transformada en otras formas útiles para las actividades humanas. La energía eólica fue aprovechada desde la antigüedad para mover los barcos impulsados por velas o hacer funcionar la maquinaria de molinos al mover sus aspas.

Actualmente, la energía eólica se utiliza principalmente para producir energía eléctrica mediante aerogeneradores, pudiendo existir dos tipos de instalaciones.

- *Aisladas*, para generar energía eléctrica en lugares remotos para autoconsumo. Es muy común que estas instalaciones vayan combinadas con paneles fotovoltaicos.
- *Parques eólicos*, formados por un conjunto de aerogeneradores, para vender la energía eléctrica generada a la red.

La energía eólica es un recurso abundante, renovable, limpio y ayuda a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) sustituyendo centrales termoeléctricas que funcionan con combustibles fósiles, lo que la convierte en un tipo de energía verde. Con todo, su principal inconveniente es la variabilidad del viento.

Producción de energía eléctrica de origen eólico

Para poder utilizar la energía del viento, es necesario que este tenga una velocidad mínima de 12 km/h, y que no supere los 65 km/h. La energía del viento es utilizada mediante el uso de máquinas eólicas (o aeromotores) capaces de transformar la energía cinética del viento en energía mecánica de rotación utilizable, para accionar directamente las máquinas de producción de energía eléctrica. El sistema de conversión, que comprende un generador cinético con sus sistemas de control y de conexión a la red, es conocido como aerogenerador.

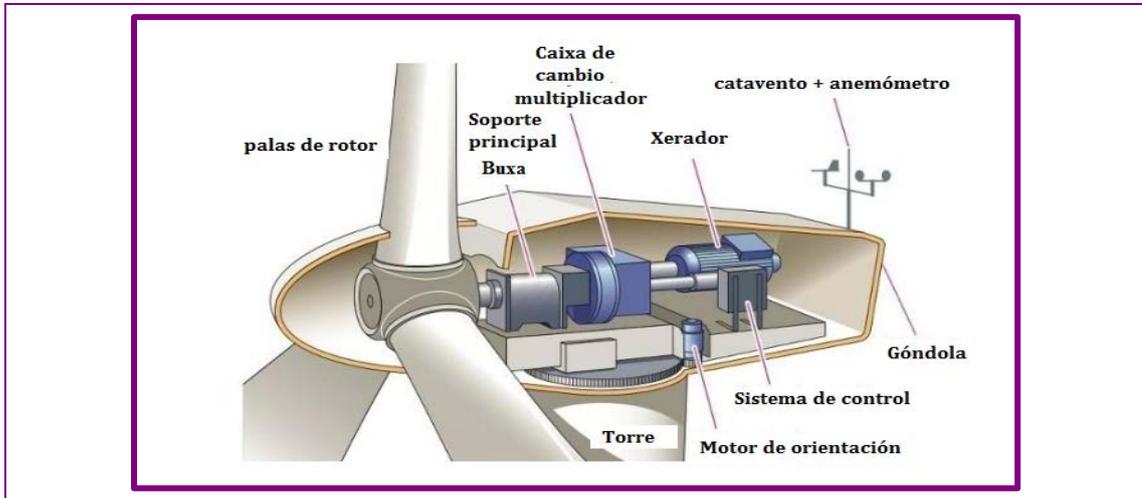


La baja densidad energética de la energía eólica por unidad de superficie en una determinada zona tiene como consecuencia la necesidad de proceder a la instalación de más máquinas para el aprovechamiento de los recursos disponibles. El ejemplo más común de una instalación eólica es el representado por los "parques eólicos" (colocación de varios aerogeneradores en una zona conectados a una única línea que los conecta a la red eléctrica).

El aerogenerador

Un aerogenerador es un generador de electricidad activado por la acción del viento. El viento mueve la hélice y, a través de un sistema mecánico de engranajes, hace girar el rotor de un generador, que produce la corriente eléctrica.

Los principales componentes de un aerogenerador son:



- La góndola: es la carcasa que protege a componentes clave del aerogenerador.
- Las palas del rotor: capturan el viento y transmiten su potencia hacia el buje. Tienen una longitud de 20 m.
- Buje: es un elemento que une las palas del rotor con el eje de baja velocidad.
- Eje de baja velocidad: conecta el buje del rotor al multiplicador. Gira muy lento, a 30 rpm.
- Multiplicador: permite que el eje de alta velocidad que está a su derecha gire 50 veces más rápido que el eje de baja velocidad.
- Eje de alta velocidad: gira aproximadamente a 1.500 rpm, lo que permite el funcionamiento del generador eléctrico.
- Generador eléctrico: en los aerogeneradores modernos la potencia máxima suele estar entre 6 y 12 MW.
- Controlador electrónico: es un ordenador que continuamente monitoriza las condiciones del aerogenerador y controla el mecanismo de orientación.
- La unidad de refrigeración: contiene un ventilador eléctrico utilizado para enfriar el generador eléctrico.
- La torre: soporta la góndola y el rotor. Generalmente es una ventaja disponer de una torre alta, dado que la velocidad del viento aumenta a medida que nos alejamos del nivel del suelo.

- Mecanismo de orientación: está activado por el controlador electrónico, que controla la dirección del viento.
- Anemómetro: las señales electrónicas del anemómetro conectan el aerogenerador cuando el viento tiene una velocidad aproximada de 4 m/s.

Ventajas e inconvenientes de la utilización de la energía eólica

Ventajas

- La energía eólica es una fuente de energía considerada verde ya que no causa contaminación. Es cierto que durante la fabricación, transporte de materiales y la instalación de una turbina eólica se contribuye en algo al calentamiento global, pero la electricidad producida una vez montadas esas turbinas no implica emisión ninguna a la atmósfera.
- Enorme potencial. Se podría obtener 20 veces más energía de la que el mundo necesita. La energía potencial que se podría conseguir gracias a la energía eólica es absolutamente increíble. Varios investigadores independientes llegaron a la misma conclusión: el potencial mundial de energía eólica supera los 400 TW.
- Renovable. La energía eólica es una fuente de energía renovable. Los vientos ocurren naturalmente y no hay forma de que quedemos sin esas fuentes. Recordemos que la energía eólica se origina gracias a las reacciones de fusión nuclear que tienen lugar en el sol.
- Eficientes en cuanto a superficie. Las mayores turbinas eólicas son capaces de generar suficiente electricidad para cubrir la demanda media de 600 hogares. Las turbinas no pueden situarse muy cerca una de otra, pero el espacio entre ellas puede dedicarse a otros usos. Esto supone una gran ventaja frente a la energía solar por ejemplo, que requiere de mucho espacio en exclusividad.
- Rápido crecimiento. Aún no supone un gran porcentaje de la energía eléctrica producida, pero es la fuente de energía que crece a un mayor ritmo y eso contribuirá a luchar contra el calentamiento global, al tiempo que se reducirán costes.
- Costes. Los costes de producción son cada vez más reducidos gracias a los avances tecnológicos y se espera que sigan decreciendo en el futuro.
- Bajo mantenimiento. Generalmente, una vez que las turbinas se han fabricado, instalado y entrado en funcionamiento, los costes operacionales son muy pequeños. Aunque algunas turbinas son susceptibles de un mantenimiento mayor que otras puesto que no todas las turbinas son creadas iguales.

- Buen uso doméstico potencial. Los molinos de viento se vinieron usando en muchos lugares del mundo tradicionalmente para trabajos más mecánicos, pero podrían usarse también para la producción de electricidad en los hogares, al igual que mucha gente hace con paneles fotovoltaicos. Mismo podrían complementarse unos y otros.

Inconvenientes

- Impredecible. Es difícil de predecir la disponibilidad de viento para la producción de energía. Si tuviésemos sistemas de almacenamiento baratos de la energía producida, la situación sería muy diferente, pero las baterías son caras. Por ahora las turbinas eólicas tienen que ser usadas en paralelo con otras fuentes de energía para satisfacer nuestra demanda energética de forma continua.
- Costes. Los parques eólicos suelen situarse en zonas apartadas o en el mar, lejos de los puntos de consumo, y para transportar la energía eléctrica se requieren torres de alta tensión y cables de gran capacidad que pueden salvar importantes distancias y causan impacto en el paisaje. En este proceso, además, suele perderse energía.
- Problemas medioambientales. La energía eólica es de las más limpias, renovables y abundantes, ya que los aerogeneradores eléctricos no producen emisiones contaminantes (atmosféricas, residuos, vertidos líquidos, etc.) y no contribuyen, por tanto, al efecto invernadero ni a la acidificación.

Con todo, también existen factores negativos, algunos de ellos con consecuencias medioambientales como son:

- Impacto visual. Para evitarlo, se suelen utilizar colores adecuados, una cuidada localización de las instalaciones en la orografía del lugar y una precisa distribución de los aerogeneradores.
- Impacto sobre las aves. Se trata de un impacto potencial que, aunque no reviste gravedad en términos generales, depende principalmente de la localización del parque eólico. En aquellos parques que se sitúen en áreas sensibles, este impacto puede ser minimizado a través de programas de vigilancia y seguimiento.
- La flora y la fauna. Una central eólica puede tener efectos directos en la modificación del hábitat existente en la zona y de algunos de los organismos que en él habitan, generando ruidos y movimientos que afectan al comportamiento de los animales.
- Efecto sonoro. Un aerogenerador produce un ruido similar al de cualquier otro equipamiento industrial de la misma potencia. La diferencia recae en que mientras

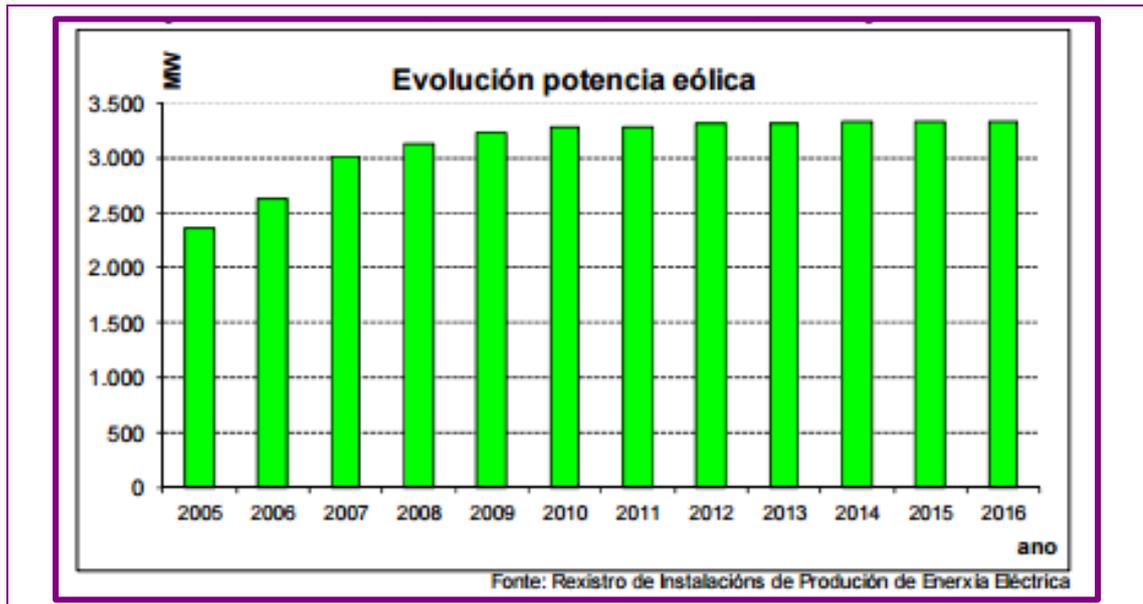
los equipamientos convencionales se encuentran normalmente cerrados en edificios diseñados para minimizar su nivel sonoro, los aerogeneradores tienen que trabajar al aire libre y cuentan con un elemento transmisor de sonido: el propio viento.

- Impacto por erosión. Se producen principalmente por el movimiento de tierras durante la preparación de los accesos al parque eólico. Este incidente se puede reducir mediante estudios previos a su trazado.
- Las interferencias electromagnéticas. El gran tamaño de los aerogeneradores puede producir una interferencia en las ondas de radio, telefonía, televisión, etc. cuando las aspas están en movimiento.

Evolución de la producción de energía eólica en Galicia

En el cuadro siguiente se muestran los valores de producción de energía eólica en Galicia desde el año 2005.

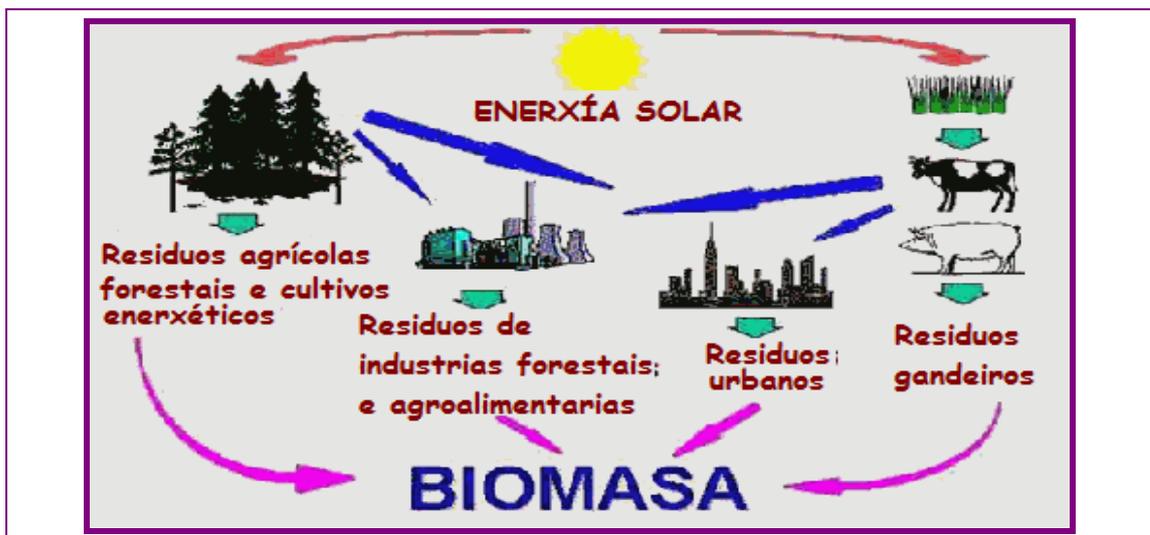
Ano	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	2.364	2.621	3.017	3.122	3.230	3.285	3.287	3.313	3.320	3.334	3.334	3.334
Potencia de origen renovable (*)	5.711	6.011	6.426	6.613	6.749	6.768	6.774	7.029	7.079	7.172	7.192	7.192
Porcentaxe de eólica sobre FER	41,4%	43,6%	46,9%	47,2%	47,9%	48,5%	48,5%	47,1%	46,9%	46,5%	46,4%	46,4%



Se puede apreciar cómo la generación de energía eléctrica a partir de las fuentes de energía renovables iba en continuo aumento hasta llegar al año 2007 en que empezó la crisis. En este año, España era un país puntero dentro de Europa en la generación de energías renovables. Como consecuencia de los recortes y la falta de inversión, en el año 2016 nos encontramos en la cola. En la gráfica observamos un estancamiento manifiesto de la producción.

Energía de la biomasa

La biomasa es una fuente de energía basada en el aprovechamiento de materias orgánicas de origen vegetal o animal, incluyendo los productos y subproductos resultantes de su transformación. Bajo la denominación de biomasa se recogen materiales energéticos de muy diversas clases: residuos forestales, residuos agrícolas leñosos y herbáceos, residuos de procesos industriales diversos, cultivos energéticos, materiales orgánicos contenidos en los residuos sólidos urbanos, biogás procedente de residuos ganaderos o de residuos biodegradables de instalaciones industriales, de la depuración de aguas residuales urbanas o de escombrera, etc. Pueden también incluirse bajo la denominación de biomasa, los biocombustibles, que tienen su principal aplicación en el transporte.



Las aplicaciones de la biomasa se pueden englobar en dos grupos:

- Aplicaciones domésticas e industriales que funcionan mediante la combustión directa de la biomasa.
- Aplicaciones vinculadas a la aparición de nuevos recursos y nuevas técnicas de transformación, como la gasificación y la pirolisis de la biomasa, nuevos biocombustibles, etc.

La biomasa tiene un amplio abanico de usos tales como el empleo directo quemándola para obtener calor o para generar electricidad mediante turbinas de vapor. La biomasa también se puede utilizar en la obtención de gas metano, biodiésel y otros biocombustibles. Su uso parece tener una larga lista de ventajas, pero tiene también inconvenientes.

Ventajas y desventajas de la energía de la biomasa

Ventajas

- Es una fuente de energía renovable. En todo el planeta existe la posibilidad de acceder a fuentes de biomasa tales como restos de cosecha, abono y basura orgánica. En el transcurso de un año en el que se transforman todas esas fuentes en biocombustibles, están generándose cantidades equivalentes en cosechas, granjas y ciudades. El ritmo de transformación se asemeja al ritmo de crecimiento de cosechas y recolección, y puede ser tan corta como unos meses en algunos casos.
- Neutral respecto de las emisiones de carbono. Esta tal vez sea la mayor y más importante ventaja de la energía procedente de la biomasa. La biomasa entra de lleno en el ciclo del carbono. El carbono de la atmósfera es captado por las plantas durante la fotosíntesis y pasa a formar parte de sus estructuras. Cuando la planta muere o es quemada, ese carbono retorna a la atmósfera. Puesto que es un ciclo, los siguientes cultivos absorben el carbono una y otra vez, por lo que se mantiene un equilibrio entre la cantidad de carbono que el combustible de la biomasa libera a la atmósfera y la cantidad que las plantas extraen de ella. Por este motivo, los combustibles procedentes de la biomasa no contribuyen al calentamiento global, y tienen la consideración de combustibles limpios.
- Mínimo precio. El aprovechamiento de la energía contenida en la biomasa resulta muy económico comparado con el petróleo o con el carbón. Suele costar alrededor de un tercio de los combustibles fósiles para obtener el mismo resultado. Esto significa que si nuestra calefacción dependiese de biomasa, podríamos ahorrar todos los años un tercio del coste de calentarla con gasóleo, lo que supone un gran ahorro.

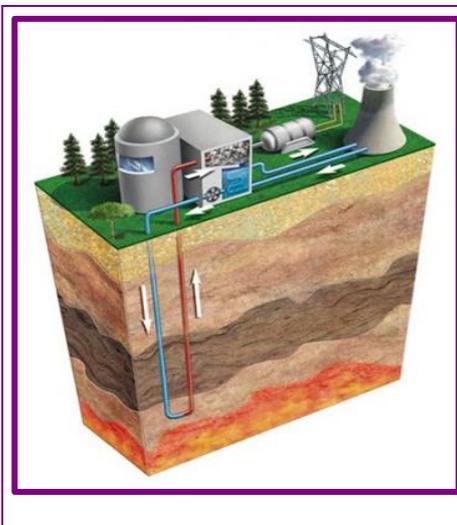
Desventajas

- Puede ser cara. En ciertas zonas y en ciertas condiciones, la extracción de biomasa puede ser cara. Esto además suele ocurrir en proyectos de aprovechamiento que impliquen recolección, procesado y almacenamiento de algunos tipos de biomasa.
- Requiere espacio. Se necesitan grandes áreas para los diferentes procesos destinados a la obtención de energía de la biomasa. También las zonas de almacenamiento pueden ser particularmente extensas.
- Aspectos ambientales. En ocasiones se destinan a la obtención de biomasa amplias zonas forestales o silvícolas, destruyendo hábitats de gran valor ecológico y provocando la desaparición o el movimiento de especies animales al destruir sus refugios y fuentes de alimento.

No hay duda de que la energía procedente de la biomasa es uno de los posibles sustitutos de los combustibles fósiles. No puede obviarse el beneficio de ser una fuente de energía renovable y limpia. Habrá que ver el papel que puede jugar en el futuro la biomasa en cuanto a la obtención de energía.

Energía geotérmica

Llamamos energía geotérmica al aprovechamiento de la energía térmica que se puede extraer debido a la diferencia de temperaturas existente entre las capas internas de la tierra y las superficiales. Para el aprovechamiento en zonas con condiciones térmicas especiales, por ejemplo las zonas volcánicas con temperaturas internas muy altas, se hace circular en ellas un fluido que transporta hasta la superficie la energía calorífica en forma de calor acumulada en las zonas calientes. Si la temperatura interna es lo suficientemente alta se puede producir vapor capaz de mover una turbina y generar electricidad.



El sistema se basa en la diferencia de temperaturas entre el subsuelo y la superficie. La energía se intercambia en forma de calor a través de dos circuitos cerrados de agua o algún fluido especial. Para obtener calor en invierno, el agua dentro del circuito captor geotérmico, que es un circuito de plástico dispuesto en perforaciones verticales que alcanzan entre 80 y 200 metros de profundidad, recorre, impulsada por una bomba, el subsuelo hasta calentarse, luego calienta el agua en el circuito emisor radiante, que es un circuito cerrado, el cual cede el calor al edificio. En verano el funcionamiento es análogo, pero el calor se desplaza en sentido contrario. La eficiencia es mayor cuanto más profundo esté el circuito del subsuelo, ya que la diferencia de temperaturas es mayor.

Otras veces, sobre todo en verano, las capas internas presentan temperaturas mucho más bajas que las superficiales, por lo que se puede aprovechar para enfriar un fluido que actúe como refrigerante en un sistema de aire acondicionado.

A veces esta energía va ligada a otros fenómenos geológicos como la presencia de géiseres, volcanes o aguas termales. Estos fenómenos facilitan mucho la posibilidad de extraer calor en instalaciones cerca de estas zonas.

Generación de energía eléctrica mediante la geotérmica

En la actualidad, funcionan tres tipos de centrales de generación eléctrica:

- Centrales de vapor: utilizan el vapor geotérmico directamente para hacer girar las turbinas que producirán la energía al generador.

- Centrales de transmisión de vapor: aprovechan el calor generado en las reservas geotérmicas mediante un fluido que transmitirá el vapor y el calor.
- Centrales de ciclo binario: utilizan el agua subterránea para transferir el calor a un segundo líquido que tiene una temperatura de evaporación más baja. Cuando este líquido se evapora, mueve las turbinas. Posteriormente este vapor se condensa y se reutiliza el líquido de nuevo.

Este último sistema, en comparación con los demás, es el que tiene más perspectivas de futuro. No emite ningún tipo de gas dado que es un ciclo cerrado, y funciona a temperaturas interiores de 110 a 160 °C.

Ventajas y desventajas de la energía geotérmica

La energía geotérmica tiene la principal ventaja en que su impacto ambiental es mínimo, y tiene rendimientos que le permiten competir con el petróleo. Pero sus principales desventajas son que requieren de grandes inversiones y que los campos geotérmicos son relativamente escasos y muchas veces se sitúan en zonas desfavorables.

Ventajas

- Es la energía más eficiente de todas las energías renovables.
- Se mantiene estable a lo largo de las diferentes estaciones del año.
- Es una fuente que se encuentra en cualquier lugar de la Tierra, al contrario de las que dependen de yacimientos.
- Es independiente de las variaciones meteorológicas como las lluvias y, por tanto, el caudal del río o el viento.
- Se puede utilizar de manera particular, por ejemplo en viviendas aisladas donde no llega la electricidad.
- No requiere combustión de ningún material (uranio, petróleo, etc.), por tanto no se agota con las reservas de estos.
- Los residuos que produce son mínimos y provocan menor impacto ambiental que los originados por energías de combustión, nuclear o de hidrocarburos. Una vivienda unifamiliar típica deja de emitir dos toneladas anuales de dióxido de carbono si usa energía geotérmica.
- Es económico y fácil de mantener.
- Tiene un alto rendimiento y un bajo consumo.

- Ahorro económico. Por ejemplo, en una vivienda de unos 150 a 180 metros cuadrados, el ahorro económico que supone es del 70 %.
- El tiempo de retorno es muy bajo. Una instalación de energía geotérmica se amortiza entre cuatro y seis años, esto quiere decir que en este tiempo, todo el dinero ahorrado en energía iguala al precio que fue necesario para instalar la tecnología.
- El impacto visual es mínimo, por ser una instalación soterrada. En el caso de climatización se suele hacer con suelo radiante. No hacen falta ventiladores ni aparatos interiores en las estancias ni en los exteriores, sólo una bomba.

Desventajas

- Es una nueva tecnología y menos conocida que las otras fuentes de energía, por lo que en la actualidad resulta complicado calcular los requisitos en un proyecto de instalación.
- Es más difícil de instalar, de manera particular, en grandes ciudades, donde el subsuelo pertenece al ayuntamiento y está ocupado por otros servicios.
- Sólo está disponible en determinadas zonas.

Energía procedente del mar

A pesar de que la tecnología para aprovechar la energía que proporcionan los océanos aún no está muy desarrollada, la cantidad que podríamos obtener del movimiento de estas grandes masas de agua es de tal magnitud que justifican los grandes esfuerzos, tanto técnicos como financieros que se están realizando en este campo, por eso vale la pena detenernos aquí para analizar las técnicas que se están aplicando en la actualidad.



Se calculó que una ola de 7,50 metros de altura sobre el nivel de las aguas tranquilas y de 150 metros de longitud de onda, propagándose con una velocidad de 15 metros por segundo, desarrolla una potencia de 700 caballos de vapor por metro lineal de cresta.

Los océanos actúan como captadores y acumuladores de energía procedente principalmente del efecto del Sol, de la Luna y los vientos. Esta energía se intenta aprovechar para satisfacer nuestras necesidades energéticas. Las formas de aprovechamiento son:

- Diferencia de altura de las mareas (Energía mareomotriz).
- Gradientes térmicos (Energía mareotérmica).
- Olas (Energía undimotriz).

Energía mareomotriz

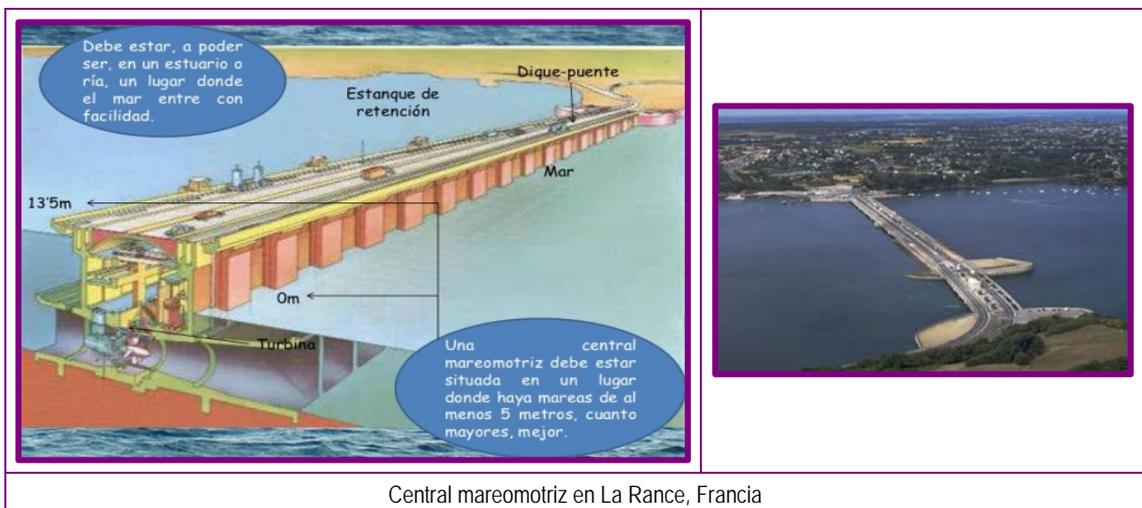
Es la energía que se extrae del movimiento de las mareas. Normalmente se hace embalsando agua del mar en ensenadas naturales y liberándola luego a través de turbinas hidráulicas unidas a generadores que producen electricidad. La potencia aprovechable de las mareas a escala mundial es del orden de 60 a 70 millones de kW anuales, que es el equivalente energético de 2.000 millones de toneladas de carbón.

La capacidad de producción real es muy limitada, pues para que sea rentable construir una central mareomotriz, es necesario que:

- La diferencia de altura de las mareas sea lo suficientemente grande (mínimo 5 m).
- La fisonomía de la costa permita la construcción de diques, ya que requiere el cerramiento de un estuario o una bahía mediante un dique provisto de compuertas. En cada una de ellas se instala una turbina de palas orientables, conectada a un alternador.

La secuencia de funcionamiento durante un ciclo pleamar-bajamar es la siguiente:

1. Al subir la marea, el agua penetra en el embalse y acciona los grupos turbina-alternador, con los que se obtiene energía eléctrica
2. Al final de la pleamar, las turbinas actúan como bombas y provocan que el embalse se llene.
3. Cuando baja la marea, el agua regresa de nuevo al mar, vuelve a accionar los grupos turbina-alternador y de nuevo se obtiene energía eléctrica.
4. Al final de la bajamar, las turbinas actúan otra vez como bombas y provocan que el embalse se vacíe.



Central mareomotriz en La Rance, Francia

Las paletas de las turbinas pueden variar su posición y dejar paso libre al agua en caso de necesidad.

La única central mareomotriz operativa en la actualidad es la del estuario de La Rance, en Francia, inaugurada en 1967. Otros proyectos abandonados por problemas técnicos son: la bahía de Fundy en Canadá, o el estuario del río Severn en Gran Bretaña.

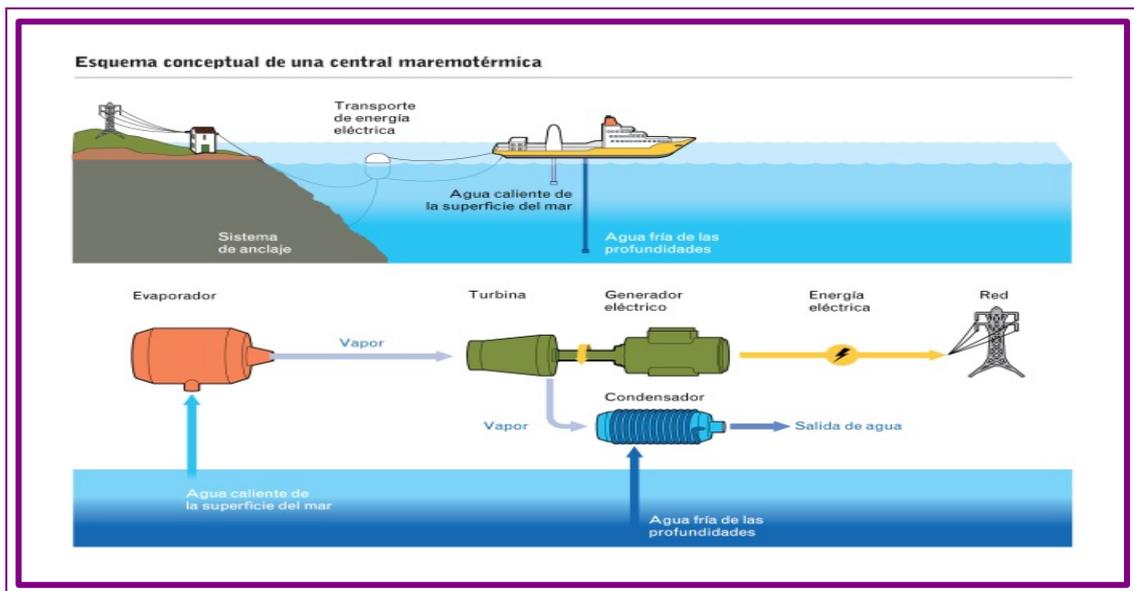
Ventajas e inconvenientes

Ventajas	Inconvenientes
Es una fuente de energía renovable.	Alto coste de las instalaciones.
Disponibilidad todo el año.	Impacto visual y en los ecosistemas de la zona.
No depende de factores climáticos.	Dependencia de las alturas de las mareas.
Silenciosa y limpia.	

Energía mareotérmica

La absorción de energía solar por el mar da lugar a que el agua de la superficie posea un nivel térmico superior al de las capas inferiores, pudiendo variar hasta 25 °C desde la superficie (25 °C-30 °C) a 1.000 m de profundidad (4 °C), siendo esta diferencia de temperatura constante a lo largo del año.

Para aprovechar este gradiente térmico se emplean los motores térmicos, que funcionan entre dos focos de calor: el foco caliente a la temperatura del agua superficial (T_c) y el foco frío o punto a menos temperatura (T_f).



La transformación de la energía térmica en eléctrica se lleva a cabo por medio de un ciclo termodinámico (ciclo de Rankine) en el que un líquido se evapora para pasar luego a una turbina. El ciclo puede ser abierto o cerrado.

Abierto: Se utiliza directamente el agua del mar. El agua de la superficie se evapora a baja presión y acciona las turbinas. Posteriormente se devuelve al mar, donde se licúa de nuevo.

Cerrado: Se utilizan fluidos de bajo punto de ebullición, como el amoniaco, el freón o el propano. El calor de las aguas superficiales es suficiente para evaporarlos. El vapor generado se utiliza para mover las turbinas, y posteriormente es enfriado utilizando agua de las capas profundas, con lo que el ciclo vuelve a comenzar.

Ventajas e inconvenientes

Ventajas	Inconvenientes
Es una fuente de energía renovable.	Alto coste de las instalaciones.
Disponibilidad todo el año.	Impacto visual y en los ecosistemas de la zona.
No depende de factores climáticos.	Dependencia de las diferencias de temperatura.
Silenciosa y limpia.	

Energía de las olas

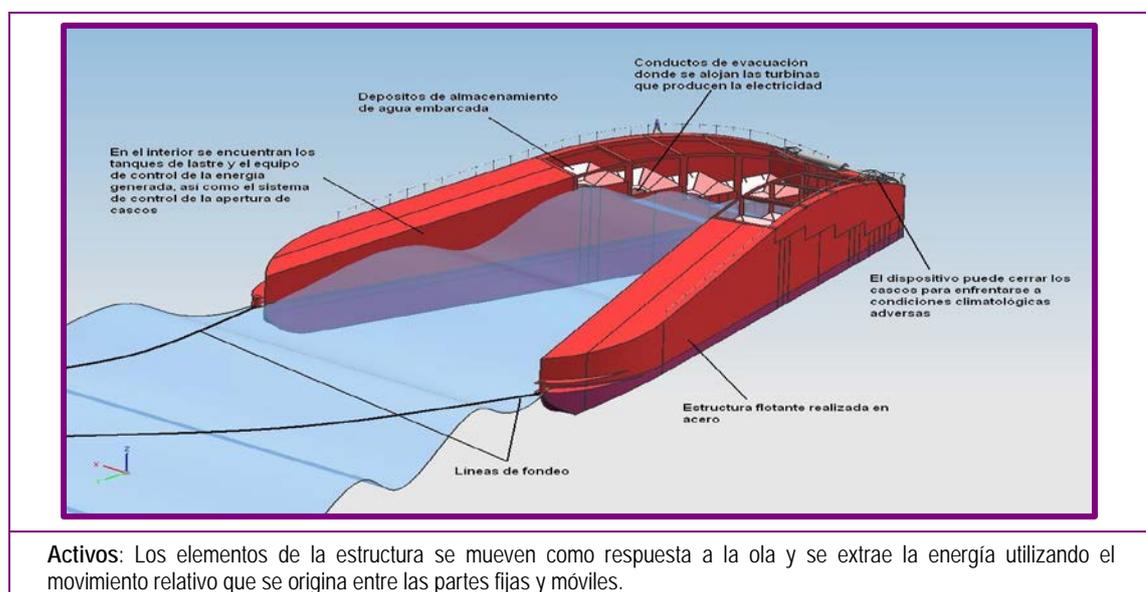
Las olas que se producen en la superficie del mar son provocadas por los vientos, de los que recogen y almacenan energía. Al no ser estos constantes ni en velocidad ni en dirección, las olas producidas no son regulares, por lo que es bastante complicado determinar y aprovechar la energía que transportan. Como aproximación, una ola de 3 m de altura es capaz de suministrar entre 25 y 40 kW por metro de frente.

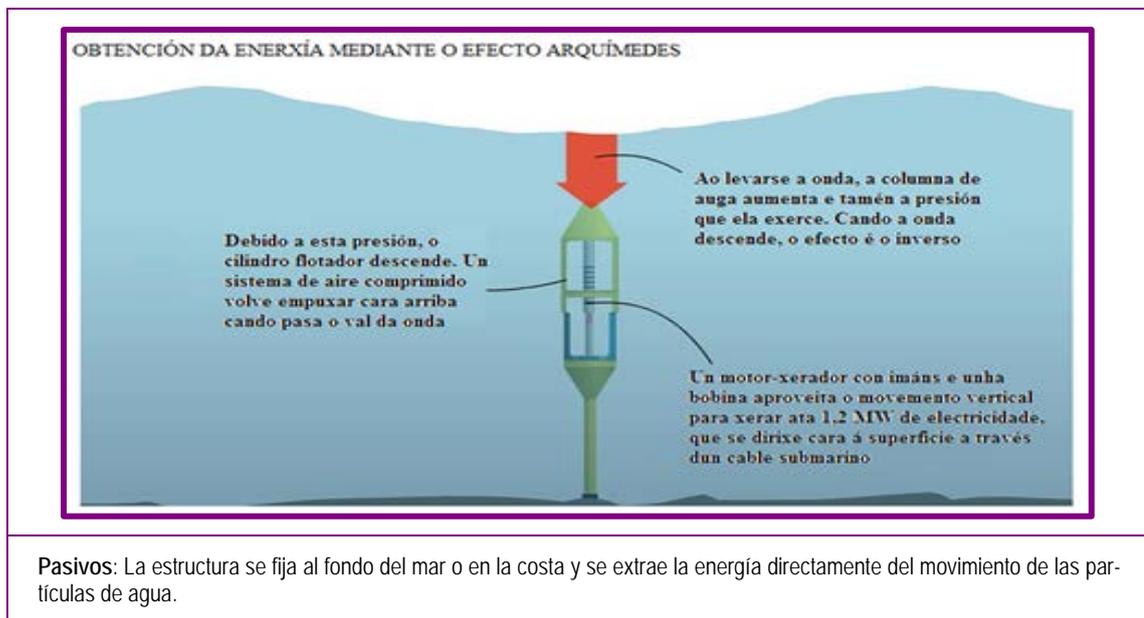
El aprovechamiento es difícil y complicado, y el rendimiento obtenido es muy bajo, a lo que hay que añadir el impacto ambiental que sufriría la zona.

Se pueden aprovechar tres fenómenos básicos que se producen en las olas:

- Empuje de la ola.
- Variación de la altura de la superficie de la ola.
- Variación de la presión bajo la superficie de la ola.

Los captadores de olas, todos aún en fase experimental, pueden ser de dos tipos:





En España aún no se aprovecha este tipo de energía de forma comercial, solamente en Cantabria y el País Vasco existen dos centrales piloto, una en Santoña y otra en Mutriku (Guipúzcoa). También existe un proyecto para instalar una planta en Granadilla (Tenerife) y se están realizando nuevas instalaciones en Galicia.

La Universidad de Vigo en la actualidad desarrolla el proyecto 'LifeDemoWare' sobre energía de las olas, y que fue seleccionado por la UE dentro de la convocatoria Life 2014. Debido al carácter demostrativo del proyecto, se instalarán dos prototipos de generación undimotriz de 25 kilovatios cada uno (el primero será hidráulico y el otro mecánico), previsiblemente en la zona de experimentación de Punta Langosteira, el puerto exterior de A Coruña.

Ventajas e inconvenientes

Ventajas	Inconvenientes
Es una fuente de energía renovable.	Alto coste de las instalaciones
Disponibilidad todo el año.	Impacto visual y en los ecosistemas de la zona.
Silenciosa y limpia	Dependencia del oleaje.
	Problemas con los temporales.

Actividades propuestas

S14. ¿Qué ventajas supone utilizar las energías renovables frente a las no renovables?

S15. Busque una central hidráulica y analice tres ventajas y tres inconvenientes para la comarca donde se sitúa.

- S16. De las ventajas de usar la energía hidráulica ¿cuál cree que es la principal?
¿Cuál cree que es el peor inconveniente?
- S17. ¿Cuáles son las dos formas de aprovechamiento de la radiación solar para obtener energía útil?
- S18. ¿Cuál valora como la mejor ventaja de la energía solar frente a otras fuentes de energía renovables?
- S19. Valore cuál puede ser la principal ventaja de la energía eólica frente a otras energías de tipo renovables.
- S20. Ver en la página <http://www.greatenergy.com.mx/0eolica.html/> el vídeo de cómo se monta un generador eólico.
- S21. Juego interactivo donde se explica de una manera gráfica el funcionamiento de un parque eólico:

http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/produccion-de-electricidad/parques-eolicos/
- S22. ¿Cuál cree que puede ser el principal inconveniente de la energía eólica frente a otros tipos de energías renovables?
- S23. Explique por qué la biomasa es una fuente de energía renovable.
- S24. Uno de los principales problemas que presenta la utilización de la biomasa es el relevo de extensas zonas dedicadas al cultivo de materias primas para la industria alimentaria por cultivos de especies que requieren mucho menos cuidado y sirven para biomasa. Investigue si en España existe alguna normativa que regule este hecho.
- S25. Explique en qué consiste la energía geotérmica.
- S26. Cite la principal ventaja y el peor inconveniente de la energía geotérmica frente a otras energías también renovables.
- S27. Galicia es famosa por la abundancia de balnearios, analice cuál de ellos tiene aguas termales y si las utilizan también como fuente de energía. ¿Qué temperaturas alcanzan estas aguas?
- S28. ¿Qué maneras de aprovechar la energía proveniente del mar conoce?

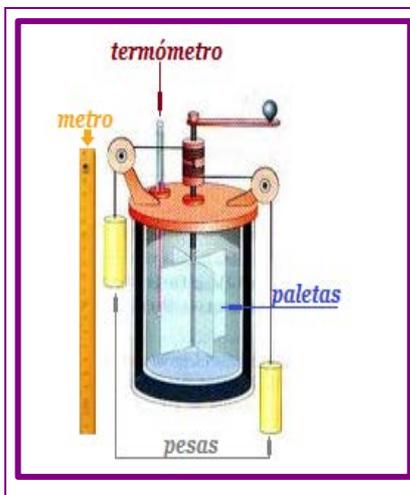
S29. ¿En qué consiste la energía maremotérmica?

S30. ¿Cómo pueden ser los captadores de ondas del mar para el aprovechamiento de su energía?

S31. ¿Cuáles son las principales repercusiones ambientales debidas a la producción y al consumo de energía?

2.2 Formas de intercambio de energía: trabajo y calor

En la unidad didáctica 6 en el apartado 2.1.2 vimos cómo, a través del dispositivo ideado por Joule, se demuestra que el trabajo mecánico que producían unas palas al girar en el interior de un líquido provocaba un aumento de temperatura en este, por lo que Joule establece que la relación entre el trabajo y el calor producido es siempre invariable.



Si el trabajo y el calor se expresan en las mismas unidades, podemos expresar la relación entre ellos así:

$$W = Q$$

Resultado que se conoce como equivalente mecánico del calor.

En el sistema internacional de unidades usaremos el Joule, J , para el calor, pero también se puede usar la caloría:

$$1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$$

Este resultado deriva directamente en lo que conocemos como el principio de conservación de la energía:

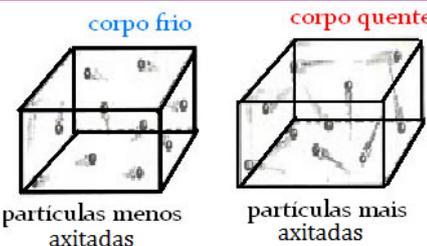
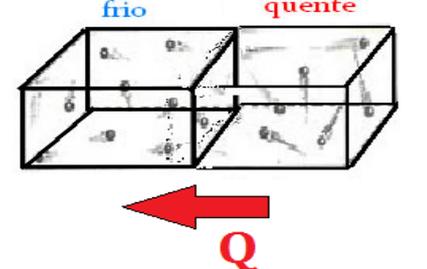
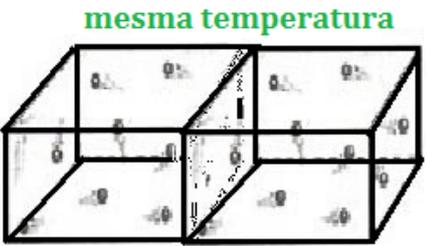
“La energía no se crea ni se destruye, tan sólo se transforma”

2.2.1 Efecto del calor en los cuerpos: variación de la temperatura

Si recordamos la teoría cinética molecular, dos de sus postulados dicen:

1. La materia está formada por partículas muy pequeñas de tamaños tan pequeños que no se pueden ver con un microscopio.
2. Las partículas están en continuo movimiento de manera aleatoria.

Basándonos en estos postulados podemos describir el calor.

	<p>Si tenemos dos cuerpos, uno frío a cierta temperatura y otro caliente a una temperatura superior, las partículas que forman el cuerpo caliente se mueven a mucha más velocidad que las del cuerpo frío.</p>
	<p>Si ponemos ambos cuerpos en contacto, las partículas del cuerpo caliente golpean las del cuerpo frío transfiriéndoles su energía. Las partículas del cuerpo frío se moverán más rápidamente y las del cuerpo caliente más despacio. A esta transferencia de energía es a lo que llamamos calor.</p>
	<p>El proceso continúa hasta que ambos cuerpos estén a la misma temperatura, es decir, hasta que las partículas se muevan a la misma velocidad en ambos cuerpos.</p>

Por tanto, según la teoría cinética molecular podremos definir:

Temperatura: Es la magnitud que expresa una medida de la agitación de las partículas que componen un cuerpo en comparación con un patrón.

Calor: Es la transferencia de energía entre dos cuerpos a diferentes temperaturas.

Es por eso que tenemos varias escalas de temperatura dependiendo del patrón de referencia que tomemos.

Escala Celsius o centigrada	Escala Kelvin	Escala Fahrenheit
<p>Toma como referencia: Congelación del agua a 0 °C Ebullición del agua a 100 °C</p>	<p>Toma como referencia: Cero absoluto de temperatura, donde todas las partículas de un cuerpo están quietas: -273,15 °C</p>	<p>Toma como referencia: Congelación del agua a 32 °F Ebullición del agua a 212 °F</p>
	$T(^{\circ}\text{C}) = T(\text{K}) - 273$	$T(^{\circ}\text{C}) = \frac{5 \cdot (T(^{\circ}\text{F}) - 32)}{9}$

Actividades resueltas

En Estados Unidos se utiliza la escala Fahrenheit en lugar de la Celsius que usamos en Europa. Determinar cuántos °F son 0 °C, 100 °C y un día de temperatura intermedia de 25 °C.

Despejando de la fórmula de conversión: $T(^{\circ}F) = \frac{9}{5}T(^{\circ}C) + 32$

$$\text{Para } 0^{\circ}\text{C}, T(^{\circ}F) = \frac{9}{5}0 + 32 = 32^{\circ}F$$

$$\text{Para } 100^{\circ}\text{C}, T(^{\circ}F) = \frac{9}{5}100 + 32 = 212^{\circ}F$$

$$\text{Para } 25^{\circ}\text{C}, T(^{\circ}F) = \frac{9}{5}25 + 32 = 77^{\circ}F$$

Por la propia definición de calor, tenemos que el efecto del calor entre dos cuerpos es la variación de la temperatura. Como ya vimos en la unidad anterior, podemos cuantificar esta variación a través de la expresión:

$$Q = m \cdot c \cdot (T_f - T_i) \quad \text{donde} \quad \begin{cases} Q = & \text{es el calor transferido} \\ m = & \text{la masa de la sustancia} \\ c = & \text{el calor específico de la sustancia} \\ T_f = & \text{la temperatura final} \\ T_i = & \text{la temperatura inicial} \end{cases}$$

Calorimetría

Si recordamos la definición de calor, siempre que un cuerpo se calienta tenemos otro que se enfría; por lo tanto, siempre tendremos un cuerpo que absorbe calor y otro que desprende calor. Si llamamos T_q a la temperatura inicial del cuerpo caliente y T_a a la del cuerpo frío cuando los ponemos en contacto, ambos alcanzan una temperatura final de equilibrio que llamamos T_f . Si ambos cuerpos están aislados y no tenemos pérdidas de calor con el medio, podemos escribir que:

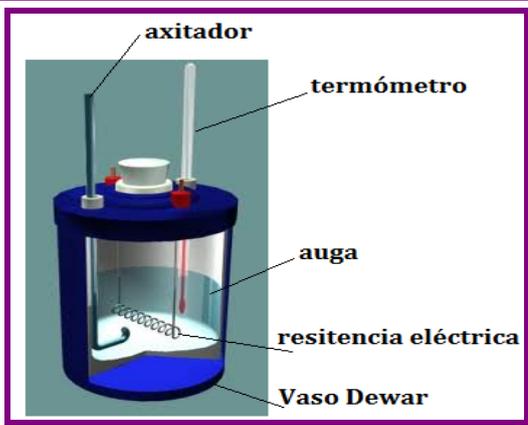
$$Q_{\text{absorbida}} + Q_{\text{desprendida}} = 0$$

Donde:

$$Q_{\text{absorbida}} = m \cdot c_q \cdot (T_q - T_f). \text{ Obsérvese que esta cantidad es positiva ya que } T_q > T_f.$$

$$Q_{\text{desprendida}} = m \cdot c_a \cdot (T_a - T_f). \text{ Como } T_f > T_a, \text{ esta cantidad será negativa.}$$

Las capacidades caloríficas de los cuerpos caliente y frío respectivamente son c_q y c_a . Estas expresiones son las que usamos en calorimetría para la determinación de las capacidades caloríficas de las sustancias. Lo habitual es que el cuerpo frío sea una cantidad conocida de agua de la cual tenemos perfectamente determinada su capacidad calorífica $c_a = 4.180 \text{ J/kg }^{\circ}\text{C}$.



El calorímetro consiste en un vaso Dewar, que es un recipiente con una doble pared de vidrio separada por una cámara de aire. Este lleva una cantidad de agua destilada previamente medida. El recipiente va herméticamente cerrado y lleva insertados un termómetro, un agitador para mezclar el agua de forma homogénea y una resistencia calefactora para elevar la temperatura del agua si es necesario. A través del tapón enroscado superior, se puede introducir la pieza de material cuya capacidad calorífica tenemos que determinar.

Calentamos el agua hasta una temperatura determinada por medio de la resistencia calefactora, por ejemplo $T_a = 25\text{ }^\circ\text{C}$. En el exterior calentamos la pieza que queremos medir hasta una temperatura superior, por ejemplo $T_q = 80\text{ }^\circ\text{C}$. Muy rápidamente se introduce la pieza en el interior del calorímetro tratando de minimizar las pérdidas de calor, el tapón no puede estar abierto más tiempo del necesario. Luego, esperamos a que se alcance la temperatura de equilibrio T_i .

Actividades resueltas

Un calorímetro contiene 450 g de agua a 24 °C. Se introduce un bloque de plomo de 100 g a una temperatura de 97,5 °C. Una vez alcanzado el equilibrio térmico, la temperatura del conjunto es de 24,5 °C. Calcular la capacidad calorífica del plomo.

Los datos que tenemos ya en unidades del Sistema Internacional (SI) son los siguientes:
 Del agua: $m_a = 0,45\text{ kg}$, $T_a = 24\text{ }^\circ\text{C}$, $c_a = 4.180\text{ J/kg }^\circ\text{C}$; del plomo: $m_c = 0,1\text{ kg}$, $T_q = 97,5\text{ }^\circ\text{C}$. Como se trata de diferencias de temperatura, no es necesario que las pasemos a Kelvin. Por lo tanto, tendremos:

$$Q_{\text{absorbida}} = m \cdot c_q \cdot (T_q - T_f) = 0,1 \cdot c_q \cdot (97,5 - 24,5)$$

$$Q_{\text{desprendida}} = m \cdot c_a \cdot (T_a - T_f) = 0,45 \cdot 4.180 \cdot (24 - 24,5)$$

Así, cuando se alcanza el equilibrio térmico tiene que cumplirse que:

$$0,1 \cdot c_q \cdot (97,5 - 24,5) + 0,45 \cdot 4.180 \cdot (24 - 24,5) = 0$$

Despejando obtenemos que $c_q = 128,8\text{ J/Kg }^\circ\text{C}$

Si mezclamos 2,5 l de agua a 20 °C con 1,5 l de agua a 100 °C, ¿cuál será la temperatura de la mezcla cuando se alcance el equilibrio térmico?

De nuevo tenemos dos cuerpos a diferentes temperaturas que se juntan hasta alcanzar el equilibrio, uno de ellos desprende calor y el otro absorbe el calor. Entonces: (recordar que la densidad del agua es 1 g/cm³, por lo que 1 l de agua es 1 kg)

$$Q_{\text{absorbida}} = m \cdot c_q \cdot (T_q - T_f) = 1,5 \cdot 4.180 \cdot (100 - T_f)$$

$$Q_{\text{desprendida}} = m \cdot c_a \cdot (T_a - T_f) = 2,5 \cdot 4.180 \cdot (20 - T_f)$$

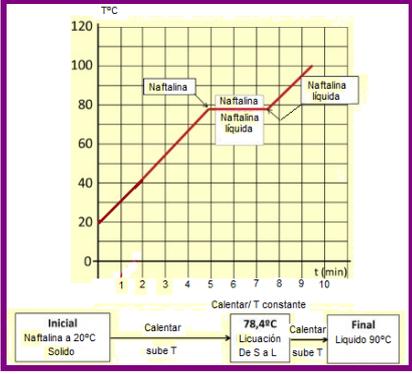
Por lo que tendremos:

$$1,5 \cdot 4.180 \cdot (100 - T_f) + 2,5 \cdot 4.180 \cdot (20 - T_f) = 0$$

Despejando obtenemos que: $T_f = 50\text{ }^\circ\text{C}$

2.2.2 Efecto del calor en los cuerpos: cambios de estado

Como vimos, cuando aplicamos calor a un cuerpo aumenta su temperatura; con todo, esto no siempre es así. Cuando la transferencia de calor es suficiente para producir un cambio de estado, podemos observar que la temperatura permanece constante hasta que se completa la transformación. Podemos realizar esta sencilla práctica en el laboratorio:

	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Ponga unas bolas de naftalina en un tubo de ensayo e introduzca en él un termómetro (el bulbo del termómetro debe quedar completamente cubierto por la naftalina). 2.- Coloque el conjunto en un recipiente lleno de agua en sus tres terceras partes y póngalo en una placa calefactora. 3.- Anote cada minuto la temperatura del agua mientras revuelve suavemente el agua. 4.- Represente gráficamente en una hoja de papel milimetrado la temperatura medida (en °C) frente al tiempo transcurrido en minutos.
	<p>Supongamos que la curva que obtenemos es como la de la figura:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- La naftalina sólida inicialmente a 20 °C va aumentando la temperatura hasta los 80 °C. 2.- Desde el minuto 5 hasta casi el 8, la temperatura permanece constante en 80 °C. 3.- A partir del minuto 8 la temperatura vuelve a subir, y la naftalina está líquida. <p>La conclusión es que durante el tiempo que dura el cambio de estado, el cuerpo absorbe calor pero no aumenta su temperatura.</p>

Podemos encontrar una explicación a este fenómeno si nos basamos de nuevo en la teoría cinética molecular. En estado sólido las moléculas de la sustancia están muy firmemente unidas y sólo pueden vibrar en sus posiciones. A medida que aplicamos calor se agitan cada vez más, pero aún permanecen unidas hasta que la energía absorbida es

suficiente como para romper sus enlaces. A partir de aquí las moléculas fluyen unas sobre las otras, está en estado líquido, pueden moverse con mayor libertad y por lo tanto aumentar su temperatura.

CALORES LATENTES A PRESIÓN ATMOSFÉRICA		
Substancia	L_f (J/kg)	L_v (J/kg)
Mercurio	$1,1 \cdot 10^5$	$0,29 \cdot 10^6$
Agua	$3,35 \cdot 10^5$	$2,2 \cdot 10^6$
Plomo	$2,3 \cdot 10^5$	$0,8 \cdot 10^6$
Hierro	$2,75 \cdot 10^5$	$6,29 \cdot 10^6$
Cobre	$2,05 \cdot 10^5$	$4,8 \cdot 10^6$
Aluminio	$4 \cdot 10^5$	$1,23 \cdot 10^7$

Esta cantidad de calor necesario para que se produzca el cambio de estado no podemos medirla a través de la temperatura, ya que esta no varía, por eso es necesario introducir el concepto de calor latente de cambio de estado.

Calor latente de cambio de estado, L : es la cantidad de energía térmica que tenemos que aplicar a un kilogramo de masa de una sustancia pura para cambiar su estado.

Así que, según el cambio de estado, tendremos un calor latente:

- Calor latente de fusión (solidificación): $Q = m \cdot L_f$
- Calor latente de vaporización (condensación): $Q = m \cdot L_v$

Actividades resueltas

Calcule la energía necesaria que tenemos que aplicarle a un kilogramo de hielo para que se funda completamente.

Como se trata de una fusión tendremos en cuenta el calor latente de fusión del agua, que es $L_f = 3,35 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$
 $Q = m \cdot L_f = 1 \cdot 3,35 \cdot 10^5 = 335.000 \text{ J}$.

Calcular la energía necesaria que tendremos que aplicar a 500 g de hielo inicialmente a $-5 \text{ }^\circ\text{C}$ para calentarlo hasta $100 \text{ }^\circ\text{C}$ y que se transforme totalmente en vapor. (Datos: $c_{(\text{hielo})} = 2.100 \text{ J/kg }^\circ\text{C}$; $c_{(\text{agua líquida})} = 4.180 \text{ J/kg }^\circ\text{C}$; $L_f = 3,35 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$; $L_v = 2,2 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$)



Curva de calentamiento del agua

Si observamos la curva de calentamiento del agua, vemos que tenemos cuatro tramos:

1. La temperatura oscila de $T_0 = -5 \text{ }^\circ\text{C}$ hasta $T_f = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ en estado sólido.
 $Q = m \cdot c \cdot (T_f - T_0) = 0,5 \cdot 2.100 \cdot (0 - (-5)) = 5.250 \text{ J}$
2. Cambio de estado de sólido a líquido a $0 \text{ }^\circ\text{C}$.
 $Q = m \cdot L_f = 3,35 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$.
3. Se eleva la temperatura desde $T_0 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ hasta $T_f = 100 \text{ }^\circ\text{C}$, en estado líquido.
 $Q = m \cdot c \cdot (T_f - T_0) = 0,5 \cdot 4.180 \cdot (100 - 0) = 209.000 \text{ J}$
4. Cambio de estado de líquido a vapor a $100 \text{ }^\circ\text{C}$.
 $Q = m \cdot L_v = 2,2 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$.

El calor necesario para todo el proceso será la suma de todas ellas:

$$Q = 5.250 + 16.7500 + 209.000 + 1.100.000 = 1.481.750 \text{ J}$$

2.2.3 Efecto del calor en los cuerpos: dilatación

La dilatación térmica es el proceso por el cual los objetos aumentan el espacio que ocupan cuando aumenta su temperatura.

Este fenómeno puede explicarse también en términos de la teoría cinética molecular: cuando un objeto aumenta su temperatura, las partículas que lo forman se mueven con mayor velocidad, por lo que requieren mayor espacio para moverse, aumentando así, sensiblemente, las dimensiones del objeto.

La dilatación depende del estado en que se encuentre el cuerpo sólido, líquido o gaseoso.

Dilatación en los sólidos

La dilatación en los sólidos puede ser lineal, superficial o cúbica, dependiendo de las dimensiones del cuerpo. En los sólidos homogéneos e isótropos, es decir, en los que tienen las mismas propiedades en todas las direcciones, se verifican las siguientes relaciones:

- La dilatación en una determinada dimensión es proporcional a la longitud inicial del cuerpo en esa dimensión.
- La dilatación es siempre proporcional al aumento de temperatura que experimenta el cuerpo.

Definiremos **coeficiente de dilatación lineal**, y denominaremos como λ , al aumento de longitud que experimenta cada unidad de longitud de un cuerpo al elevar su temperatura un grado centígrado. Llamaremos β y γ a los coeficientes de dilatación superficial y cúbica respectivamente y se puede demostrar que $\beta = 2 \cdot \lambda$ y $\gamma = 3 \cdot \lambda$; de esta forma, si llamamos ΔT a la variación de temperatura que sufre el cuerpo, $\Delta T = (T_f - T_i)$, tendremos que el aumento en sus dimensiones viene dado por:

COEFICIENTE DE DILATACIÓN LINEAL	
Substancia	λ ($^{\circ}\text{C}$) ⁻¹
Aluminio	$2,4 \cdot 10^{-5}$
Cobre	$1,8 \cdot 10^{-5}$
Hierro	$1,2 \cdot 10^{-5}$
Acero	$1,1 \cdot 10^{-5}$
Vidrio Pírex	$0,3 \cdot 10^{-5}$
Vidrio corriente	$0,9 \cdot 10^{-5}$
Hormigón	$(0,7 - 1,4) \cdot 10^{-5}$

Lineal	$l = l_0 \cdot (1 + \lambda \cdot \Delta T)$	l_0 = longitud original del cuerpo
Superficial	$S = S_0 \cdot (1 + \beta \cdot \Delta T)$	S_0 = superficie original del cuerpo
Cúbica	$V = V_0 \cdot (1 + \gamma \cdot \Delta T)$	V_0 = volumen original del cuerpo

El coeficiente de dilatación lineal es característico de cada cuerpo y se determina en el laboratorio de manera experimental.

Debido a la dilatación en los sólidos, tenemos que tener mucho cuidado cuando se diseñan grandes estructuras como puentes, edificios, etc. El efecto de la dilatación y compresión puede hacer que se fracturen. Normalmente materiales con un gran coeficiente de dilatación se mezclan con otros de coeficiente menor o bien en la construcción se dejan espacios para que los materiales puedan expandirse sin fracturar. Son las llamadas juntas de dilatación.

Actividades resueltas

Una lámina rectangular de aluminio, a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, mide $3\text{ m} \times 5\text{ m}$. ¿Cuál será su superficie a $35\text{ }^{\circ}\text{C}$?

Podemos formular el problema de dos formas:

1. Considerando sólo la dilatación lineal y después calcular la superficie, con $\lambda = 1,8 \cdot 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

Lado de 3 m : $l = 3 \cdot (1 + 1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 35) = 3,0019\text{ m}$

lado de 5 m : $l = 5 \cdot (1 + 1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 35) = 5,0032\text{ m}$

Entonces la superficie será: $S = l \times l = 3,0019 \cdot 5,0032 = 15,019\text{ m}^2$

2. Considerando la dilatación superficial directamente con $\beta = 2\lambda = 2 \cdot 1,8 \cdot 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

con $S_0 = 3 \cdot 5 = 15\text{ m}^2$, tendremos $S = 15 \cdot (1 + 3,6 \cdot 10^{-5} \cdot 35) = 15,019\text{ m}^2$

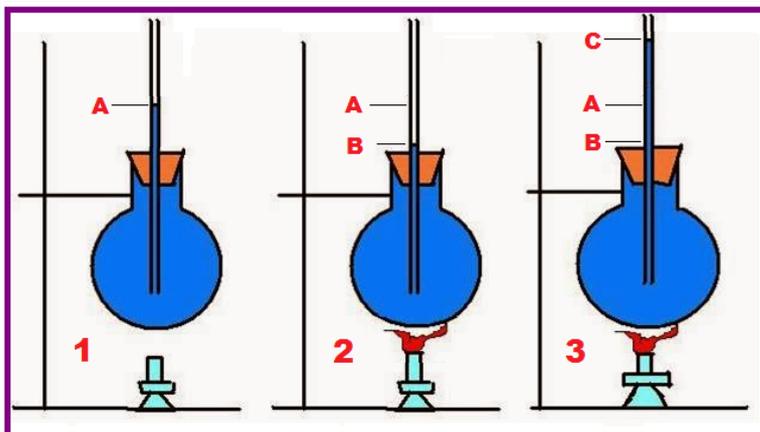
Una lámina de cobre tiene una superficie de 25.000 m^2 a temperatura de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, y a temperatura de $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ su superficie es de 25.027 m^2 . Calcular el coeficiente de dilatación superficial del cobre.

Con los datos que nos da el problema tenemos: $S = 25.027\text{ m}^2$; $S_0 = 25.000\text{ m}^2$ y $\Delta T = 30\text{ }^{\circ}\text{C} - 0\text{ }^{\circ}\text{C}$; por lo tanto: $25.255 = 25.000 \cdot (1 + \beta \cdot 30)$. Despejando: $\beta = 3,6 \cdot 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

Dilatación en los líquidos

Medir la dilatación en los líquidos es más complicado ya que no sólo se dilata el líquido sino que también lo hace el recipiente que lo contiene. En los líquidos hablamos de dilatación aparente como la diferencia entre la dilatación real del líquido menos la del recipiente que lo contiene.

Dilatación en un líquido



Para medir la dilatación en un líquido, hacemos un montaje como el de la figura. Cuando calentamos el líquido, vemos cómo sube su nivel por el tubo capilar.

1.- Llenamos el recipiente, a temperatura ambiente, hasta el nivel marcado como A.

2.- Cuando encendemos el fuego, lo primero que ocurrirá será que el recipiente se dilate, por lo que el nivel del líquido bajará un volumen igual a esta dilatación, V_{AB} es la dilatación del recipiente.

3.- Al cabo de un rato es el líquido lo que se dilata y por lo tanto sube

por el tubo capilar hasta el punto C, entonces V_{BC} es la dilatación real del líquido.

4.- La dilatación aparente que observamos será que el líquido pasa del nivel A hasta el nivel C. Entonces V_{AC} es la dilatación aparente.

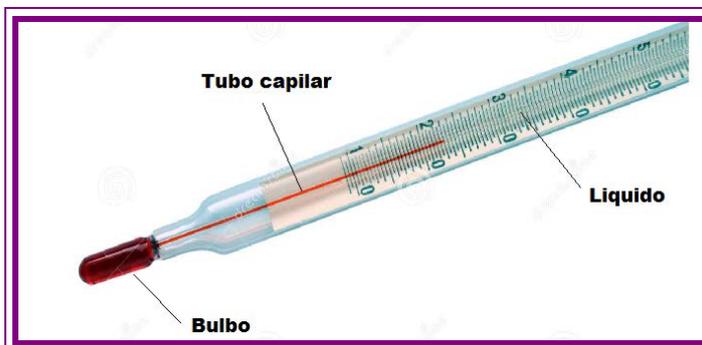
Tendremos por lo tanto:

$$V_{BC} = V_{AB} + V_{AC}$$

La dilatación real = dilatación del recipiente + dilatación aparente

El termómetro

El termómetro es cualquier aparato que utilizamos para medir la temperatura; no obstante, normalmente lo asociamos a los aparatos basados en la dilatación térmica de un líquido. Hasta ahora se solía utilizar el mercurio como líquido, ya que tiene un coeficiente de dilatación cúbica ($18 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$) que apenas varía con la temperatura. Debido a lo altamente contaminante que es el mercurio, a veces se sustituye por alcohol o tolueno. El vidrio utilizado es vidrio pírex con un coeficiente de dilatación muy bajo, por lo que la medida que realizamos en el termómetro es prácticamente la medida real de la dilatación del líquido.



Cuando aumenta la temperatura, el líquido que está en el bulbo se dilata y asciende por el tubo capilar. Marcamos en el vidrio dos puntos fijos, que suelen ser el punto de congelación del agua y el de ebullición. La distancia entre estos dos puntos se divide en un número de partes iguales, dando lugar a las distintas escalas termométricas.

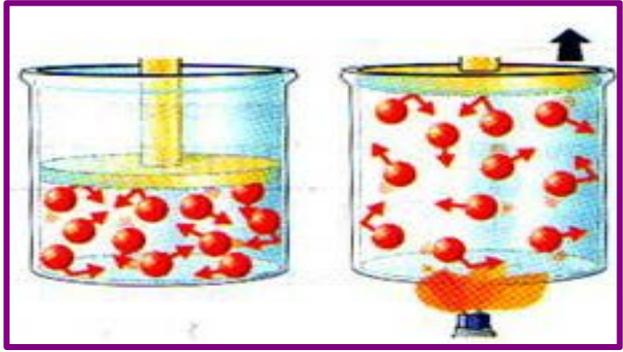
Dilatación anómala del agua

Decimos que el agua tiene una dilatación anómala porque entre los 0°C y los 4°C , en lugar de dilatarse, se contrae; de hecho, alcanza su volumen mínimo a los 4°C . Justo esta propiedad era la que se usaba para definir el kilogramo patrón como la masa de un litro de agua a 4°C .

Por tanto, el agua alcanza la densidad máxima a los 4°C , en estado líquido, por lo que el hielo, agua en estado sólido, flotará siempre sobre la superficie.

Dilatación en los gases

Los gases se dilatan mucho más que los sólidos y los líquidos. La explicación la encontramos de nuevo en la teoría cinética de los gases: cuando el gas se calienta, sus partículas se mueven mucho más rápido chocando unas con otras y con las paredes del recipiente, aumenta entonces la presión que ejercen. Si las paredes del recipiente son móviles, su volumen aumentará para igualarse la presión atmosférica de fuera del recipiente.

	<p>La variación del volumen de un gas con la temperatura es lo que conocemos como la ley de Gay-Lussac, y se puede demostrar experimentalmente:</p> $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ <p>Con la temperatura expresada en Kelvin.</p>
<p>$V_1; T_1$ $V_2; T_2$</p>	

Actividades resueltas

Se infla un globo con dos litros de aire inicialmente a 17° C y se deja al sol, por lo que se calienta hasta llegar a una temperatura de 32° C. ¿Cuál será su volumen a esa temperatura?

Datos iniciales $V_1 = 2 \text{ l}$; $T_1 = 17^\circ \text{ C} = 17 + 273 = 290 \text{ K}$

Datos finales: $V_2 = ?$; $T_2 = 32^\circ \text{ C} = 32 + 273 = 305 \text{ K}$, entonces:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \rightarrow \frac{2}{290} = \frac{V_2}{305} \rightarrow V_2 = 2,1 \text{ l}$$

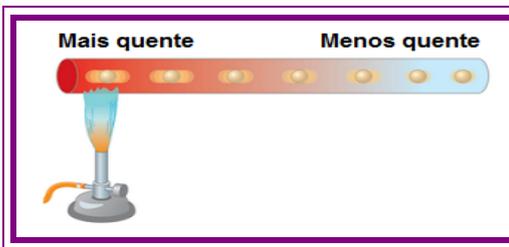
Tenemos por tanto que el resultado de calentar el aire 15° C produce un aumento de volumen de 0,1 l = 100 cm³.

2.2.4 Transmisión de la energía térmica

El calor, por lo tanto, es una transferencia de energía que se pone de manifiesto cuando pasa de un cuerpo a otro. A través de la teoría cinética molecular entendemos que el mecanismo por el que se transfiere la energía consiste en que las moléculas de un cuerpo comunican su movimiento al otro. Esto se puede realizar mediante tres mecanismos diferentes: conducción, convección y radiación.

Conducción

Cuando sostenemos con la mano un extremo de una varita de hierro y el otro lo acercamos a una llama, al cabo de un tiempo notaremos cómo nuestro extremo se va calentando. Decimos en este caso que el calor va de un extremo al otro por conducción.



A medida que las partículas del extremo de la barra adquieren energía térmica, va aumentando su energía cinética y se mueven más rápido golpeando a las que tienen a su lado, transmitiéndoles su movimiento y así sucesivamente de unas partículas a otras, hasta llegar al otro extremo de la barra.

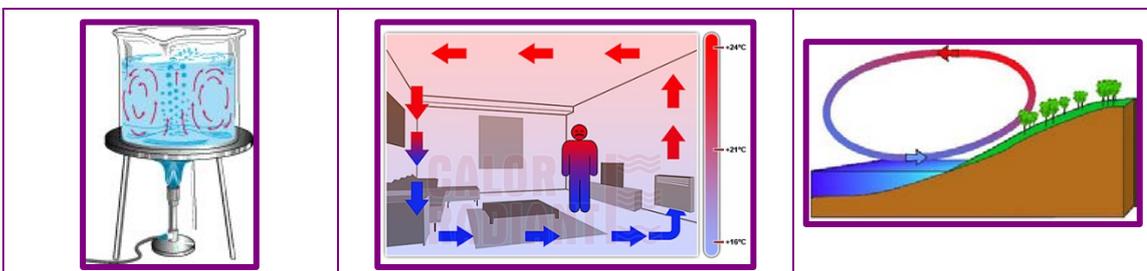
Esta forma de transferencia de la energía térmica por conducción es propia de los sólidos y la principal característica que tiene es que no hay transporte de materia, las partículas tan sólo transmiten su movimiento de vibración y no se mueven de sus posiciones de equilibrio.

La conductividad térmica es la capacidad de las sustancias para conducir el calor. Es el parámetro que utilizaremos para determinar si un material es aislante, no conduce el calor o es conductor y la conduce.

CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (J/s · m · K)			
Conductor		Aislante	
Plata	0,97	Corcho	0,0001
Cobre	0,92	Madera	0,0002
Aluminio	0,49	Hielo	0,004
Acero	0,12	Vidrio	0,002

Convección

La convección es la propagación del calor propio de los fluidos (líquidos y gases). Cuando se calienta un fluido, se dilata, aumenta su volumen y por lo tanto su densidad disminuye; luego la capa caliente flota sobre las más frías y se desplaza hacia arriba dejando un hueco vacío que viene a ser ocupado por una capa fría que de nuevo se calienta y asciende. Este movimiento será continuo hasta que la temperatura de todo el fluido sea uniforme.



Las corrientes de convección hacen que la energía térmica se reparta de manera uniforme en los líquidos, son las responsables de que el calor de la calefacción se reparta por la casa y también de que se produzcan las brisas marinas.

La convección es por tanto un proceso de propagación del calor donde sí tenemos movimiento de las partículas de la sustancia a través de todo el fluido.

Radiación

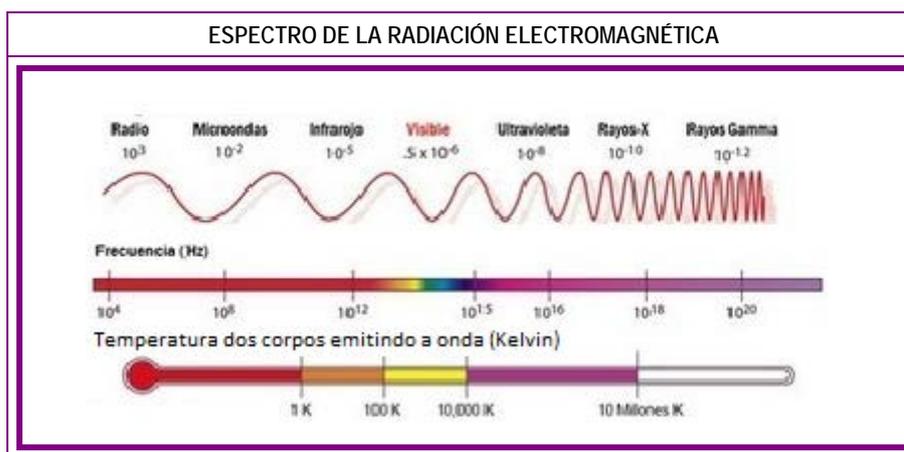
Podemos hacer un experimento sencillo: aproximar nuestras manos a cierta distancia de una lámpara de filamento encendida, sin tocarla, y comprobar como al punto



notamos el calor que desprende la lámpara. Resulta que no estamos tocando la lámpara y por lo tanto, descartamos que el calor nos llegue en forma de conducción. Si situamos una vela encendida cerca de la lámpara,

observaremos que la llama no se agita, por lo que no hay corrientes de aire, así que podemos descartar, también, la convección en el entorno de la lámpara. ¿Cómo es posible que el calor llegue a nosotros? Podemos ir aún más lejos y preguntarnos si en el espacio exterior, más allá de nuestra atmósfera, donde existe un vacío casi perfecto, es decir, no hay aire y por lo tanto no tenemos un medio material por el cual se pueda propagar el calor, cómo es posible que el calor del Sol nos llegue hasta la Tierra. Existe otra forma de transferencia de energía a la que llamamos radiación.

Radiación: Es la transferencia de energía que se produce a través de la emisión de ondas de tipo electromagnéticas. Se caracteriza porque no requiere de un soporte material para propagarse.

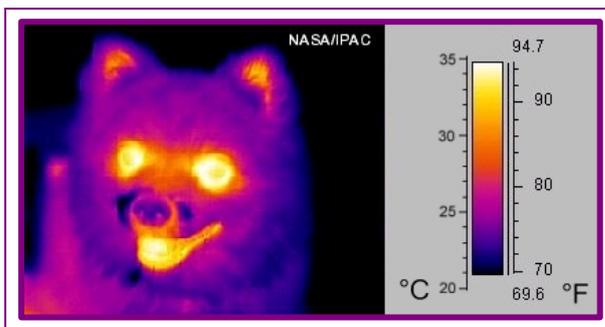


Existen dos tipos de ondas, las mecánicas, como las ondas de sonido, que requieren de un medio

material para propagarse, y las ondas electromagnéticas, que se propagan en el vacío. Las ondas electromagnéticas se producen por el movimiento de partículas cargadas y transportan energía capaz de excitar las partículas de los cuerpos a los que alcanza. Se caracterizan por un parámetro llamado frecuencia. Dependiendo del valor de esta, serán más o menos energéticas clasificándose en lo que conocemos como el espectro electromagnético.

Como ya vimos, la temperatura de un cuerpo depende del estado de vibración de sus

partículas. Además, como las partículas están cargadas, tienen electrones, pueden emitir ondas electromagnéticas, así que cualquier cuerpo que esté a una temperatura determinada emite ondas electromagnéticas. Por otro lado, cuando un cuerpo es alcanzado por una onda electromagnética de una frecuencia determinada, si esta se ajusta a las características del material del que está hecho el cuerpo, sus partículas absorben su energía y comienzan a vibrar, es decir, aumenta su temperatura. Podemos hablar de absorción y emisión de radiación electromagnética dependiendo de la naturaleza de cada material.



En el espectro electromagnético hay una pequeña zona que denominamos “visible”, corresponde a la radiación que el ojo humano es capaz de detectar, son los colores que vemos, son las ondas con unas frecuencias entre una franja de $400 \cdot 10^{12}$ y

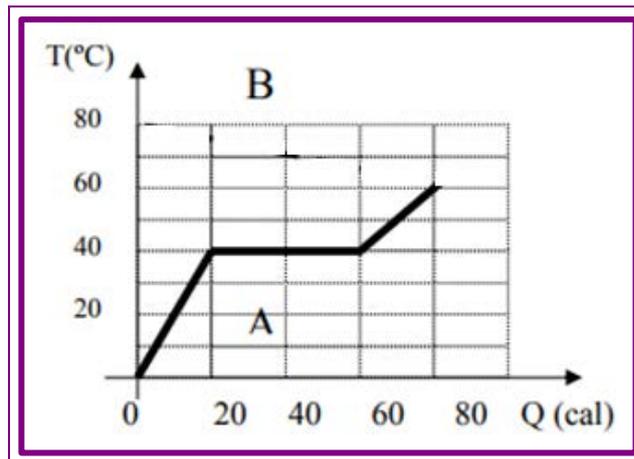
$800 \cdot 10^{12}$ Hz. De esta forma la mayoría de los objetos a temperaturas cotidianas tienen su máximo de emisión en el infrarrojo. Los seres vivos, en especial los mamíferos, emiten una gran proporción de radiación en la parte del espectro infrarrojo, debido a su calor corporal. El ojo humano no distingue esta radiación pero se pueden detectar con una cámara térmica:

No todos los cuerpos tienen el mismo poder de emisión y de absorción de las radiaciones. Las que los absorben mejor son los cuerpos negros y las que mejor las reflejan son los cuerpos blancos, de ahí que en pueblos donde hay una gran exposición solar se suele pintar las casas de blanco.

Actividades propuestas

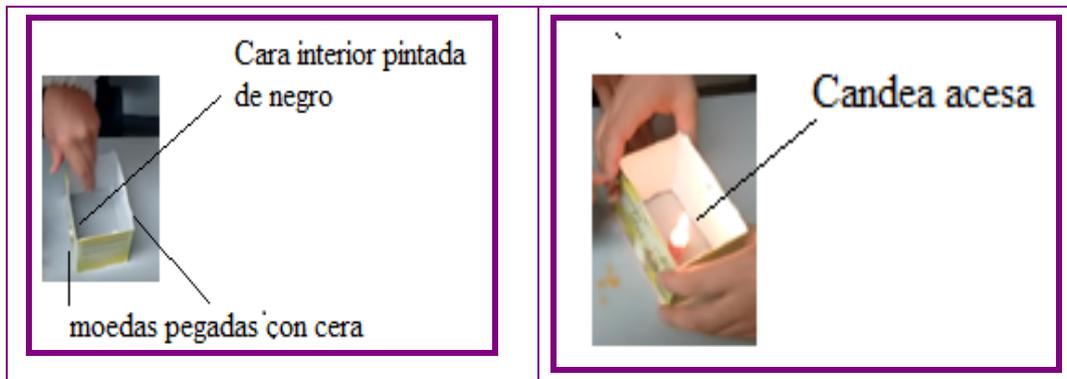
- S32. Traslade a grados Kelvin y a grados Fahrenheit la temperatura normal del cuerpo de 36°C .
- S33. ¿Qué calor se necesita para elevar la temperatura de 100 g de hierro desde 18°C hasta 200°C ($c_{(\text{Fe})} = 752 \text{ J/K} \cdot \text{kg}$)? Calcule a qué altura habría que subir una piedra de 5 kg para obtener la misma energía. ¿Cuánto tiempo habría que tener el hierro en una estufa de 2 kW para alcanzar esa temperatura?
- S34. Se desea enfriar un baño con 40 l de agua a 50°C con agua a 20°C . ¿Qué cantidad de agua fría debemos echar para que el baño resulte a temperatura de 32°C ? $C_{(\text{agua})} = 4.180 \text{ J/K} \cdot \text{kg}$, $d_{(\text{agua})} = 1 \text{ g/cm}^3$.

- S35. En un recipiente se colocan 10 kg de agua fría a 9 °C. ¿Qué masa de agua hirviendo ($T = 100\text{ °C}$) tenemos que introducir en el recipiente para que la temperatura de la mezcla sea de 30 °C. No se considere la energía absorbida por el recipiente. $C_{\text{(agua)}} = 4.180\text{ J/K} \cdot \text{kg}$.
- S36. ¿Qué cantidad de agua a 20 °C debería colocarse en un recipiente aislado para que al echar en ella 2 g de hielo a 0 °C se obtenga en el equilibrio agua líquida a 0 °C? $C_{\text{(agua)}} = 4,18\text{ J/K} \cdot \text{g}$; $c_{\text{(hielo)}} = 2,3\text{ J/K} \cdot \text{g}$; $L_{\text{(agua)}} = 80\text{ cal/g}$.
- S37. Se calientan 50 g de una aleación hasta los 250 °C y se introducen en un calorímetro que contiene 130 g de agua a 15 °C. La temperatura final de la mezcla es de 18 °C. Determinar el calor específico de la aleación. $C_{\text{(agua)}} = 4.180\text{ J/K} \cdot \text{kg}$.
- S38. La figura representa la evolución de la temperatura en función del calor intercambiado cuando, en un recipiente aislado que contiene un kilo de cierto sólido (A), si le introducen 100 g de un sólido desconocido (B) a 80 °C. Si no se tiene en cuenta el calor intercambiado con el recipiente:
- a) ¿Cuál es el calor latente de fusión de A?
 - b) ¿Cuál es el calor específico de B?



- S39. Determine la cantidad de calor que tiene que extraerse de una nevera para congelar un vaso de 200 g de agua que inicialmente se encuentra a 20 °C. Se supone que el agua estará totalmente congelada cuando alcance la temperatura de -5 °C . Datos: $c_{\text{(auga)}} = 4,18\text{ J/K} \cdot \text{g}$; $c_{\text{(hielo)}} = 2,3\text{ J/K} \cdot \text{g}$; $L_{\text{(auga)}} = 334,4\text{ J/g}$.
- S40. Un raíl de aluminio de 30 metros a 20 °C se dilata al aumentar la temperatura a 60 °C. Sabiendo que el coeficiente de dilatación lineal del aluminio es de $2,4 \cdot 10^{-5}\text{ °C}^{-1}$, determine el espacio que tenemos que dejar como junta de dilatación con el raíl siguiente.

- S41. Si una viga de hierro mide 10 metros a la temperatura de 15 °C, ¿qué longitud tendrá un día de verano si la temperatura llega a 35 °C? (Coeficiente de dilatación lineal del hierro: $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$).
- S42. Al aumentar la temperatura de un cuerpo de 10 °C a 21 °C, el volumen del cuerpo sólido aumenta 0,02 cm³. Si el volumen del cuerpo a 10 °C era 100 cm³, determine el coeficiente de dilatación volumétrica del material del cuerpo.
- S43. A la vista de la tabla de coeficientes de dilatación lineal, razone por qué se emplea el vidrio pírex en recipientes que deben someterse a grandes cambios de temperatura.
- S44. Calcule el coeficiente de dilatación lineal del uranio, sabiendo que una barra de 1 m se alarga 0,14 mm cuando su temperatura sube 10 °C.
- S45. Piense cuáles podrían ser las consecuencias si el agua fuese como todos los líquidos y no tuviese esa propiedad de dilatación térmica anómala.
- S46. Podría explicar por qué las capas de aire caliente ascienden en términos de la dilatación de los gases.
- S47. 10 litros de aire a 25 °C se enfrían hasta 273 K. ¿Cuál será su volumen final si la presión permaneció constante?
- S48. Razone si es correcta la expresión: “Pon el abrigo, que te dará calor”.
- S49. Busque información sobre cinco tipos de materiales que sean malos conductores de calor e indique la aplicación que se les puede dar.
- S50. Le proponemos que realice el experimento siguiente: Utilice una pequeña caja, quítele las tapas inferior y superior y pinte de negro una de las caras por la parte interior de la caja, después péguele dos monedas en las caras exteriores enfrentadas utilizando para eso cera de una vela. Coloque la vela encendida en el medio y observe lo que ocurre.



¿Qué moneda cae antes? ¿Cuál cree que puede ser el motivo?

2.3 Transformaciones de energía. Energía eléctrica

Sea cual fuere la fuente de energía que empleemos, es evidente que la energía más utilizada en la actualidad es la energía eléctrica. El principal reto al que se enfrenta el ser humano es cómo gestionar nuevas técnicas para transformar cualquier tipo de energía en energía eléctrica de la manera más sostenible y rentable posible.

Vamos a dedicar esta sección a hacer un repaso de las principales centrales de generación de energía eléctrica, y qué mejor sitio para encontrar esta información que recurrir a las industrias eléctricas españolas: Iberdrola, Endesa, Gas Natural Fenosa, Viesgo y EDP, todas ellas representadas en una asociación llamada Unesa (Asociación Española de Industrias Eléctricas). En su página web encontramos hasta once tipos de centrales eléctricas diferentes.

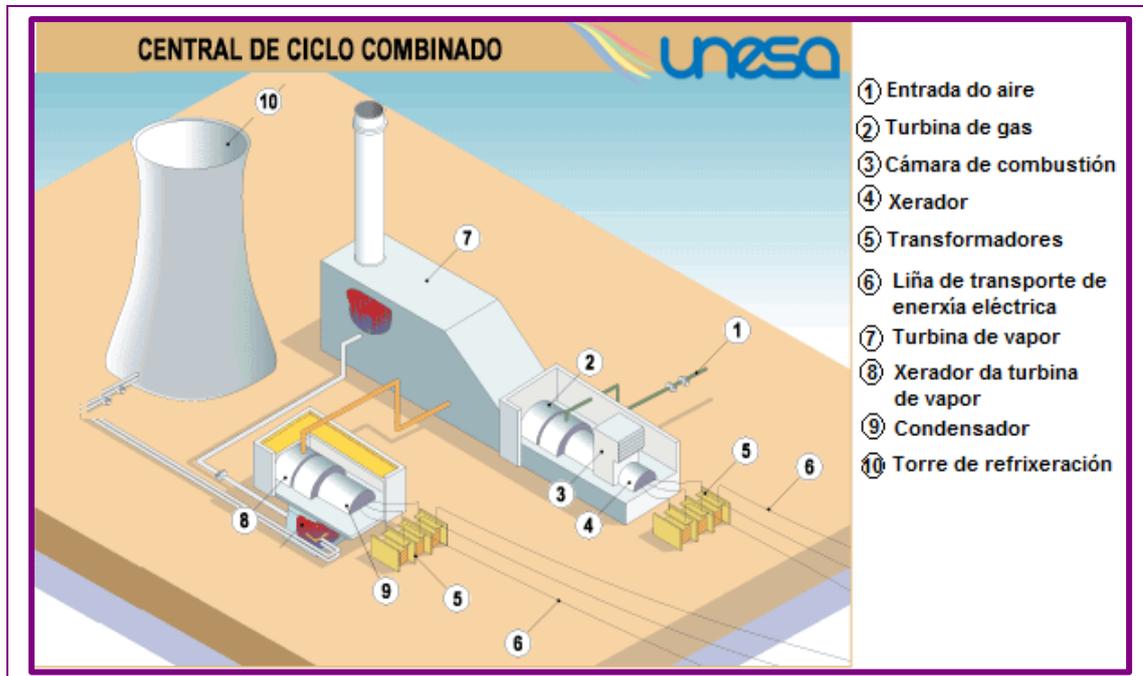
Central de ciclo combinado

Es una central en la que la energía térmica del combustible es transformada en electricidad mediante dos ciclos termodinámicos: el correspondiente a una turbina de gas (ciclo Brayton) y el convencional de agua/turbina de vapor (ciclo Rankine).

La turbina de gas consta de un compresor de aire, una cámara de combustión y la cámara de expansión. El compresor comprime el aire a alta presión para mezclarlo posteriormente en la cámara de combustión con el gas. En esta cámara se produce la combustión del combustible en unas condiciones de temperatura y presión que permiten mejorar el rendimiento del proceso, con el menor impacto ambiental posible.

A continuación, los gases de combustión se conducen hasta la turbina de gas (2) para su expansión. La energía se transforma, a través de las paletas de las turbinas, en energía mecánica de rotación que se transmite a su eje. Parte de esta potencia es consumida en arrastrar el compresor (aproximadamente los dos tercios) y el resto

mueve el generador eléctrico (4), que está ajustado a la turbina de gas para la producción de electricidad. El rendimiento de la turbina aumenta con la temperatura de entrada de los gases, que alcanzan unos 1.300 °C, y que salen de la última etapa de expansión en la turbina a unos 600 °C. Por tanto, para aprovechar la energía que aún tienen, se conducen a una caldera de recuperación para su utilización.



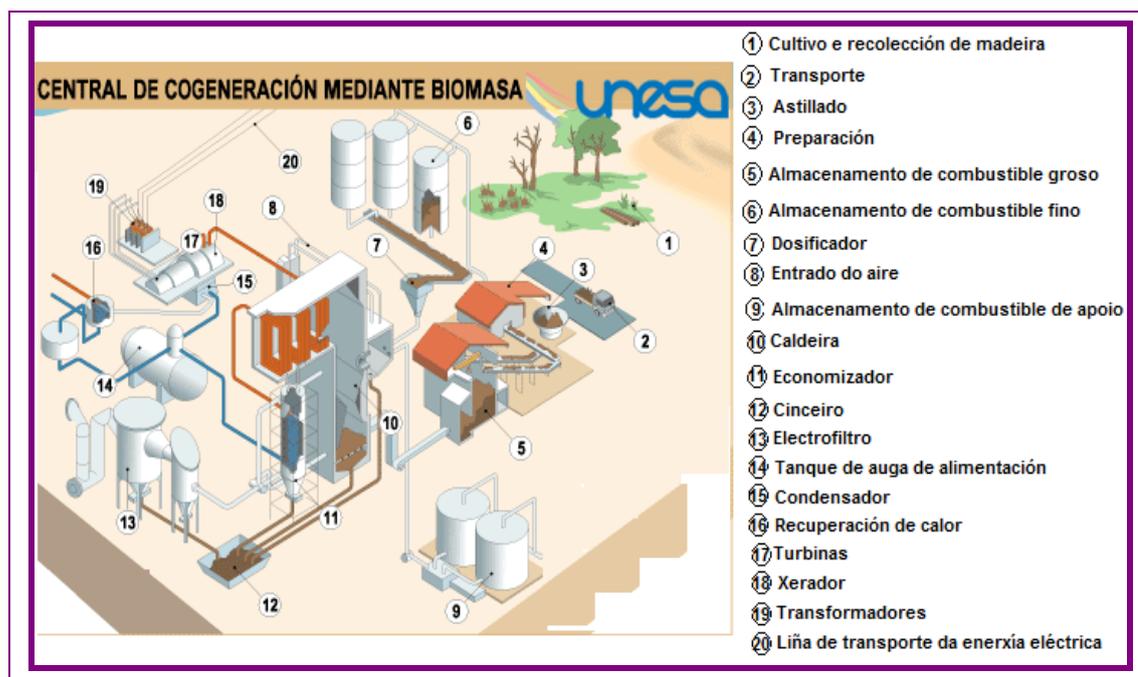
La caldera de recuperación tiene los mismos componentes que una caldera convencional (precalentador, economizador, etc.), y, en ella, los gases de escape de la turbina de gas transfieren su energía a un fluido, que en este caso es el agua, que circula por el interior de los tubos para su transformación en vapor de agua.

A partir de este momento se pasa a un ciclo convencional de vapor/agua. Por consiguiente, este vapor se expande en una turbina de vapor (7) que acciona, a través de su eje, el rotor de un generador eléctrico (4) que, a su vez, transforma la energía mecánica rotatoria en electricidad de media tensión y alta intensidad. Con el fin de disminuir las pérdidas de transporte, se eleva su tensión en los transformadores (5), para ser llevada a la red general mediante las líneas de transporte (6).

El vapor saliente de la turbina pasa al condensador (9) para su licuación mediante agua fría que proviene de un río o del mar. El agua de refrigeración se devuelve posteriormente a su origen, río o mar (ciclo abierto), o se hace pasar a través de torres de refrigeración (10) para su enfriamiento, en el caso de ser un sistema de ciclo cerrado.

Central de cogeneración mediante biomasa

Una central de biomasa es una instalación que permite el aprovechamiento de la biomasa para la producción de electricidad. Tiene un ciclo térmico similar al de las centrales térmicas convencionales: la energía calorífica que se produce en un determinado foco es transformada en energía mecánica rotatoria mediante una turbina y, posteriormente, en energía eléctrica a través de un generador. La diferencia está en que el combustible principal utilizado para producir la energía calorífica en el caso de las centrales de biomasa lo constituyen principalmente los residuos forestales, los cultivos de plantas energéticas o los residuos agrícolas.



Hay diversas tecnologías en el funcionamiento de estas plantas. A continuación, se describe el esquema de funcionamiento de una central-tipo de biomasa.

En primer lugar, el combustible principal de la instalación -residuos forestales, agrícolas o cultivos de plantas energéticas (1)- es transportado y almacenado en la central (2). En ella puede ser sometido a un tratamiento para hacer astillas (3) para reducir su tamaño, si eso fuese necesario. A continuación, pasa a un edificio de preparación del combustible (4), donde generalmente se clasifica en función de su tamaño, fino y grueso, para después ser llevados a los correspondientes almacenes (5 y 6).

El combustible, una vez preparado, se lleva a la caldera (10) para su combustión, y el calor producido hace que el agua que circula por las tuberías de la caldera se convierta en vapor de agua. Generalmente la caldera tiene una parrilla donde se quema el combustible grueso. El combustible fino se mezcla con el combustible de

apoyo (generalmente un derivado del petróleo) procedente de su almacén (9), para ser quemado de la forma más eficiente posible.

El agua que circula por el interior de la caldera proviene del tanque de alimentación (14). Antes de entrar allí, el agua pasó generalmente por un economizador, donde es precalentada mediante el intercambio de calor con los gases de combustión que salen de la propia caldera. Estos gases de combustión son sometidos a un proceso de recirculación por la caldera para reducir la cantidad de materia sin quemar y así aprovechar al máximo el poder energético y reducir las emisiones atmosféricas.

Asimismo, los gases de combustión son limpiados por los equipos de depuración (13), antes de ser vertidos a la atmósfera a través de una chimenea. Las partículas retenidas, junto con las cenizas de la combustión, son conducidas al cenicero (12) para ser transportadas posteriormente a una escombrera.

Al igual que se hace en otras centrales térmicas convencionales, el vapor generado en la caldera se expande en la turbina de vapor (17) que mueve el generador eléctrico (18), donde se produce la energía eléctrica que, una vez elevada su tensión en los transformadores (19), se vierte a la red general mediante las líneas de transporte (20) correspondientes.

El vapor de agua proveniente de la turbina es transformado en líquido en el condensador (15), y de ahí es enviado nuevamente al tanque de alimentación (14), cerrándose así el circuito principal del agua en la central.

Desde el punto de vista del cambio climático, se considera que los gases de efecto invernadero emitidos en la producción de electricidad a partir de la biomasa no tienen impacto negativo, ya que el CO₂ producido en la combustión es aproximadamente el mismo que la cantidad fijada por la masa vegetal durante su crecimiento. En cualquier caso, en la hipótesis de no utilizarse la biomasa en una central, el CO₂ volvería a la atmósfera a través del proceso natural de descomposición de la materia orgánica.

Central de gasificación integrada con ciclo combinado

Las centrales de gasificación del carbón y ciclo combinado integrado utilizan combustibles (carbón, coque de petróleo, etc.) que son primeramente gasificados en la propia central. El gas obtenido se expande posteriormente en una turbina de gas y, a continuación, aprovecha el calor residual para alimentar una turbina de vapor mediante una caldera de recuperación. La energía eléctrica final que se produce es, por tanto, la suma de la generada en el grupo tradicional y de la producida en la unidad de gas.



En primer lugar, el carbón es transportado y almacenado en el parque de carbón (2). Desde el parque, una cinta transportadora conduce el carbón a la planta de preparación del combustible (3), donde este es pulverizado y secado mediante el nitrógeno procedente de la unidad de separación de aire (6). En esta unidad, el aire se limpia y enfría para obtener el oxígeno que se utiliza posteriormente en la gasificación del carbón. Asimismo, se extrae el nitrógeno que se emplea en aumentar el rendimiento del grupo de gas y en la planta de preparación del combustible.

El gasificador (7) recibe, por una parte, el combustible pulverizado procedente de la planta de preparación y se le inyecta, por otra parte, el oxígeno producido junto con vapor de agua, obteniéndose un gas sintético a muy alta temperatura. Una vez enfriado el gas sintético, las cenizas producidas se llevan al cenicero (4), para su tratamiento posterior y transporte a una escombrera.

El gas obtenido en el gasificador, antes de ser quemado, pasa por la unidad de desulfuración (10), en la que se le quita el azufre; una vez limpio, es enviado al grupo de gas. Este grupo se compone de un compresor, que toma aire exterior y lo adapta a las condiciones necesarias para que la combustión sea óptima; una cámara de combustión, donde es quemado el gas; y la propia turbina de gas (8), en la que los gases de combustión se expanden y mueven un generador eléctrico ajustado en la turbina (11). La electricidad generada es enviada a los transformadores (14) para adaptar sus condiciones de tensión e intensidad a las de la línea de transporte (15) del sistema.

En la caldera de recuperación (9), se aprovecha el calor residual de los gases de combustión procedentes de la turbina de gas antes de liberarlos a la atmósfera y se transforma en vapor el agua procedente del depósito (18). Este vapor es enviado a una turbina de vapor (11) para su expansión. En la caldera del gasificador también se produce vapor de agua, aprovechando la alta temperatura a la que se genera el gas sintético, agua que es precalentada en la caldera de recuperación.

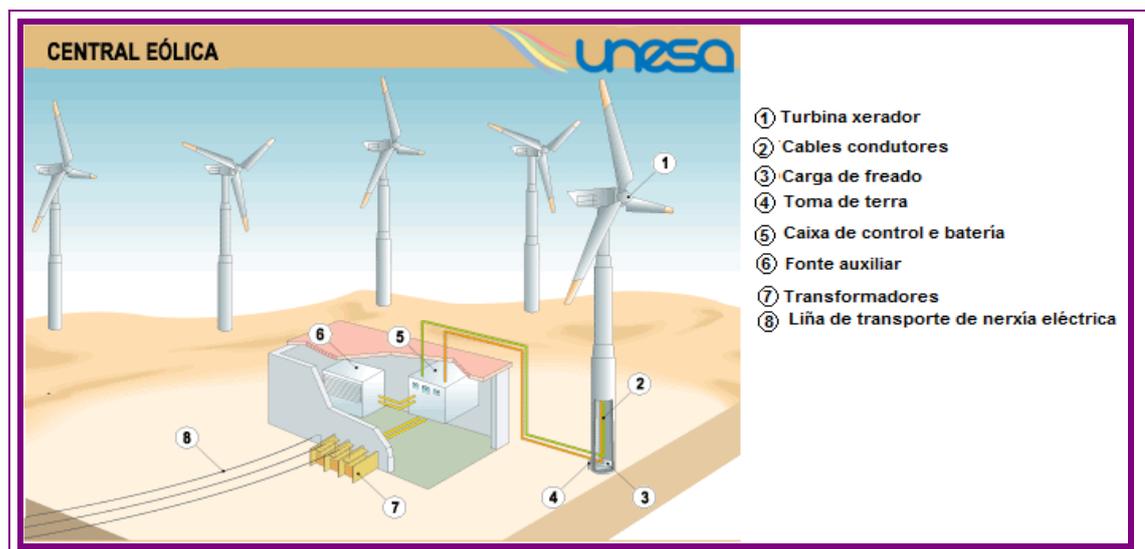
Del mismo modo que en el caso de la turbina de gas, la turbina de vapor convencional mueve un generador (11) que produce energía eléctrica. Esta es enviada a continuación al parque de transformación (14) y, desde aquí, a la línea de transporte (15) del sistema.

El vapor de agua procedente de la turbina de vapor es llevado al condensador (12) para su transformación en líquido mediante el intercambio de calor con el agua del circuito auxiliar de refrigeración. El agua es enviada a la torre de refrigeración (16) para que libere el calor recibido.

Todos los funcionamientos de los sistemas y equipos de la central están supervisados desde la sala de control (13), que está diseñada para resolver cualquier incidente operativo que pueda producirse en las instalaciones.

Central eólica

En la actualidad, la energía eólica se aprovecha fundamentalmente mediante su transformación en electricidad a través de los aerogeneradores. Un aerogenerador eléctrico es, por tanto, una máquina que convierte la energía cinética del viento en energía eléctrica. Para eso, utiliza unas palas, que conforman una hélice, y que transmiten la energía del viento al rotor de un generador.



Generalmente se agrupan en un mismo emplazamiento varios aerogeneradores, dando lugar a los llamados parques eólicos, que pueden verse en la cima de numerosas montañas.

Existe una gran cantidad de modelos de aerogeneradores, aunque pueden agruparse en dos grandes conjuntos: los de eje vertical y los de eje horizontal.

Funcionamiento de un tipo de aerogenerador de eje horizontal

Sobre una torre soporte se coloca una góndola (1), que aloja en su interior un generador, el cual está conectado, mediante una multiplicadora, a un conjunto de

palas.

La energía eléctrica producida por el giro del generador es transportada mediante cables conductores (2) a un centro de control (5) desde donde, una vez elevada su tensión por los transformadores (7), es enviada a la red general mediante las líneas de transporte de alta tensión (8).

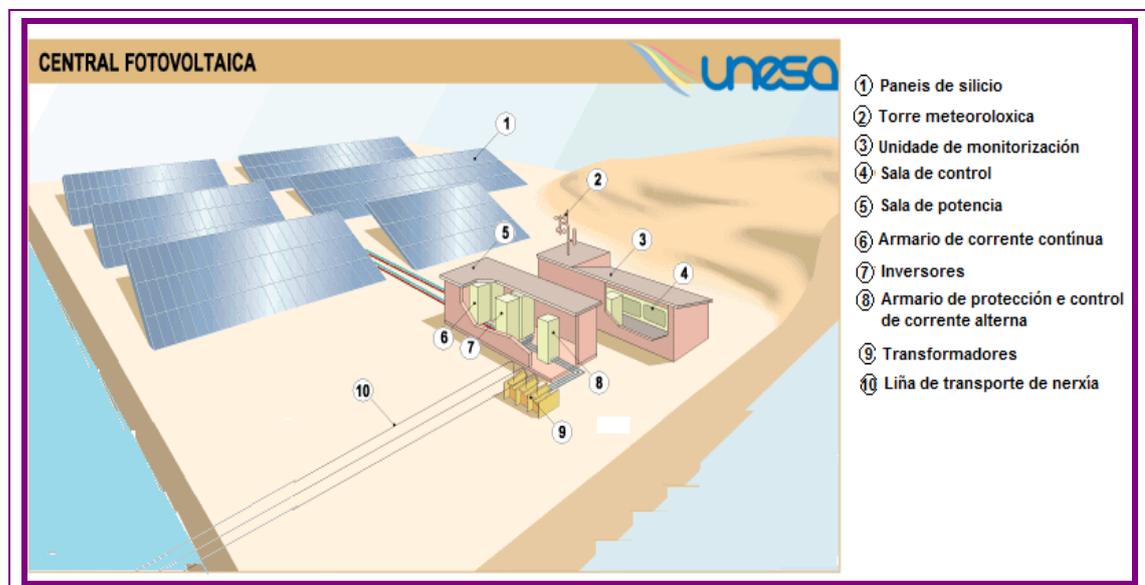
Dado el carácter aleatorio de la producción de energía eléctrica por vía eólica, las centrales de este tipo deben disponer de una fuente auxiliar (6) para tener garantizado en todo momento el suministro de energía eléctrica.

Debido a la altura en la que se encuentra el generador y al roce que el aire produce sobre este, es conveniente que el equipo tenga una toma a tierra (4), para evitar la electricidad estática.

Asimismo, para el control de la velocidad del generador existen tecnologías que permiten regular, dentro de unos límites, las revoluciones de las palas, independientemente de la velocidad del viento.

Central fotovoltaica

El elemento básico de una central fotovoltaica es el conjunto de células fotovoltaicas que captan la energía solar y la transforman en corriente eléctrica continua mediante el efecto fotoeléctrico. Están integradas, primero, en módulos y luego se forman con ellos los paneles fotovoltaicos (1). Lógicamente, la producción de electricidad de dichas células depende de las condiciones meteorológicas existentes en cada momento, “fundamentalmente de la insolación”. Dichas condiciones son medidas y analizadas con la ayuda de una torre meteorológica (2).



Como la energía eléctrica que circula por la red de transporte lo hace en forma de corriente alterna, la corriente continua generada en los paneles solares debe ser transformada en corriente alterna. Es conducida, entonces, primeramente a un

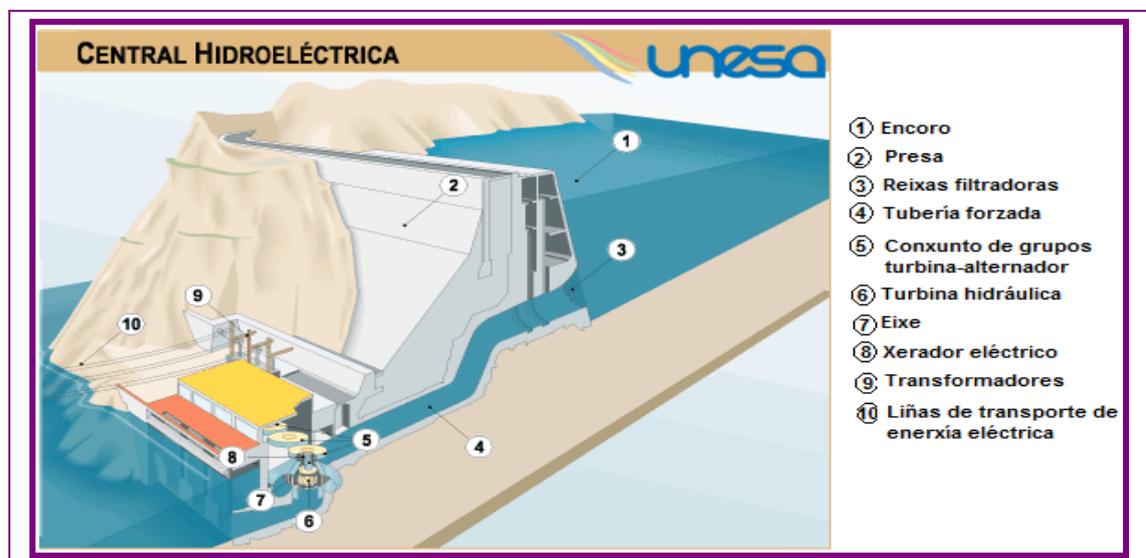
armario de corriente continua (6), para ser convertida en corriente alterna por medio de un inversor (7) y ser finalmente transportada a un armario de corriente alterna (8).

Posteriormente, la energía eléctrica producida pasa por un centro de transformación (9) donde se adapta a las condiciones de intensidad y tensión de las líneas de transporte (10) para su utilización en los centros de consumo.

El funcionamiento de todos los equipos de la central se supervisa desde la sala de control (4), en la que se recibe información de los distintos sistemas de la instalación: torre meteorológica, inversor, armarios de corriente continua y alterna, centro de transformación, etc.

Central hidroeléctrica

Las centrales hidroeléctricas son instalaciones que permiten aprovechar la energía potencial gravitacional (masa a una cierta altura) contenida en el agua de los ríos, y convertirla en energía eléctrica mediante turbinas hidráulicas ajustadas a generadores eléctricos.



En la figura se toma como ejemplo el emplazamiento de una central de acumulación con la central eléctrica a pie de presa.

La presa (2), situada en el cauce de un río, acumula artificialmente un volumen de agua para formar un embalse (1), lo que permite que el agua adquiera una energía potencial que luego se transformará en electricidad. Para eso, se sitúa en el paramento aguas arriba de la presa, o en sus cercanías, una toma de agua protegida por una reja metálica (3) con una válvula que permite controlar la entrada del agua en la galería de presión, previa a una tubería forzada (4) que conduce finalmente el agua hasta la turbina ubicada en la sala de máquinas de la central.

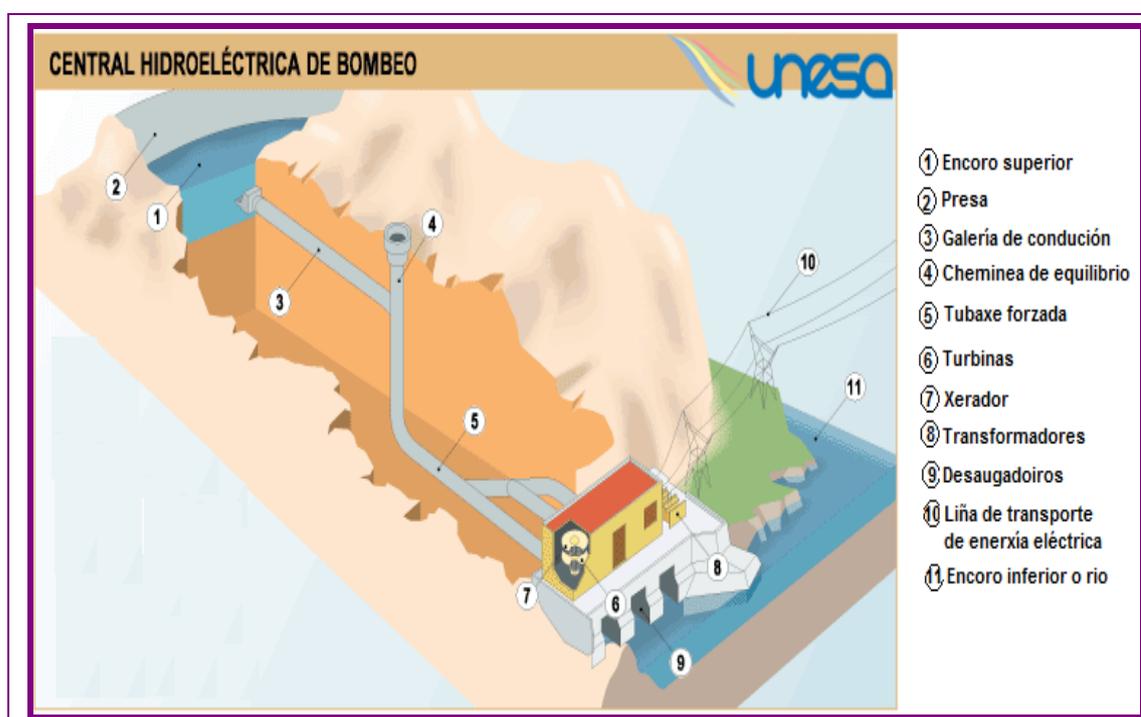
El agua a presión de la tubería forzada va transformando su energía potencial en cinética, es decir, va perdiendo altura y adquiriendo velocidad. Al llegar a las máquinas, actúa sobre las palas de la turbina hidráulica (5), transformando su energía cinética en energía mecánica de rotación. El eje de la turbina está unido al del generador eléctrico (8) que, al girar, convierte la energía rotatoria en corriente alterna de media tensión y alta intensidad. Mediante transformadores (9) es convertida en corriente de baja intensidad y alta tensión, para ser enviada a la red general mediante las líneas de transporte (10).

Una vez que cedió su energía, el agua es restituida al río, corriente abajo de la central, a través del canal de desagüe.

Central hidroeléctrica de bombeo

Una central hidroeléctrica de bombeo es un tipo especial de central hidroeléctrica que tiene dos embalses. El agua contenida en el embalse situado en el nivel más bajo (embalse inferior), es bombeada durante las horas de menor demanda eléctrica al depósito situado en la cuota más alta (embalse superior), con el fin de turbinarla posteriormente para generar electricidad en las horas de mayor consumo eléctrico.

Por tanto, estas instalaciones permiten una mejora en la eficiencia económica de la explotación del sistema eléctrico al almacenar electricidad en forma de agua embalsada en el depósito superior. Constituye en la actualidad la forma más económica de almacenar energía eléctrica.



Las centrales que no tienen aportaciones de agua significativas en el embalse superior se llaman centrales de bombeo puro. En otro caso, se denominan centrales mixtas de bombeo.

Durante las horas en que la demanda de energía eléctrica es mayor, la central de bombeo funciona como cualquier central hidroeléctrica convencional: el agua que previamente es acumulada en el embalse superior (1) cerrado por una presa (2), llega a través de una galería de conducción (3) a una tubería forzada (5), que la conduce hasta la sala de máquinas de la central eléctrica. Para la regulación de presión del agua entre las conducciones anteriores se construye en ocasiones una chimenea de equilibrio (4).

En la tubería forzada, el agua va adquiriendo energía cinética (velocidad) que, al chocar contra las palas de la turbina hidráulica (6), se convierte en energía mecánica rotatoria.

Esta energía se transmite al generador (7) para su transformación en electricidad de media tensión y alta intensidad. Una vez elevada su tensión en los transformadores (8) es enviada a la red general mediante líneas de transporte de alta tensión (10). El agua, una vez que generó la electricidad, circula por el canal de desagüe (9) hasta el embalse inferior (11), donde queda almacenada.

Cuando se registra un menor consumo de energía eléctrica “generalmente durante las horas nocturnas de los días laborables y los fines de semana”, se aprovecha que la electricidad en esas horas tiene en el mercado un coste bajo, y se utiliza para accionar una bomba hidráulica que eleva el agua desde el embalse inferior (11) hasta el embalse superior (1), a través de la tubería forzada y de la galería de conducción.

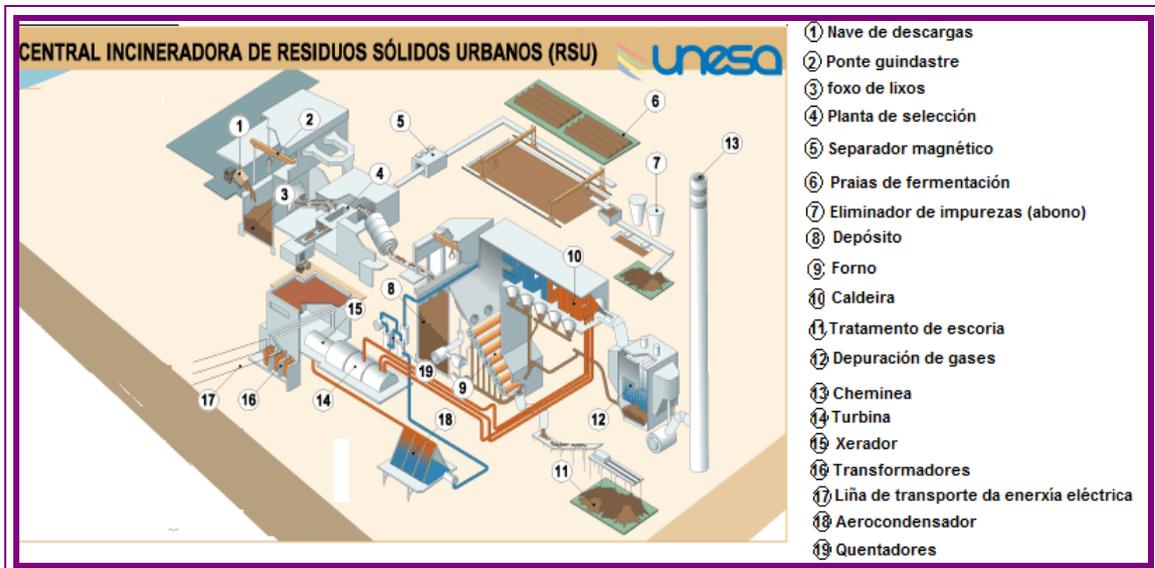
El agua es elevada, generalmente por las propias turbinas de la central, funcionando como bombas accionadas por los generadores que actúan como motores. Una vez efectuada la operación de bombeo, el agua almacenada en el embalse superior (1) está en condiciones de repetir otra vez el ciclo de generación eléctrica.

Central incineradora de residuos sólidos urbanos (RSU)

Esta tecnología consiste, fundamentalmente, en una combustión con generación de vapor y la posterior expansión de este en una turbina convencional ajustada a un generador eléctrico.

Se trata, por tanto, de una combustión clásica, en la que la cámara de combustión está adaptada al tipo de combustible utilizado. Cada línea de incineración dispone de

una alimentación individualizada, un horno-caldera productor de vapor y un sistema de tratamiento de gases. Así, por ejemplo, los hornos tipo parrilla se suelen utilizar para residuos sólidos urbanos con nula o escasa selección previa; los rotativos son más eficientes en el control de la combustión, pero tienen limitaciones de tamaño; y los hornos de cauce fluidificado precisan combustibles procesados previamente con una granulometría homogénea.



Los residuos sólidos urbanos llegan a la central transportados, generalmente, por camiones, que vierten su contenido en el foso de basuras (3) para ser enviados mediante una cinta transportadora a la planta de selección (4).

En la zona de selección, se separan los diferentes tipos de materiales que componen los residuos sólidos urbanos, seleccionando aquellos que pueden tener utilidad por uno u otro motivo. Los materiales que pueden ser reciclados (cristal, cartones, metal, plástico, pilas...) se extraen y se almacenan. La materia orgánica se lleva, tras pasar por un separador magnético (5) que retira los materiales férricos aún presentes, a unas playas de fermentación (6), en las que permanecerán uno o dos meses. En ellas, esta materia es aireada periódicamente para obtener un fertilizante denominado *compost*.

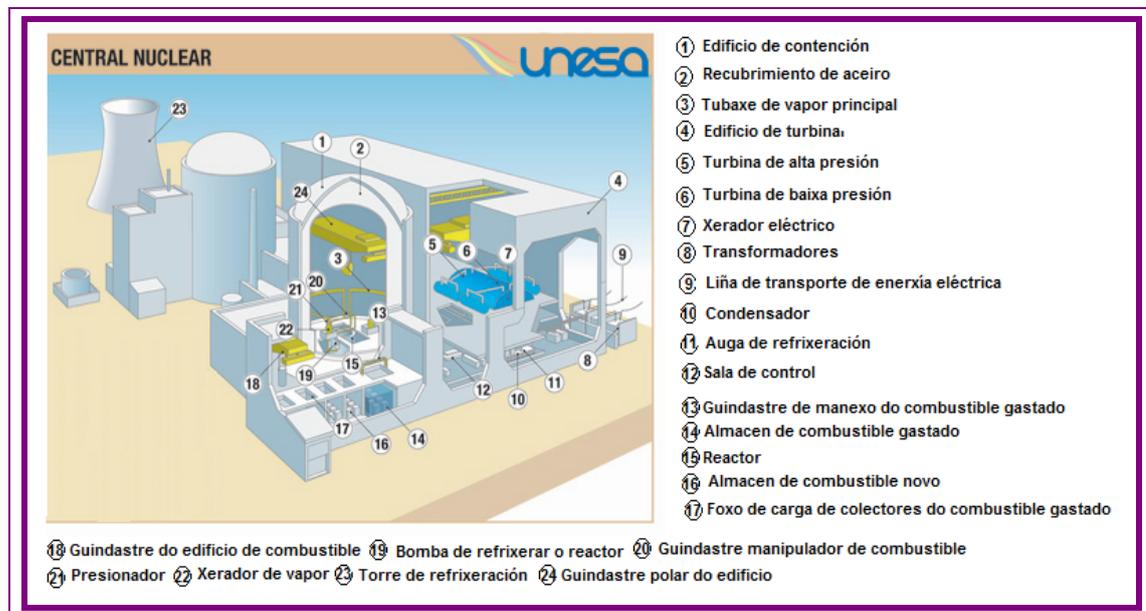
Una vez que se separó aquello que se considera aprovechable, el resto se envía al depósito de rechazo (8) situado junto al horno (9), donde es quemado.

La combustión en el horno hace que el agua que circula por las tuberías de la caldera (10) se transforme en vapor a presión que acciona las palas de las turbinas de vapor (14), haciendo girar el eje de estas turbinas, que se mueve solidariamente con el rotor del generador eléctrico (15). En el generador, la energía mecánica rotatoria es convertida en electricidad de media tensión y alta intensidad. Con el objetivo de disminuir las pérdidas del transporte a los puntos de consumo, la tensión de la electricidad generada es elevada en un transformador (16), antes de ser enviada a la red general mediante las líneas de transporte de alta tensión (17).

Después de accionar las turbinas, el vapor de agua se convierte en líquido en el aerocondensador (18). El agua que enfría el condensador proviene de un río o del mar y puede operar en circuito cerrado.

Central nuclear

Una central térmica nuclear es una instalación que aprovecha el calor obtenido mediante la fisión de los núcleos de uranio para producir energía eléctrica. Por consiguiente, las centrales nucleares tienen un reactor, es decir, una instalación que permite iniciar y controlar una reacción en cadena de fisión nuclear. El calor generado en dicha reacción se utiliza para convertir un líquido, generalmente agua, en vapor que, de manera semejante a como ocurre en las centrales térmicas de combustibles fósiles, se emplea para accionar un grupo turbina-generator y producir así energía eléctrica.



En el esquema se muestra una central de agua a presión.

Consta de un edificio de contención (1), que es una construcción blindada y hermética compuesta normalmente por una base cilíndrica acabada por una cúpula. En él se alojan los principales componentes del circuito primario, como son el reactor (15), los generadores de vapor (22), el presionador (21) y las bombas del refrigerante (19). Representa, por tanto, la parte más característica de una central nuclear.

El calor generado por las fisiones de los núcleos del combustible alojado en el reactor se transmite al fluido refrigerante (agua), que se mantiene en estado líquido debido a su gran presión. El refrigerante es conducido hacia los generadores de vapor.

A la salida de estos, el agua vuelve al reactor impulsada por las bombas del refrigerante.

En los generadores de vapor y, sin mezclarse con la del circuito primario, el agua del circuito secundario se convierte en vapor que se conduce al edificio de turbinas a través de las tuberías de vapor principal (3) para accionar las palas de las turbinas de vapor (5). El vapor que sale de las turbinas pasa nuevamente a estado líquido en el condensador (10).

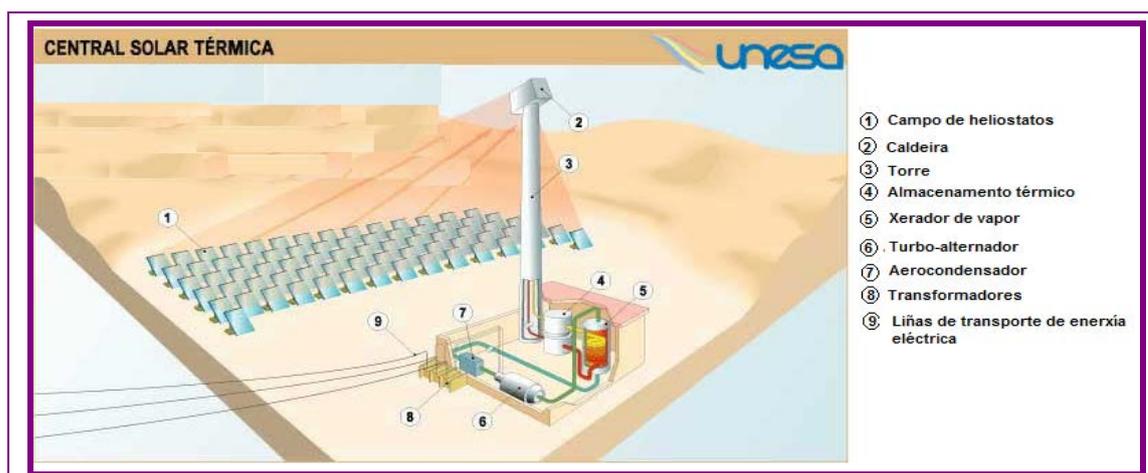
El agua para refrigerar (11) se toma de un río o del mar y, a través de una o varias torres de refrigeración (23), se enfría antes de devolverla a su origen.

La energía del vapor que llega a las turbinas se convierte en electricidad mediante un generador eléctrico (7). La tensión de salida del vapor es aumentada convenientemente mediante transformadores (8) para ser enviada a la red general a través de las líneas de transporte de energía eléctrica (9).

Entre las instalaciones relevantes de una central nuclear se halla el edificio de combustible. En él se encuentra el sistema de almacenamiento de combustible gastado (14) que permite la pérdida gradual de su actividad. El combustible se cargará posteriormente en un contenedor que, tras su limpieza en el foso de descontaminación, será transportado a las instalaciones de almacenamiento definitivo fuera de la central. En dicho edificio se almacena también el combustible que aún no fue utilizado en el reactor (16).

Central solar térmica

Una central termosolar es una instalación que permite el aprovechamiento de la energía del sol para la producción de electricidad. Tiene un ciclo térmico semejante al de las centrales termoeléctricas convencionales: la energía calorífica que se produce en un determinado foco es transformada en energía mecánica mediante una turbina y, posteriormente, en energía eléctrica mediante un alternador. La única diferencia es que mientras en las centrales termoeléctricas convencionales el foco calorífico se consigue por medio de la combustión de una fuente fósil de energía (carbón, gas, fuel óleo...), en las solares, el foco calorífico se obtiene mediante la acción de la radiación solar que incide sobre un fluido.



Una central de este tipo, está formada por un campo de helióstatos (1) o espejos direccionales de grandes dimensiones, que reflejan la luz del sol y concentran los rayos reflejados en una caldera (2) situada sobre una torre (3) de gran altura.

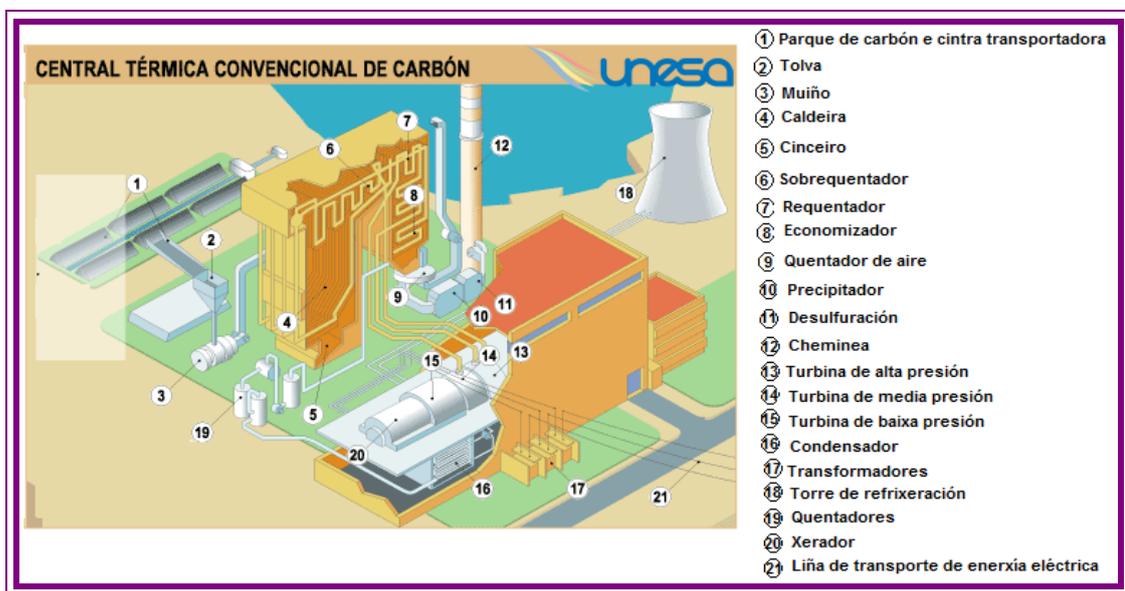
En la caldera, el aporte calorífico de la radiación solar reflejada es absorbido por un fluido térmico (sales fundidas, agua u otros). Dicho fluido es conducido hacia un generador de vapor (5), donde transfiere su calor a uno segundo fluido, generalmente agua, el cual es convertido así en vapor. A partir de este momento el funcionamiento de la central es análogo al de una central térmica convencional. Por tanto, este vapor es conducido a una turbina (6) donde la energía del vapor es convertida en energía mecánica rotatoria que permite al generador producir electricidad. El fluido es posteriormente licuado en un condensador (7) para repetir el ciclo.

Como la producción de una central solar depende en gran medida de las horas de insolación, para aumentar y estabilizar su producción, suele disponerse de sistemas de almacenamiento térmico o sistemas de apoyo (4) intercalados en el circuito de calentamiento.

La energía producida, después de ser elevada su tensión en los transformadores (8), es transportada mediante las líneas de transporte eléctricas (9) a la red general del sistema.

Central térmica convencional de carbón

Las centrales térmicas convencionales producen energía eléctrica a partir de combustibles fósiles, como son el carbón, el fuel óleo o el gas. Además, utilizan tecnologías clásicas para la producción de electricidad, es decir, mediante un ciclo termodinámico de agua/vapor.



El carbón almacenado en el parque (1) cerca de la central es conducido mediante una cinta transportadora hacia una tolva (2) que alimenta al molino (3). Aquí el carbón es pulverizado finamente para aumentar la superficie de combustión y así mejorar la eficiencia de su combustión. Una vez pulverizado, el carbón se inyecta en la caldera (4), mezclado con aire caliente para su combustión.

La caldera está formada por numerosos tubos por donde circula agua, que es convertida en vapor a alta temperatura. Los residuos sólidos de esta combustión caen al cenicero (5) para ser posteriormente transportados a una escombrera. Las partículas finas y los humos se hacen pasar por los precipitadores (10) y los equipos de desulfuración (11), con el objeto de retener un elevado porcentaje de los contaminantes que en caso contrario llegarían a la atmósfera a través de la chimenea (12).

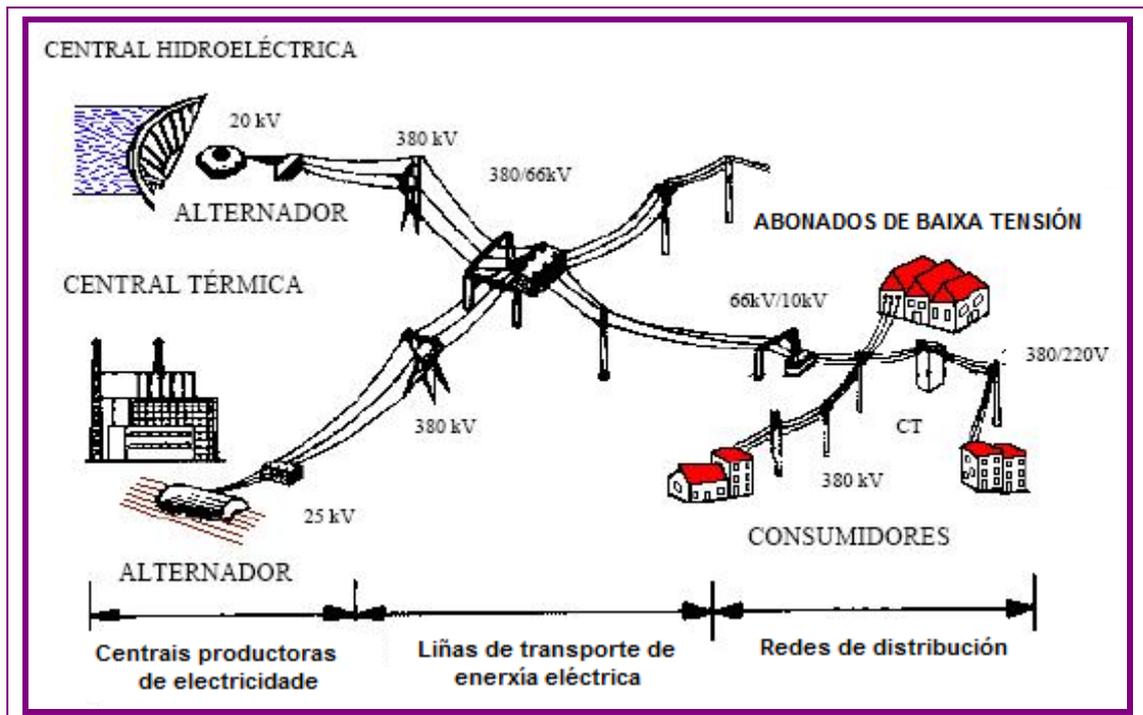
El vapor de agua generado en la caldera acciona las palas de las turbinas de vapor (13), haciendo girar el eje de estas turbinas que se mueve solidariamente con el rotor del generador eléctrico (20). En el generador, la energía mecánica rotatoria es convertida en electricidad de media tensión y alta intensidad. Con el objetivo de disminuir las pérdidas del transporte a los puntos de consumo, la tensión de la electricidad generada es elevada en un transformador (17), antes de ser enviada a la red general mediante las líneas de transporte de alta tensión (21).

Después de accionar las turbinas, el vapor de agua se convierte en líquido en el condensador (16). El agua que refriera el condensador proviene de un río o del mar, y puede operar en circuito cerrado, es decir, transfiriendo el calor extraído del condensador a la atmósfera mediante torres de refrigeración (18) o, en circuito abierto, descargando dicho calor directamente a su origen.

Red de transporte de la energía eléctrica

Si recordamos la ley de Ohm: $V = I \cdot R$ y la ley de Joule, por la cual el paso de la energía eléctrica a través de una resistencia puede producir calor según: $Q = I^2 \cdot R \cdot t$, cuando pensamos en transportar la energía eléctrica tenemos que enfrentarnos al compromiso que supone minimizar las pérdidas de energía por efecto de la emisión de calor de los cables utilizados. Como los cables utilizados para el transporte presentan una resistencia R , que aumenta a medida que aumenta la longitud del cable, cabe pensar que lo razonable es tratar de disminuir la intensidad de la corriente, pero si queremos mantener la misma cantidad de energía eléctrica transportada, según la ley de Ohm lo que tendremos que hacer es elevar la tensión V . Después del transporte, como la alta tensión es muy peligrosa, para el uso en los cascos urbanos vuelve a bajarse. Por lo que la red de suministro de energía eléctrica se ve salpicada de centros de transformación tanto para subir la tensión como para

bajarla, el esquema general se puede representar como se ve en la figura:



En orden secuencial, todo sistema eléctrico está compuesto por los elementos siguientes:

- Centrales generadoras de energía eléctrica.
- Estaciones transformadoras elevadoras.
- Líneas de transporte.
- Estaciones de distribución.
- Estaciones transformadoras reductoras.
- Redes primarias de distribución.
- Estaciones transformadoras de distribución.
- Redes secundarias de distribución.

Las características principales de un sistema eléctrico son: el número de fases, la tensión de servicio y la frecuencia de la red.

Número de fases: los más utilizados son trifásicos, mientras que los monofásicos sólo se usan en instalaciones de baja intensidad.

Frecuencia: en toda Europa y gran parte del mundo a excepción de América, está normalizada a 50 Hz.

Tensión del servicio: según el cuadro siguiente:

Tipo	Tensión del servicio (V)	Uso
Baja tensión (BT)	127 240 420	Producción y distribución
Media tensión (MT)	3.000 6.000 10.000 15.000 20.000	Producción y distribución
Alta tensión (AT)	30.000 45.000 66.000	Transporte y distribución
Muy alta tensión (MAT)	132.000 240.000 420.000	Transporte

Actividades propuestas

- S51. Entre en la página web de UNESA (<http://www.unesa.es/>) y en el apartado del sector eléctrico consulte el funcionamiento de las centrales eléctricas y observe los diferentes tipos de centrales.
- S52. Investigue qué tipos de centrales de producción de energía eléctrica tenemos en Galicia y dónde se localizan.
- S53. Relacione cada tipo de central productora de energía eléctrica con el tipo de combustible que utiliza.

3. Actividades finales

Fuentes de energía

- S54. ¿Por qué los combustibles fósiles son una fuente de energía no renovable?
- S55. Explique la diferencia principal entre las dos teorías sobre el origen del petróleo.
- S56. ¿Por qué el uso del gas natural fue sustituyendo al carbón?
- S57. Investigue si alguna marca comercializa ya automóviles que funcionan con gas licuado del petróleo (GAP), y cuáles son sus ventajas frente a la gasolina tradicional.
- S58. ¿Por qué la energía nuclear es no renovable?
- S59. Investigue en qué consiste y cómo puede obtenerse el deuterio y el tritio, isótopos del hidrógeno.
- S60. ¿Qué ventajas tiene el uso de la energía nuclear de fusión frente a la de fisión?
- S61. ¿Cuáles son las transformaciones de energía que se producen en una central hidroeléctrica desde que el agua está en el embalse hasta que la electricidad está en la red?
- S62. Investigue qué tipo de paneles solares deben instalarse en una casa unifamiliar de su entorno.
- S63. Frente a otras fuentes de energía renovable, ¿cuál valora que puede ser el peor inconveniente de la utilización de la energía solar?
- S64. Cite algunos aprovechamientos de la biomasa para generar electricidad.
- S65. Investigue si en Galicia tenemos algún centro donde se aproveche la energía geotérmica.
- S66. Explique resumidamente en qué consiste una central de energía mareomotriz.

Formas de intercambio de energía: trabajo y calor

- S67. Si tiene 200 g de cobre a 10 °C, ¿qué cantidad de calor se necesita para elevarlos hasta 100 °C? Si se tienen 200 g de aluminio a 10 °C y se le suministra la misma cantidad de calor suministrada al cobre, ¿cuál estará más caliente? $c_{(\text{cobre})} = 383 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$; $c_{(\text{aluminio})} = 900 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$.
- S68. Calcule la temperatura final de la mezcla de 300 g de agua que se encuentran a 20 °C y 500 g de alcohol a una temperatura de 50 °C. Datos: $c_{(\text{alcohol})} = 2.450 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$; $c_{(\text{agua})} = 4.180 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$.
- S69. El calor específico del agua líquida y del aluminio sólido son, respectivamente, de 1,00 y 0,22 Kcal/kg · K. Se colocan en un recipiente aislado, a presión normal, un quilo de aluminio a 200 °C y un litro de agua a 10 °C. Determine la temperatura final del equilibrio.
- S70. Determine el tiempo que un calentador de 2 kW tiene que calentar un bloque de hielo de 1 kg a -20 °C para transformarlo completamente en vapor a 110 °C. Datos: $c_{(\text{agua líquida})} = 4.180 \text{ J/K} \cdot \text{kg}$; $c_{(\text{hielo})} = 2.300 \text{ J/K} \cdot \text{kg}$; $c_{(\text{vapor})} = 1.900 \text{ J/K} \cdot \text{kg}$; $L_{v(\text{agua})} = 540 \text{ cal/g}$; $L_{f(\text{agua})} = 80 \text{ cal/g}$.
- S71. Explique el significado de un coeficiente de dilatación lineal igual a $1 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.
- S72. Una barra de hierro de 5 metros a 0 °C, mide 5,0055 m a 100 °C. Calcule el coeficiente de dilatación lineal del hierro.
- S73. ¿Cuánto debemos enfriar un cubo de aluminio que tiene 1 m de arista a 40 °C para que su volumen se reduzca a 992 cm³? $\lambda_{(\text{aluminio})} = 2,4 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
- S74. Al calentar un líquido, su volumen aumenta mientras que su masa permanece constante. ¿Qué ocurre con su densidad? ¿Podría encontrar una fórmula para la variación de la densidad en términos del coeficiente de dilatación cúbica?
- S75. En un lago existen dos capas de agua a temperaturas diferentes: una la 1 °C y la otra la 4 °C. ¿Cuál de ellas estará más próxima a la superficie?
- S76. Un recipiente cilíndrico de 3 litros herméticamente cerrado contiene un gas a 15 °C y presión de 12.5 atm. Si mantenemos esa presión final y dejamos que el volumen se duplique, ¿qué temperatura alcanzará el gas?

S77. Explique la diferencia fundamental que hay entre la transmisión de la energía térmica por conducción y por convección.

S78. Explique cómo se reparte el calor de la calefacción en una casa de manera que su temperatura sea homogénea en toda la estancia.

Transformaciones de energía. Energía eléctrica

S79. De los distintos tipos de centrales productoras de energía eléctrica, ¿cuál considera que puede ser la más contaminante? ¿Y la más peligrosa?

4. Solucionario

4.1 Solucionario de actividades propuestas

- S1. *Las fuentes de energía son elaboraciones naturales más o menos complejas de las que el ser humano puede extraer energía para realizar un determinado trabajo u obtener alguna utilidad. Un tipo de energía es la propiedad que tiene algún sistema para producir trabajo. Fuente de energía: eólica. Tipo de energía: cinética.*
- S2. *a) Mtoe: Mega toneladas equivalentes de petróleo. Su valor equivale a la energía que rinde una tonelada de petróleo. b) De manera significativa a partir de 1988. c) Según la gráfica, a partir de 2.000 la energía geotérmica, solar y eólica sufren un paulatino incremento. d) Se puede pensar que fue la crisis económica, pero algunos expertos consideran que fue al revés, que una crisis energética a nivel global fue el desencadenante de la crisis económica. e) Midiendo la anchura de cada banda y dividiendo por la anchura total y multiplicando por cien, obtenemos los porcentajes aproximados: petróleo 47 %; carbón 13 %; gas natural: 22 %; nuclear 11 %; hidroeléctrica 1,5 %; biocombustibles y residuos 4 %; geotérmica / solar / viento 2 %. f) El uso del carbón en 2007 fue del 13 % y en 2014 del 9,9 %, se nota una reducción aunque no la esperada por los planes de la Unión Europea.*
- S3. *Las fuentes de energía no renovables son aquellas que se encuentran de forma limitada en el planeta y cuya velocidad de consumo es mayor que la de su regeneración.*
- S4. *Meirama: inicialmente se usaba el lignito que se extraía de su propia cantera, en la actualidad utiliza hulla procedente de Wyoming (Estados Unidos). As Pontes: es de ciclo combinado y utiliza carbón de tipo lignito y hulla, además de gas natural.*
- S5. *Ventaja: su gran poder calorífico. Inconveniente: su combustión emite muchos gases tóxicos que producen lluvia ácida y de efecto invernadero.*
- S6. *Aceites lubricantes, asfalto, ceras minerales para cremas, caucho sintético, fertilizantes, detergentes, barnices, pinturas, parafinas, amoniacos, resinas, etc.*

- S7. *Fracking: es el proceso que se utiliza para extraer el gas natural, consiste en crear fisuras en la roca para que parte del gas fluya al exterior y se pueda extraer de mejor forma después desde un pozo. Usa agentes químicos que se inyectan en las rocas y puede producir contaminación de acuíferos; además la extracción a gran profundidad puede provocar movimientos sísmicos.*
- S8. *Fisión: la energía se desprende por la ruptura de un núcleo pesado. Fusión: la energía se desprende por la formación de un núcleo más pesado a partir de dos más ligeros.*
- S9. *Una reacción en cadena es un proceso mediante lo cual los neutrones que se liberaron en una primera fisión nuclear producen una fisión adicional en por lo menos un núcleo más. Este núcleo, a su vez, produce neutrones, y el proceso se repite de manera continua.*
- S10. *Dentro del núcleo, y debido al movimiento de protones y neutrones, se genera otro tipo de fuerza llamada "fuerza nuclear fuerte" responsable de mantener el núcleo unido. Es una fuerza de muy corto alcance y debida al intercambio de partículas llamadas piones.*
- S11. *Trabajo de investigación personal.*
- S12. *Ventajas: consume poco combustible, no emite gases perjudiciales, no depende de factores climatológicos. Inconvenientes: gran peligro de escapes o fugas radiactivas a causa de un accidente, difícil gestión de los residuos generados.*
- S13. *Oscila entre los 15.000.000 °C en su núcleo y los 5.500 °C de su superficie. Para producir una fusión nuclear, en la actualidad se usan dos sistemas que pueden alcanzar semejantes temperaturas: fusión nuclear por confinamiento magnético (FCM) Tokamak, fusión nuclear por confinamiento inercial (FCI).*
- S14. *Principalmente que no se agotan. Además las renovables se consideran en la mayor parte de los casos como energías limpias, no contaminantes.*
- S15. *Trabajo personal.*
- S16. *Ventaja principal: que es una fuente de energía renovable, el agua utilizada no se consume. Inconveniente principal: inundan amplias zonas que pueden tener valor ecológico produciendo cambios en sus ecosistemas.*

- S17. *Energía solar térmica y energía solar fotovoltaica.*
- S18. *Es una energía totalmente limpia, no tiene ningún tipo de emisión al exterior.*
- S19. *Que no produce emisiones de gases a la atmósfera.*
- S20. *Trabajo personal.*
- S21. *Trabajo personal.*
- S22. *Las alteraciones que provoca en los ecosistemas donde se sitúan los parques eólicos.*
- S23. *Aunque la biomasa se usa como combustible, se considera renovable ya que aprovecha los desperdicios de las limpiezas de montes y de la agricultura, por lo que normalmente se regenera al mismo ritmo que se consume.*
- S24. *Ver:*
http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10737_Biomasa_cultivos_energeticos_07_4bd9c8e7.pdf
- S25. *Es el aprovechamiento de la energía térmica que se puede extraer debido a la diferencia de temperaturas existente entre las capas internas de la tierra y las superficiales.*
- S26. *Ventaja: es la más eficiente de todas las energías renovables. Inconveniente: sólo está disponible en determinadas zonas.*
- S27. *Trabajo de investigación personal.*
- S28. *Tres: mareomotriz, maremotérmica y de las ondas o undimotriz.*
- S29. *Es el aprovechamiento de la energía que se genera debido a la diferencia de temperaturas entre las capas superficiales del mar y las capas más profundas.*
- S30. *Activos y pasivos.*
- S31. *Son muchas, pero podemos citar como principal la emisión de gases que producen, la lluvia ácida o el efecto invernadero.*

- S32. $T = 309 \text{ K}; T = 96,8 \text{ }^\circ\text{F}$
- S33. $Q = 13.686,4 \text{ J}; h = 273 \text{ m}; t = 6,8 \text{ s}$
- S34. $M = 60 \text{ kg} \quad V = 60 \text{ l}$
- S35. $M = 2,3 \text{ kg}$
- S36. $M = 8 \text{ g}$
- S37. $C = 140,53 \text{ J/K} \cdot \text{kg}$
- S38. a) La temperatura de A pasa de $0 \text{ }^\circ\text{C}$ a $40 \text{ }^\circ\text{C}$ absorbiendo 20 cal de calor, después permanece constante mientras absorbe $60 - 20 = 40 \text{ cal}$, aquí hace el cambio de estado. Así que como tenemos 1 kg de A, su calor latente de fusión será $L_f = 40 \text{ cal/kg}$. b) En todo el proceso el sólido A absorbió 80 cal , que son las que desprendió los 100 g de B al pasar de $80 \text{ }^\circ\text{C}$ a $60 \text{ }^\circ\text{C}$, que es la temperatura final de la mezcla según la gráfica. Entonces $80 = 0,1 \cdot c \cdot (80 - 60)$; por lo que $c = 0,025 \text{ cal/K} \cdot \text{g} = 25 \text{ cal/K} \cdot \text{kg}$.
- S39. $Q = 85.900 \text{ J}$
- S40. $\Delta l = 0,00096 \text{ m} = 0,096 \text{ cm}$
- S41. $L = 10,00024 \text{ m}$
- S42. $\gamma = 1,81 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- S43. Es el que tiene menor coeficiente de dilatación lineal y, por lo tanto, el que menor dilatación sufre con los cambios de temperatura.
- S44. $\lambda = 1,39 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- S45. Ocurriría que el hielo no flotaría sobre el agua líquida, por lo que los ríos se congelarían de abajo para arriba y por lo tanto moriría toda la fauna del fondo.
- S46. Cuando el gas se dilata aumenta su volumen, por lo que su densidad disminuye; entonces el aire caliente tiene menor densidad que el aire frío y por lo tanto flota por encima de este.

S47. $V_2 = 9,16 \text{ l}$

S48. *No es correcta ya que un abrigo es un aislante térmico, no da calor, lo que hace es impedir que escape el calor del cuerpo.*

S49. *Trabajo de investigación personal.*

S50. *Trabajo práctico personal.*

S51. *Trabajo de investigación personal.*

S52. *Trabajo de investigación personal.*

S53.

Central de ciclo combinado	Gas natural
Central de co-generación mediante biomasa	Biomasa
Central de gasificación integrada con ciclo combinado	Carbón, coque de petróleo
Central eólica	Viento
Central fotovoltaica	Radiación solar
Central hidroeléctrica	Agua
Central hidroeléctrica de bombeo	Agua, electricidad
Central incineradora de residuos sólidos urbanos (RSU)	Residuos urbanos
Central nuclear	Uranio, polonio
Central solar térmica	Radiación solar
Central térmica convencional de carbón	Carbón

4.2 Solucionario de actividades finales

- S54. *El carbón, el petróleo y el gas natural se encuentran en yacimientos naturales con una abundancia limitada, y por lo tanto se agotan a mayor velocidad que su regeneración.*
- S55. *Una teoría explica que el petróleo procede de la descomposición de restos orgánicos, es decir, de seres vivos; la otra teoría afirma que el petróleo se puede formar a partir de reacciones entre diferentes compuestos químicos y por lo tanto no tiene un origen puramente orgánico.*
- S56. *Porque al quemarlo resulta mucho más limpio.*
- S57. *Trabajo de investigación personal.*
- S58. *En la actualidad la energía nuclear se emplea por medio de la fisión del uranio, lo cual es un recurso limitado. Cuando la fusión sea una realidad, hablaremos de energía nuclear como energía renovable.*
- S59. *El hidrógeno ${}^1_1\text{H}$ tiene en su núcleo nada más que 1 protón, de ahí que su número másico sea $A = 1$. El deuterio es un isótopo del hidrógeno con 1 protón y 1 neutrón en el núcleo ${}^2_1\text{H}$ y además de encontrarse en los gases atmosféricos se encuentra en la tierra en una proporción de 0,015 % de los átomos de hidrógeno; se puede obtener de forma artificial por electrólisis del agua. El tritio es un isótopo que tiene 1 protón y 2 neutrones ${}^3_1\text{H}$ y se produce al bombardear con neutrones otros elementos como el litio, el boro, etc. También se produce de forma natural al incidir los rayos cósmicos en los gases atmosféricos.*
- S60. *No produce residuos radiactivos y además sería una energía renovable.*
- S61. *Energía potencial gravitacional del agua en el embalse → energía cinética del agua al caer → energía cinética de rotación del generador → energía eléctrica.*
- S62. *Trabajo personal de investigación.*
- S63. *No se puede usar de noche cuando la demanda energética es mayor.*
- S64. *Trabajo de investigación personal.*

- S65. *Entrar en la página web de Inega (Instituto Energético de Galicia).*
- S66. *Extrae la energía de las mareas, se hace embalsando agua del mar en ensenadas naturales y liberándola luego a través de turbinas hidráulicas unidas a generadores que producen electricidad.*
- S67. $Q = 6.894 \text{ J}; T_f = 48,3 \text{ }^\circ\text{C}$
- S68. $T_f = 34,82 \text{ }^\circ\text{C}$
- S69. $T_f = 44,26 \text{ }^\circ\text{C}$
- S70. $t = 408,7 \text{ s}$
- S71. *En este caso la longitud aumentaría tantas veces como grados aumentase la temperatura más 1.*
- S72. $\lambda = 1,1 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- S73. *Tenemos que reducirla en $13,7 \text{ }^\circ\text{C}$, es decir, $T = 26,3 \text{ }^\circ\text{C}$.*
- S74. $d_o = \frac{m_o}{V_o}$ Como $V = V_o(1 + \gamma\Delta T)$ la nueva densidad nos queda: $d = \frac{m_o}{V} = \frac{m_o}{V_o(1 + \gamma\Delta T)}$ por lo que $d = \frac{d_o}{(1 + \gamma\Delta T)}$ y por lo tanto menor que la inicial.
- S75. *Debido a la dilatación anómala del agua, tiene un volumen mínimo a los $4 \text{ }^\circ\text{C}$, entonces mayor densidad a esa temperatura, por lo que la capa a $1 \text{ }^\circ\text{C}$ tendrá menor densidad y flotará sobre la de $4 \text{ }^\circ\text{C}$.*
- S76. $T_2 = 303 \text{ }^\circ\text{C}$
- S77. *La diferencia fundamental es que en la convección tenemos movimiento de materia, mientras que en la conducción las partículas permanecen fijas en sus posiciones de equilibrio.*
- S78. *Se establecen corrientes de convección del aire que se encuentra cerca de la fuente de calor, se calienta y se desplaza hacia arriba dejando espacio para que una corriente de aire frío ocupe su sitio y así sucesivamente.*
- S79. *Las centrales productoras de energía eléctrica más contaminantes son las centrales térmicas de incineración de residuos urbanos. Las más peligrosas son las centrales nucleares.*

5. Glosario

A	▪ Aleatorio	Que depende del azar.
	▪ Anómalo	Algo que es irregular, extraño.
C	▪ Combustible	Toda sustancia con la capacidad de arder y producir calor.
	▪ Confinamiento	Recluir algo o a alguien dentro de límites.
	▪ Craqueo	Romper, por elevación de temperatura y a veces con ayuda de catalizadores, las moléculas de ciertos hidrocarburos con el fin de aumentar la proporción de los más útiles.
	▪ Curva de calentamiento	Es la gráfica donde se recogen los datos de la temperatura de un cuerpo junto con el tiempo, a medida que lo vamos calentando.
F	▪ Fósil	Sustancia de origen orgánico o de un resto de organismo que se encuentra por causas naturales en las capas terrestres, especialmente si pertenece a otra época geológica.
	▪ Fotón	Cada una de las partículas que, según la física cuántica, constituyen la luz y, en general, la radiación electromagnética.
H	▪ Hidráulico	Que se mueve por medio del agua o de cualquier otro fluido. También se dice de la energía producida por el movimiento del agua.
I	▪ IEA	Agencia Internacional de la Energía.
L	▪ Lecho	Fondo del mar o de un río.
P	▪ Pala / paleta	Cada una de las placas metálicas curvas de una turbomáquina o máquina de fluido rotodinámica. Desvían el flujo de corriente para transformar la energía cinética en energía de presión.
	▪ PIB (producto interior bruto)	Conjunto de los bienes y servicios producidos en un país durante un espacio de tiempo, generalmente un año.
	▪ Pirolysis	Descomposición de un compuesto químico por la acción del calor.
S	▪ Sostenible	Especialmente en ecología y economía, que se puede mantener durante largo tiempo sin agotar los recursos o causar grave daño al medio ambiente.
	▪ Smog	El <i>smog</i> es una combinación de humo, niebla y diversas partículas que se encuentra en la atmósfera de los lugares con elevados índices de contaminación. El fenómeno se produce cuando el aire se estanca por un período extendido de alta presión y las partículas contaminantes quedan flotando en las capas atmosféricas inferiores por su mayor densidad. Cuando se produce, debido a los rayos del Sol, la catalización de las partículas orgánicas volátiles y de los óxidos de nitrógeno que emanan los automóviles, se genera lo que se conoce como <i>smog</i> fotoquímico. Esto deriva en la formación de nitrato de peroxiacilo y de ozono, que provoca la irritación del sistema respiratorio y molestias en los ojos.
T	▪ Termodinámico	Relativo a la parte de la física en que se estudian las relaciones entre el calor y las restantes formas de energía.
	▪ Turbina	Rueda hidráulica, con paletas curvas colocadas en su periferia, que recibe el agua por el centro y la despiden en dirección tangente a la circunferencia, con lo cual aprovecha la mayor parte posible de la fuerza motriz. También se puede usar con gases u otros fluidos.
X	▪ Generador eléctrico (alternador)	Consiste en una serie de bobinas de hilo de cobre que giran en torno a un núcleo magnético y produce corriente eléctrica.
Z	▪ Zooplancton	Conjunto de organismos animales y vegetales, generalmente diminutos, que flotan y son desplazados pasivamente en aguas saladas o dulces.

6. Bibliografía y recursos

Bibliografía

- *Física e Química 4º ESO* (Aula 3D), Ed. Vicens Vives (2016).
- *Física e Química 4º ESO* proyecto ánfora, Ed. Oxford (2016).
- *Física e Química 4º ESO* proyecto saber y hacer, Ed. Santillana (2016).
- *Física e Química 4º ESO* Edebe On, Ed. Edebé (2016).

Enlaces de Internet

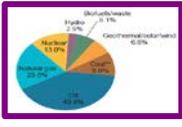
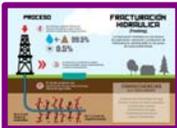
- <https://www.edu.xunta.es/espazoAbalar/espazo/repositorio/cont/enerxia>

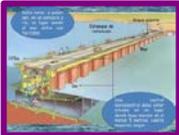
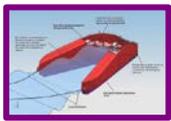
Funcionamiento de una presa:

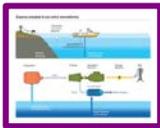
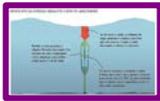
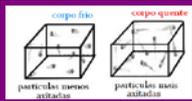
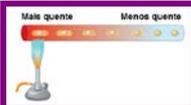
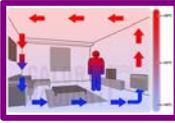
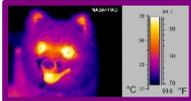
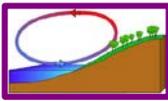
- <https://www.youtube.com/watch?v=lqi2t4Od4Bg&feature=related>.
- <https://www.edu.xunta.es/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1372921735/contido/Unidade10/apuntes.html>
- http://recursostic.educacion.es/newton/web/materiales_didacticos/energia/index.html
- http://recursostic.educacion.es/newton/web/materiales_didacticos/recursos_naturales/norenovable.html?6&1
- http://recursostic.educacion.es/newton/web/materiales_didacticos/maquinastermicas/termo-real.htm?3&1
- http://recursostic.educacion.es/newton/web/materiales_didacticos/materia_y_energia/fuentes_renov.htm?4&1
- <http://www.unesa.es/sector-electrico/funcionamiento-de-las-centrales-electricas/1347-central-hidroelectrica>
- <http://www.rinconeducativo.org/es/recursos-educativos/temas/carbon>
- <http://tecnomagina.com/w/renovables/biomasa.php>
- http://www.inega.gal/enerxiagalicia/evolucion_enerxia_galicia/potenciaelectrica.html

7. Anexo. Licencia de recursos

Licencias de recursos utilizados en la unidad didáctica

RECURSO (1)	DATOS DEL RECURSO (1)	RECURSO (2)	DATOS DEL RECURSO (2)
 RECURSO 1	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: http://eliempodecronos.blogspot.com.es/2016/03/la-humanidad-y-el-fuego.html 	 RECURSO 2	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/1000/1088/html/2_energa_elica.html
 RECURSO 3	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: https://bloggrupalhistoria.wordpress.com/2014/10/11/edad-media/ 	 RECURSO 4	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: http://roble.pntic.mec.es/arot0012/la_primera_revolucion_industrial.html
 RECURSO 5	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: http://slideplayer.es/slide/8935860/ 	 RECURSO 6	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: https://fortuluz.wordpress.com/2016/08/24/historia-de-la-electricidad-en-espana/
 RECURSO 7	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: https://iqoption.com/es/tournaments?aff=36215&afftrack=Energ%C3%ADa+nuclear 	 RECURSO 8	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/La_energ%C3%ADa_proveniente_del_sol
 RECURSO 9	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: https://www.iea.org/statistics/statisticssearch/ 	 RECURSO 10	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: https://www.iea.org/stats/WebGraphs/SPAIN5.pdf
 RECURSO 11	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: http://www.laopinioncoruna.es/economia/2010/09/04/ 	 RECURSO 12	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: https://www.experienciaindustrial.es/espacios-de-trabajo/
 RECURSO 13	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: https://actualidad.rt.com/ciencias/view 	 RECURSO 14	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: https://sites.google.com/site/guzmanunos/sistema-electrico
 RECURSO 15	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: https://www.rankia.com/blog/game-over/2582760-pico-petroleo-ahora 	 RECURSO 16	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: https://somechemistry.wordpress.com/2011/03/09/el-craqueo-o-cracking/
 RECURSO 17	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: http://laeconomiadelosconsumidores.adicae.net/?articulo=2194 	 RECURSO 18	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: http://www.lavozdegalicia.es/noticia/economia/2016/04/28/

RECURSO (1)	DATOS DEL RECURSO (1)	RECURSO (2)	DATOS DEL RECURSO (2)
 RECURSO 19	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: https://phys.org/news/2016-08-spherical-tokamak-fusion-energy.html 	 RECURSO 20	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: http://www.mjcv.es/susanaoubina/nvtos_Inventores/enlaces/molino%20de%20agua.html
 RECURSO 21	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: http://tecnomagina.com/w/renovables/minihidraulica.php 	 RECURSO 22	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: http://www.educarchile.cl/ech/pro/app/detalle?ID=226789
 RECURSO 23	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: http://ecovive.com/centrales-segun-la-afluencia-del-caudal/ 	 RECURSO 24	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: http://www.juanjosegarciaegocheaga.com/tecnicatipos.html
 RECURSO 25	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: https://solar-energia.net/energia-solar-termica 	 RECURSO 26	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: https://pedrojhernandez.com/2014/04/01/energia-solar-termica/
 RECURSO 27	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: https://solar-energia.net/definiciones/radiacion-solar.html 	 RECURSO 28	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: http://heliosolar.es/
 RECURSO 29	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: https://solar-energia.net/definiciones/radiacion-solar.html 	 RECURSO 30	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: https://www.ewind.com/2013/01/22/
 RECURSO 31	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: http://www.elmundo.es/elmundo/2010/08/09/galicia/1281367185.html/ 	 RECURSO 32	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: http://tecnomagina.com/w/renovables/biomasa.php/
 RECURSO 33	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: http://www.greatenergy.com.mx/Oeolica.html/ 	 RECURSO 34	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: https://energiatecnologia.files.wordpress.com/2014/02/descarga.jpg
 RECURSO 35	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: https://solar-energia.net/energias-renovables/energia-geotermica 	 RECURSO 36	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: http://www.monografias.com/trabajos93/energia-mareomotriz/energia-mareomotriz.shtml
 RECURSO 37	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: https://es.slideshare.net/guillerugbier/energa-mareomotriz-guillermo-andrs-puga 	 RECURSO 38	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: https://energiatecnologia.files.wordpress.com/2014/02/i003_10_wc3d-gente_prensa4.jpg

RECURSO (1)	DATOS DEL RECURSO (1)	RECURSO (2)	DATOS DEL RECURSO (2)
 RECURSO 39	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: https://www.taringa.net/posts/cienciaeducacion/17829214/Energia-mareomotermica.html 	 RECURSO 40	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: http://www.aulafacil.com/cursos/l30243/ciencia/fisica/termodinamica-e-hidrodinamica/experimento-de-joule
 RECURSO 41	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoescuela/recursosdigitales/2014/11/14/energia-unimotriz/ 	 RECURSO 42	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: http://quimica1a7.blogspot.com.es/2013/01/practica-termoquimica-el-calorimetro.html
 RECURSO 43	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/temperatura-calor.htm 	 RECURSO 44	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: http://www.educaycrea.com/2014/04/propagacion-del-calor-formas-y-ejemplos/
 RECURSO 45	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: http://efq-lfg.blogspot.com.es/2016_01_01_archive.html 	 RECURSO 46	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: http://cbtis37transferenciadecalor.blogspot.com.es/2011/11/transferecia-de-calor.html
 RECURSO 47	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: http://roble.pntic.mec.es/afep0032/movimientoplacas.html 	 RECURSO 48	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: https://es.wikipedia.org/wiki/Radiaci%C3%B3n_infrarroja
 RECURSO 49	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: http://procesosbio.wikispaces.com/Convecci%C3%B3n 	 RECURSO 50	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: http://www.unesa.es/sector-electrico/funcionamiento-de-las-centrales-electricas/
 RECURSO 51	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: http://www.satirnet.com/satirnet/2014/10/23/transmision-propagacion-del-calor-radiacion/ 	 RECURSO 52	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: http://www.unesa.es/sector-electrico/funcionamiento-de-las-centrales-electricas/
 RECURSO 53	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: http://www.unesa.es/sector-electrico/funcionamiento-de-las-centrales-electricas/ 	 RECURSO 54	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: http://www.unesa.es/sector-electrico/funcionamiento-de-las-centrales-electricas/
 RECURSO 55	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: http://www.unesa.es/sector-electrico/funcionamiento-de-las-centrales-electricas/ 	 RECURSO 56	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: http://www.unesa.es/sector-electrico/funcionamiento-de-las-centrales-electricas/
 RECURSO 57	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: http://www.unesa.es/sector-electrico/funcionamiento-de-las-centrales-electricas/ 	 RECURSO 58	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: http://www.unesa.es/sector-electrico/funcionamiento-de-las-centrales-electricas/

RECURSO (1)	DATOS DEL RECURSO (1)	RECURSO (2)	DATOS DEL RECURSO (2)
 <p>RECURSO 59</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Procedencia: http://www.unesa.es/sector-electrico/funcionamiento-de-las-centrales-electricas/ 	 <p>RECURSO 60</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Procedencia: http://www.unesa.es/sector-electrico/funcionamiento-de-las-centrales-electricas/
 <p>RECURSO 61</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Procedencia: http://www.unesa.es/sector-electrico/funcionamiento-de-las-centrales-electricas/ 		