



Ámbito científico tecnolóxico

Educación a distancia semipresencial

Módulo 3

Unidade didáctica 7

Enerxía II

Índice

1.	Introdución.....	3
1.1	Descrición da unidade didáctica.....	3
1.2	Coñecementos previos.....	3
1.3	Criterios de avaliación	4
2.	Secuencia de contidos e actividades	5
2.1	Fontes de enerxía	5
2.1.1	Fontes de enerxía non renovables.....	7
2.1.2	Fontes de enerxía renovables.....	25
2.2	Formas de intercambio de enerxía: traballo e calor	47
2.2.1	Efecto da calor nos corpos: variación da temperatura.....	47
2.2.2	Efecto da calor nos corpos: cambios de estado.....	51
2.2.3	Efecto da calor nos corpos: dilatación.....	53
2.2.4	Transmisión da enerxía térmica.....	56
2.3	Transformacións de enerxía. Enerxía eléctrica.....	62
3.	Actividades finais.....	79
4.	Solucionario.....	82
4.1	Solucionario de actividades propostas.....	82
4.2	Solucionario de actividades finais	87
5.	Glosario.....	89
6.	Bibliografía e recursos	90
7.	Anexo. Licenza de recursos	91

1. Introducción

1.1 Descrición da unidade didáctica

A evolución da humanidade estivo sempre determinada pola súa capacidade para obter a enerxía precisa para as súas actividades cotiás. Desde o descubrimento do lume hai 790.000 anos, non só nos preocupamos de obter enerxía dunha ou outra maneira senón tamén de como almacenala e transformala para utilizala nas máis diversas aplicacións. Somos conscientes de que a enerxía está na natureza, nós debemos ser capaces de captar onde se oculta e de que maneira podemos extraela. Na actualidade podemos falar de polo menos ata 10 fontes de enerxía diferentes que analizaremos nesta unidade. Pero non todo termina aquí, a humanidade é cada vez máis consciente de que non podemos espremer os recursos naturais xa que non todos son ilimitados, por iso se distingue entre fontes de enerxía que se poden esgotar e as que non, entre tipos de enerxías limpas e contaminantes, as que deterioran o medio ambiente e as que o respectan. Cada vez é máis frecuente oír falar de desenvolvemento sostible, é necesario que esta mensaxe cale xa en todos os ámbitos da sociedade, existen xa claras evidencias de que a saúde do noso planeta corre graves riscos. Analizaremos os distintos tipos de fontes de enerxía e as vantaxes e os inconvenientes que presentan.

Unha vez detectada unha fonte de determinado tipo de enerxía, o noso seguinte reto é como transformala para facela utilizable e obter o máximo rendemento. Veremos como se relaciona o traballo coa calor como unha forma de intercambio de enerxía que produce variacións térmicas, que, á súa vez, poden ser aproveitadas para acometer transformacións na propia natureza das substancias.

Quizais o principal tipo de enerxía que ademais é a máis limpa e que proporciona un maior rendemento é a enerxía eléctrica. Por iso o gran reto que se presenta para xeracións vindeiras é como transformar calquera outro tipo de enerxía en eléctrica da maneira máis limpa e máis eficaz. Temos que mellorar os centros de xeración, facelos menos contaminantes e sostibles, atopar mecanismos de transporte máis eficaces e elementos de consumo nos fogares moito máis eficientes.

1.2 Coñecementos previos

- Cómpre repasar os contidos do Módulo II na unidade 7 relativos á enerxía, tipos e transformacións.

- Deste mesmo Módulo III, na unidade didáctica 6, a relación entre a calor e o traballo será a mesma que se utilice nesta unidade e polo tanto remitirémonos a ela.
- Da unidade didáctica 6 anterior, repasar os conceptos de enerxía cinética e potencial gravitacional.

1.3 Criterios de avaliación

- Identificar e comparar as diferentes fontes de enerxía empregadas na vida diaria nun contexto global que implique aspectos económicos e medioambientais.
- Valorar a importancia de realizar un consumo responsable das fontes enerxéticas.
- Relacionar cualitativa e cuantitativamente a calor cos efectos que produce nos corpos: variación de temperatura, cambios de estado e dilatación.
- Relacionar os conceptos de enerxía, calor e temperatura en termos da teoría cinético-molecular e describir os mecanismos polos que se transfire a enerxía térmica en diferentes situacións cotiás.
- Interpretar os efectos da enerxía térmica sobre os corpos en situacións cotiás e en experiencias de laboratorio.
- Describir a forma en que se xera a electricidade nos distintos tipos de centrais eléctricas, así como o seu transporte aos lugares de consumo.
- Valorar o papel da enerxía nas nosas vidas, identificar as diferentes fontes, comparar o seu impacto medioambiental e recoñecer a importancia do aforro enerxético para un desenvolvemento sostible.

2. Secuencia de contidos e actividades

2.1 Fontes de enerxía

A enerxía está inmersa na propia natureza, independentemente da imaxinación humana. En ocasións móstrásenos e somos quen de desenvolver os recursos necesarios para o seu aproveitamento, falamos entón dunha nova fonte de enerxía. As fontes de enerxía son elaboracións naturais máis ou menos complexas das que o ser humano pode extraer enerxía para realizar un determinado traballo ou obter algunha utilidade. Desde a Prehistoria, cando a humanidade descubriu o lume para quentarse e asar os alimentos, pasando pola Idade Media na que construía muiños de vento para moer o trigo, ata a época moderna na que se pode obter enerxía eléctrica mediante a fisión dos núcleos do átomo, ou utilizando materiais capaces de transformar a enerxía radiante do Sol, a humanidade busca incesantemente fontes de enerxía das que sacar algún proveito: foron os combustibles fósiles. Por unha banda, o carbón para alimentar as máquinas de vapor industriais e de tracción ferrocarril así como os fogares, e por outra, o petróleo e os seus derivados na industria e o transporte (principalmente o automóbil), aínda que estas conviviron con aproveitamentos a menor escala da enerxía eólica, hidráulica, a biomasa etc.

Evolución das principais fontes de enerxía ata os nosos días	
	O descubrimento do lume estímase hai 790.000 anos.
	Na Idade Antiga e na Idade Media nos muiños de vento.
	Tamén a enerxía hidráulica nas idades Antiga e Media.
	O auxe do carbón na Primeira Revolución Industrial (S.XVIII).

	A primeira dínamo para xerar enerxía eléctrica é de 1832. En España a primeira central hidroeléctrica data de 1901.
	A primeira central nuclear foi construída en Obninsk, URSS, en 1954.
	O primeiro panel solar utilizado foi en 1958 no satélite norteamericano Explorer I.

Pero este modelo de desenvolvemento, con todo, está abocado ao esgotamento dos recursos fósiles, sen posible reposición, pois serían necesarios períodos de millóns de anos para a súa renovación. A procura de fontes de enerxía inesgotables e o intento dos países industrializados de fortalecer as súas economías nacionais reducindo a súa dependencia dos combustibles fósiles, concentrados en territorios estranxeiros tras a explotación e case esgotamento dos recursos propios, levounos á adopción da enerxía nuclear, e naqueles con suficientes recursos hídricos, ao aproveitamento hidráulico intensivo dos seus cursos de auga. A finais do século XX comezouse a cuestionar o modelo enerxético imperante por dous motivos: os problemas ambientais suscitados pola combustión de combustibles fósiles, como os episodios de *smog* de grandes urbes como Londres (1952) ou Los Ángeles (1943), ou o quecemento global do planeta. Os riscos do uso da enerxía nuclear postos de manifesto en accidentes como Chernóbil ou máis recentemente o da central de Fukushima en Xapón (2011) fan que o desenvolvemento de novas fontes de enerxía vaia estreitamente ligado ao concepto de “sostible”, é dicir, fontes que non sexan esgotables e que por outra banda non produzan danos irreversibles no medio ambiente. É por iso que cando nos referimos a fontes de enerxía distinguimos entre fontes de enerxía renovables e non renovables.

Actividades propostas

- S1.** Explique en que consiste unha fonte de enerxía. Que diferenza hai entre tipos de enerxía e fontes de enerxía? Cite algunha fonte de enerxía e algún tipo de enerxía.

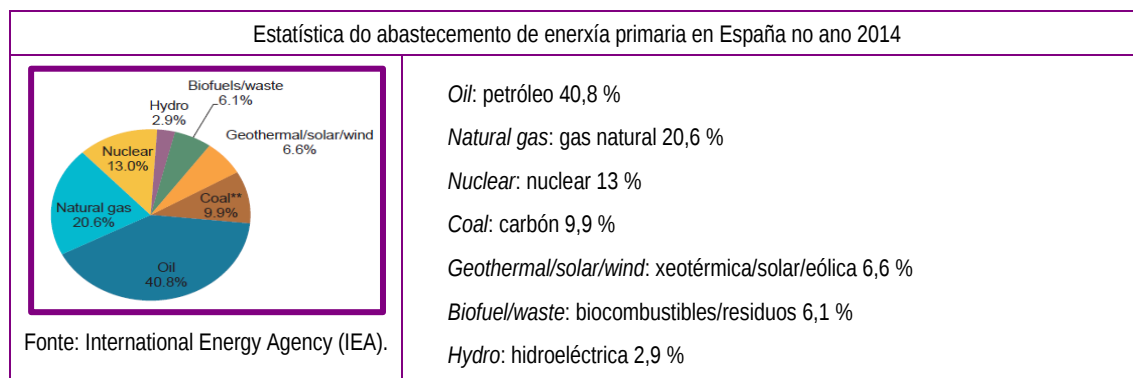
2.1.1 Fontes de enerxía non renovables

As fontes de enerxía non renovables son aquelas que se encontran de forma limitada no planeta e cuxa velocidade de consumo é maior ca a da súa rexeneración.

Ademais este tipo de fontes de enerxía son contaminantes, xa que xeran gases que se emiten á atmosfera ou ben residuos que son moi difíciles de eliminar. Na actualidade son estes tipos de enerxía as que utilizamos dun xeito masivo. Pódense clasificar como:

- Os combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas natural e gas licuado do petróleo GLP).
- A enerxía nuclear (fisión e fusión nuclear).

No seguinte cadro apréciase como o consumo de enerxías non renovables no ano 2014 en España é moi superior ao das enerxías renovables.

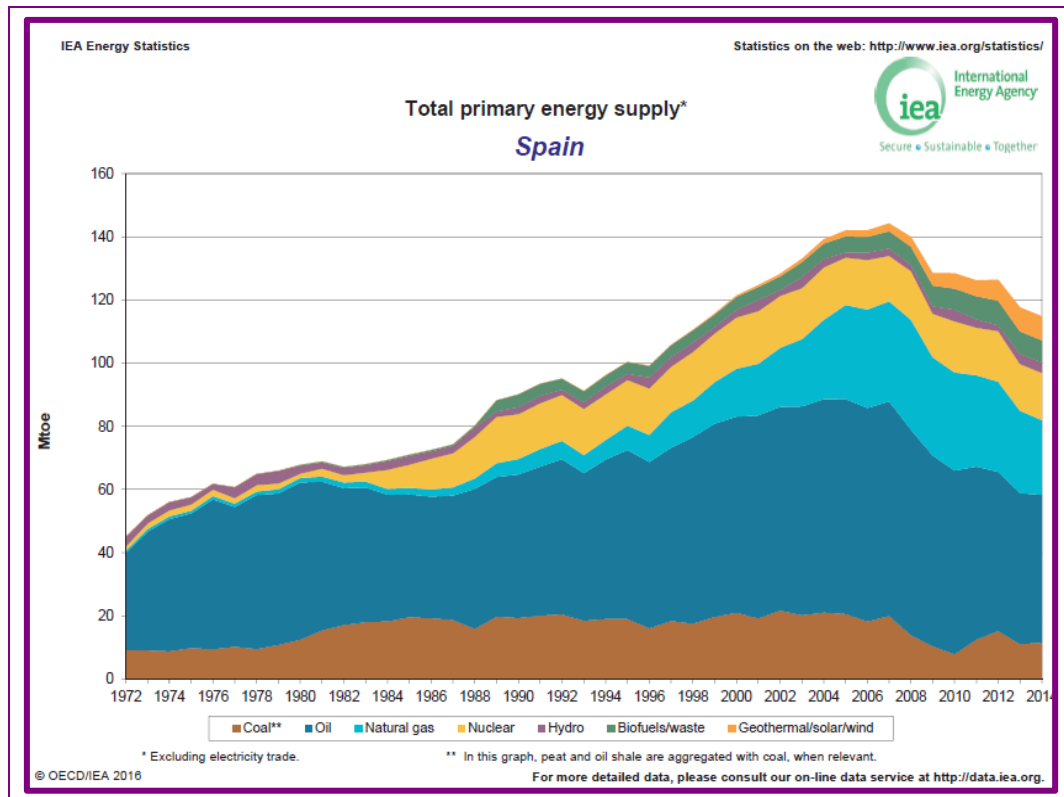


Actividades propostas

S2. A IEA (International Energy Agency) publica na súa páxina web (<https://www.iea.org/stats/WebGraphs/SPAIN5.pdf/>) as estatísticas do consumo enerxético dos diferentes países, tanto sexan membros como non. O seguinte gráfico mostra a evolución da subministración de enerxía primaria en España ata o ano 2014. Podemos analizar o gráfico e facernos moitas preguntas:

- a) Que unidades se usan no eixo vertical? Que son *Mtoe*?
- b) A partir de que ano empezan a usarse en España fontes de enerxía como os biocombustibles e residuos?
- c) Cando empeza a usarse a enerxía xeotérmica en España?
- d) Podemos apreciar que a partir do ano 2007 se produce un notable descenso da demanda de enerxía en España. A que cre que pode ser debido?

- e) A anchura de cada banda representa a cantidade demandada de cada un dos tipos de enerxía. Pode calcular a porcentaxe de cada un deles para o ano 2007, xusto cando se alcanza o maior pico, e comparalo cos datos para o ano 2014 reflectidos no texto.
- f) Un dos plans da Comunidade Europea é unha progresiva redución do consumo de carbón. Pode notarse este efecto na gráfica?



Os combustibles fósiles

Os combustibles fósiles son aqueles combustibles que proveñen dun proceso de descomposición parcial da materia orgánica. Orixínanse por un proceso de transformación de millóns de anos de plantas e vexetais (son o caso do petróleo, o carbón e o gas natural).

Trátase de fontes de enerxía primarias xa que se poden obter directamente sen transformación.

Como se xeran estes combustibles fósiles?

Trátase dun proceso de transformación de millóns de anos debido á presión e temperatura que varias capas de sedimentos exercen sobre a materia orgánica no interior da Terra.

Orixináronse de forma natural por un proceso de fosilización en anoxia (falta de oxíxeno) ambiental: a materia orgánica non se degradou pola acción de microorganismos (que non poden vivir), senón que permanece en forma de moléculas orgánicas máis complexas, sólidas (carbón), líquidas (petróleo) ou gas (gas natural). A enerxía destas moléculas é a que se libera cando os utilizamos como combustibles.

Este proceso de millóns de anos é o que converte os combustibles fósiles nunha fonte de enerxía non renovable, xa que se consomen moito máis rápido do que se xeran.

Cal é a importancia que teñen os combustibles fósiles?

Os combustibles fósiles teñen un alto poder calorífico que os converte nunha moi importante fonte de enerxía útil para xerar enerxía térmica. O seu uso permitiu un gran crecemento económico e demográfico ligado á Revolución Industrial do século XIX. Na actualidade son fundamentais para a nosa economía. No gráfico anterior, xa vimos que en 2014 a combustión de carbón, petróleo e gas natural representou 71,3 % da enerxía primaria.

Consecuencias do uso dos combustibles fósiles

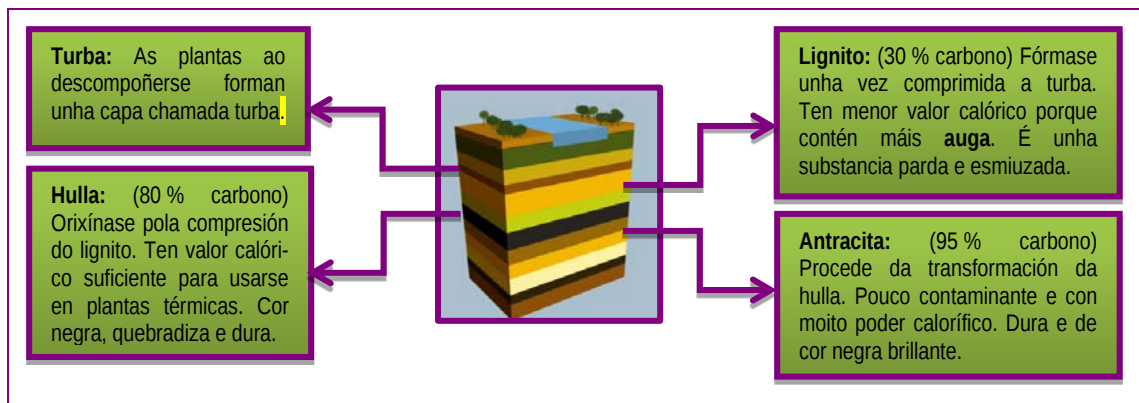
Os combustibles fósiles son altamente impopulares polos grupos ecoloxistas. A súa combustión xera gran cantidade de gases. Estes gases convértense nunha das principais fontes de contaminación atmosférica debido a que contribúen a aumentar o efecto invernadoiro e, en consecuencia, ao quecemento global. A día de hoxe, o uso dos combustibles fósiles supón un importante problema de sostibilidade, tanto por motivos ambientais, como económicos (os recursos do planeta son limitados e algún día esgotaranse).

O carbón

Orixe: O carbón ou carbón mineral é unha roca sedimentaria de cor negra, moi rica en carbono (entre un 50 % en masa ou un 70 % en volume) e con cantidades variables doutros elementos, principalmente hidróxeno, xofre, oxíxeno e nitróxeno. Outros constituíntes do carbón son a materia mineral (silicatos varios) e minerais carbonatados (siderita, calcita e aragonita). A pirita é un mineral con xofre moi común nos carbóns. Tamén pode conter pequenas cantidades de metais, como o ferro, uranio, cadmio e, en cantidades moi escasas, ouro.

A maior parte do carbón formouse durante o período Carbonífero (hai de 359 a 299 millóns de anos).

Os carbóns pódense clasificar pola porcentaxe en carbono que conteñen, que está relacionado coa porcentaxe de humidade e de impurezas. Segundo este criterio pódense distinguir turba, lignito, hulla e antracita.



Historia do uso do carbón: As Illas Británicas (especialmente ricas en carbón e onde se iniciou a Revolución Industrial) son o primeiro lugar estudado onde se detecta o uso deste combustible fósil.

Alí, no terceiro milenio a. C. comprobouse que era un compoñente de piras funerarias, e cara ao ano 200 a. C. hai evidencias, na mesma zona, de actividade comercial e de ser usado para desecar cereais. Baixo a dominación romana hai mencións do uso esporádico do carbón, pero ata a Idade Media non adquiriu importancia relevante.

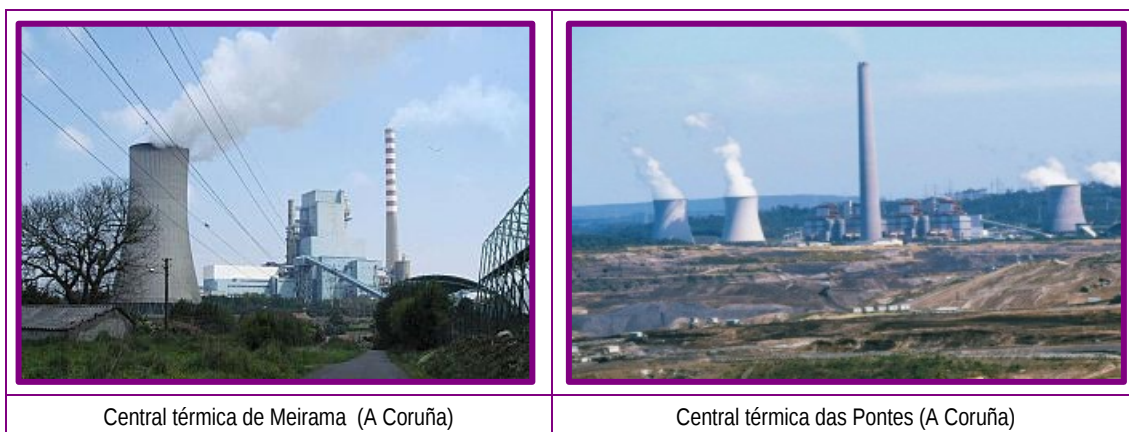


O primeiro carbón utilizado era simplemente recollido da praia. Cando se esgotou esta fonte, tívose que pasar á minería do carbón. Empezouse a usar masivamente a finais do século XVIII coas primeiras aplicacións da máquina de vapor, tanto na industria como no transporte, sobre todo en trens e barcos.

No século XX, coa alza do prezo, empezouse a preferir o emprego de combustibles fósiles líquidos (derivados do petróleo) para o transporte. A partir da metade do século o uso de gas natural foi aumentando a favor do petróleo e do carbón na industria. Con todo, aínda no século XXI se usa o carbón para a obtención de enerxía térmica (calor) e de electricidade en caldeiras industriais e centrais térmicas.

Uso do carbón: Utilízase principalmente como combustible fósil polo seu elevado poder calorífico grazas a que ten un gran contido de carbono, maioritariamente como fonte primaria de calor en caldeiras industriais e para a obtención de electricidade nas cámaras de combustión de carbón (de leito fixo ou de leito fluído) das centrais termoeléctricas. O 75 % do carbón mundial utilízase para producir electricidade. A eficiencia enerxética global das centrais de carbón non é moi elevada, entre un 25 % e un 27 %.

Tamén ten outros usos máis minoritarios, entre os que se atopan, por exemplo, os fornos de cemento e a elaboración de carbón de coque a partir da hulla para producir aceiro.



Dúas tecnoloxías con grandes perspectivas de futuro son a gasificación e a licuación do carbón. A primeira é máis antiga, usábase xa no século XVIII para obter o que entón se chamaba gas de auga e actualmente ten o interese de producir combustibles gasosos de sínteses (gas natural sintético ou GNS, hidróxeno etc.), que pretenden ser máis fáciles de almacenar e de transportar, ademais de seren máis respectuosos co medio ambiente ca o carbón sólido. A licuación do carbón empezouse a facer na Alemaña durante a Segunda Guerra Mundial, para non depender do petróleo e os seus derivados dos demais países, xa que non tiñan xacementos petroleiros pero si minas de carbón. A medida que o petróleo se esgota no mundo, esta técnica, directa ou indirecta, faise cada día máis vantaxosa, e ademais permite producir combustibles menos contaminantes e deseñados para que sexan máis aptos para o uso na automoción. O combustible líquido obtido pola licuación de carbón ten o dobre de potencia calorífica ca o carbón usado para facelo.

Contaminación: Como outros combustibles fósiles, o carbón, ao queimar, emite sobre todo ao aire dióxido de carbono (CO_2), un contaminante atmosférico que se considera o principal gas produtor do efecto invernadoiro. Ademais, a súa extracción fai aumentar o radon radioactivo do aire e, segundo como se faga, pódese contaminar o chan e producir augas residuais tóxicas se non son convenientemente tratadas.

Unha central termoeléctrica de carbón produce tamén óxidos de nitróxeno (NO e NO_2) e dióxido de xofre (SO_2), causantes da choiva ácida. Os óxidos de nitróxeno ademais son tóxicos. O dióxido de xofre pódese reducir considerablemente mediante a desulfuración dos gases na cheminea con calcaria (CaCO_3), pero entón prodúcese

importantes residuos de xiz e dióxido de carbono. Este proceso non se adoita facer se non é obrigado por lei, debido ao seu elevado custo económico. O xiz, cinzas e outras partículas sólidas emitidas á atmosfera pódense reducir con electrofiltros nas chemineas. A central tamén fai aumentar as series naturais de radioactivos atmosféricos, principalmente os da familia do radon.

O petróleo

Orixe: A principal teoría susténtase na súa orixe fósil, froito da transformación de materia orgánica procedente de zooplancto e algas que, depositados en grandes cantidades en fondos, con falta de oxíxeno, de mares ou zonas de lagos do pasado xeolóxico, foron posteriormente enterrados baixo pesadas capas de sedimentos. Esta transformación química foi producida de forma natural debido á calor e á presión, en sucesivas etapas. Estes produtos ascenden cara á superficie, pola súa menor densidade, grazas á porosidade das rocas sedimentarias. Cando se dan as circunstancias xeolóxicas que impiden o devandito ascenso (trampas petrolíferas como rocas impermeables etc.) fórmanse entón os xacementos petrolíferos.

Con todo, son cada vez máis voces as que se alzan en contra desta teoría e avogan pola súa orixe inorgánica. No interior do manto terrestre, existen moléculas de hidrocarburos, principalmente metano e carbón en estado elemental, dióxido de carbono e carbonatos. A hipótese abiótica suxire que unha gran cantidade de hidrocarburos achados no



Imaxe do petróleo cru

petróleo poden ser xerados por procesos inorgánicos e estes hidrocarburos poden emigrar fóra do manto á cortiza terrestre ata escapar á superficie ou permanecer atrapados por estratos impermeables, formando xacementos de petróleo.

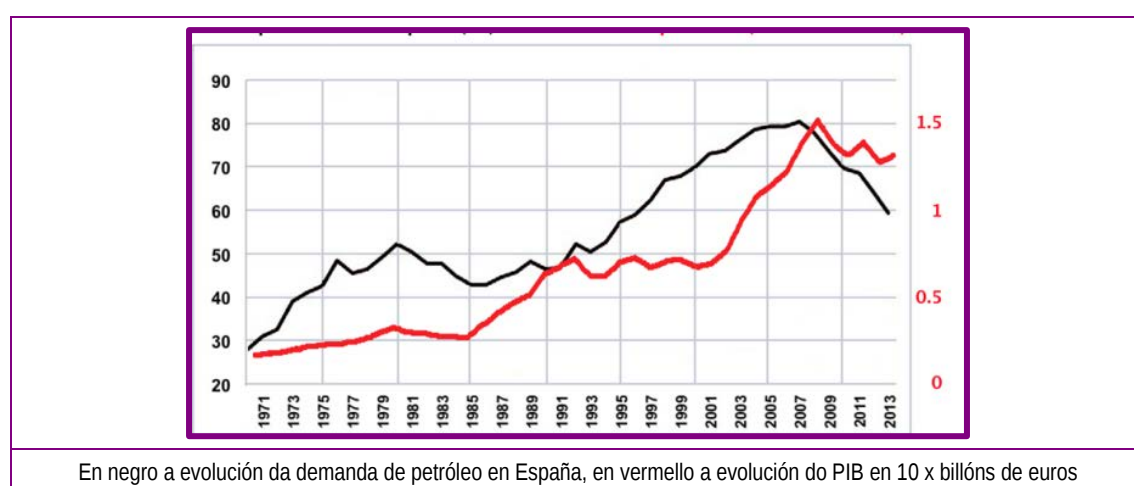
Sexa cal fose a súa orixe, o resultado destes procesos é unha mestura homoxénea de compostos derivados do carbono, principalmente hidrocarburos insolubles en auga que difiren moito entre si, poden ser desde amarelados e líquidos a negros e viscosos, cun cheiro moi forte e é altamente inflamable. Tamén é coñecido como petróleo cru ou simplemente cru.

Historia do uso do petróleo: desde a antigüidade aparecía de forma natural en certas rexións, como os países de Oriente Medio. Hai 6.000 anos, en Asiria e Babilonia usábase para a construción, para pegar ladrillos e pedras, tamén en medicamentos e para impermeabilizar as xuntas entre as táboas nas embarcacións.

En Exipto usábase para engraxar peles, e na China xa o usaban como combustible. As culturas precolombianas de México tamén o usaban para pintar esculturas.

É certo que o uso masivo do petróleo non empezou ata hai relativamente pouco. No século XIX xa se usaba para obter aceites fluídos que se utilizaban para a iluminación, en 1846 o canadense Abrahan Gesner obtivo queroseno, e en 1859 perforouse o primeiro pozo en Pensilvania, obra de Edwin Drake.

Aínda que se lle atribúe a obtención de queroseno a Gesner, crese que a primeira destilación de petróleo fíxo a o sabio árabe Ao-Razi, inventor do alambique, no século IX, obtendo o prezado queroseno e outros destilados para usos médicos e militares. Estas técnicas foron distribuídas a través do Califato de Córdoba por toda Europa.



Uso do petróleo: O petróleo constitúe unha significativa fonte de enerxía, de uso industrial e doméstico que xera grandes ingresos económicos aos países produtores. O achado e utilización do petróleo, a tecnoloxía que soporta o seu proceso industrial e o desenvolvemento socioeconómico que se deriva da súa explotación, son algúns dos temas que provocan un gran debate na sociedade mundial. Debido á importancia fundamental para a industria manufactureira e o transporte, o incremento do prezo do petróleo pode ser responsable de grandes variacións nas economías locais e provoca un forte impacto na economía global. A maior importancia do petróleo deriva da gran cantidade de produtos que se obteñen a partir del como resultado da refinación do petróleo ou craqueo:

- *Gas natural:* formado por unha mestura de gases, entre eles o propano e o butano, que son empregados como combustible e vendidos ao público en bombonas.
- *Gasolina:* utilizada como combustible para automóviles e avións.
- *Queroseno:* empregado como combustible para algúns motores e na fabricación

de lámpadas rurais.

- *Gasóleo*: usado como combustible de motores diésel.
- *Aceite lubricante*: empregado para engraxar pezas de maquinarias.
- *Asfalto*: utilizado para pavimentar estradas, impermeabilizar estruturas e fabricación de baldosas e tellas.
- *Residuos sólidos*: constitúen a base dunha serie de produtos como ceras minerais e cremas.
- *Caucho sintético*: usado na industria automotriz.
- *Fertilizante*: empregado no sector agrícola.
- *Deterxentes*, pinturas e vernices para o uso do fogar.
- *Alcol e outros produtos químicos como parafinas, resinas, amoníacos*, empregados en numerosos procesos industriais.



Por todo iso a demanda de petróleo é cada vez maior a pesar dos plans dos distintos gobernos para ir reducindo a demanda progresivamente. Na gráfica pode verse a demanda de petróleo en España comparada co produto interior bruto, PIB, do país.

Contaminación: O petróleo ten o problema de ser insoluble en auga e, por tanto, difícil de limpar. Ademais, a combustión dos seus derivados produce produtos residuais: partículas, CO_2 , SO_x (óxidos de xofre), NO_x (óxidos nitrosos) etc.

En xeral, os derrames de hidrocarburos afectan profundamente á fauna e vida do lugar, razón pola cal a industria petroleira mundial debe cumprir normas e procedementos estritos en materia de protección ambiental.

Case a metade do petróleo e derivados industriais que se verten no mar son residuos que envorcan as cidades costeiras. O mar, as veces, é empregado como un accesible e barato depósito de substancias contaminantes.

Outros derrames débense a accidentes que sofren os grandes barcos colectores de petróleo, que por negligencia transportan o combustible en condicións inadecuadas.

De calquera xeito, os derrames de petróleo representan unha das maiores causas da contaminación oceánica. Ocasionan gran mortalidade de aves acuáticas, peixes e outros seres vivos dos océanos, alterando o equilibrio do ecosistema. Nas zonas afectadas, vólvense imposibles a pesca, a navegación e o aproveitamento das praias con fin recreativo.

O gas natural

Orixe: O gas natural, como os demais combustibles fósiles, foise formando durante millóns de anos pola descomposición anaeróbica (sen oxíxeno) de grandes cantidades de restos de organismos en descomposición depositados no que entón fora o fondo do mar ou dun lago. Co paso do tempo, a materia orgánica mesturada con barro quedou enterrada baixo capas pesadas de sedimentos, que a someteron a alta presión e temperatura, sen aire, durante longo tempo, o que aos poucos a alterou quimicamente. Desta descomposición desprendéronse gases, que chamamos gas natural, que consisten nunha mestura de gases máis lixeira ca a auga, non tóxica, incolora e en principio inodora (odorízase como medida de seguridade, para detectar escapes), no que o seu principal compoñente é o metano (CH_4), unha molécula sinxela formada por un átomo de carbono e catro átomos de hidróxeno, aínda que contén tamén outros hidrocarburos lixeiros como o etano (C_2H_6), o propano (C_3H_8 , compoñente principal do antigo gas cidade), o butano (C_4H_{10} , compoñente principal das bombonas de gas para cociñas) ou o pentano (C_5H_{12}) en moita menor proporción.



O gas natural pode estar en forma chamada seca, é dicir, totalmente gasoso, ou ben en forma húmida, é dicir, mesturado con hidrocarburos máis longos, que se separan facilmente como líquidos por compresión, refrixeración ou absorción. O gas natural

seco é predominantemente metano (60 % - 95 %), pero pode conter cantidades apreciables de etano (5 % - 20 %) segundo a rexión onde se atope.

Historia do uso do gas natural: Sábese que na China, no século X, xa se explotaba o gas natural con fins prácticos. Cando perforaban a grandes profundidades a fin de buscar xacementos de sal, atoparon bolsas de gas que canalizaron rudimentariamente con canas de bambú. Tamén en Occidente as civilizacións grega e romana coñeceron a súa chama. Os gregos decatáronse da existencia de petróleo no mar Caspio e relatan nos seus escritos as grandes chamadas que orixinaba o gas con que ía asociado. Tamén Plutarco, cando narra as conquistas de Alejandro Magno, detalla atopar unha fonte de lume en Ekbatana. Plinio describe a existencia do gas natural, que prendía ao achegarlle un facho. Con todo, non parece que ninguén tentase utilizar este combustible natural ata que, moito máis tarde, co desenvolvemento da industria do gas manufacturado, se chegase a dispoñer da tecnoloxía adecuada para o aproveitamento do gas natural.

Nos primeiros inicios do gas hai que destacar tres personaxes e dúas maneiras de producir gas:

- O escocés Willian Murdock, que en 1792 consegue iluminar a súa casa con gas producido a través de carbón.
- O francés Lebon, que en 1801 estaba a tentar aplicar o gas obtido da destilación da madeira para propósitos similares.
- O alemán Frederick Albert Winsor, que en 1804 presentou en Londres experimentos de iluminación con gas.

Con todo, foi Winsor quen en 1812 creou en Londres a “Gas Light and Coque Company”, a primeira compañía de gas do mundo para prover de iluminación pública con gas producido a través de carbón. En 1843 fúndase a primeira compañía de gas en España.

Uso do gas natural: O gas natural no sector industrial e petroquímico pode ser utilizado como combustible ou materia prima.

Como combustible emprégase en varios tipos de equipos, por exemplo: fornos, secadores e caldeiras. Nas industrias de cerámicas, cemento, metais e outras onde se requiren fornos, o aproveitamento enerxético e o aforro no consumo son notorios cando se utiliza gas natural.

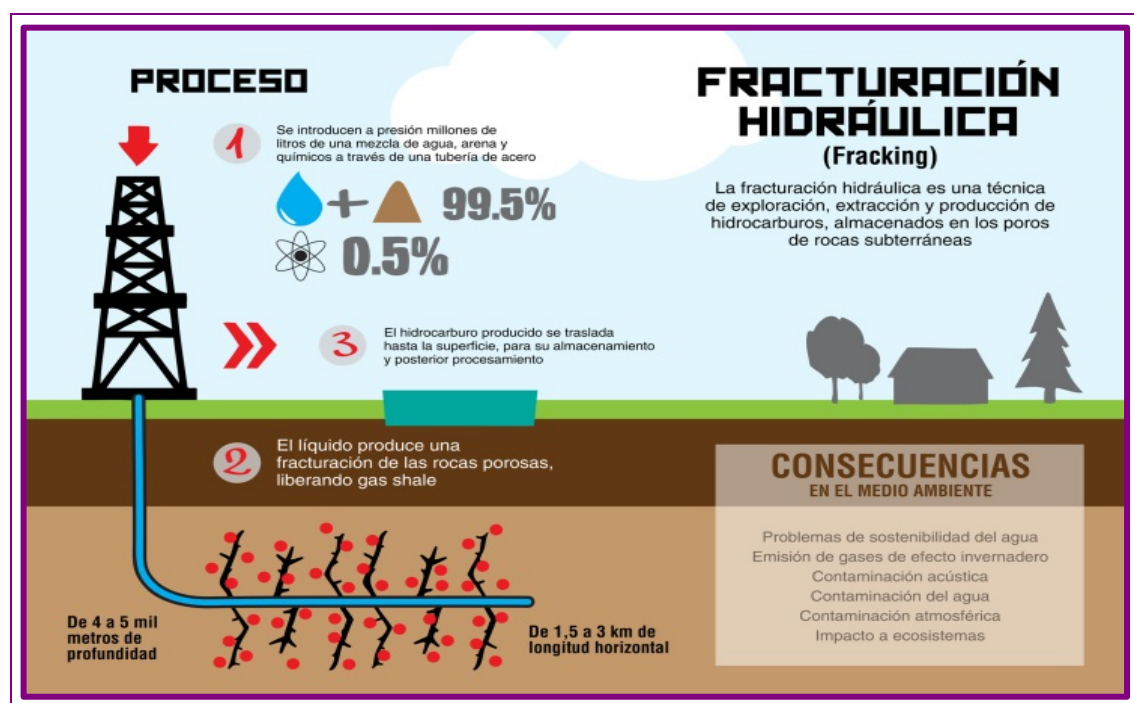
Como materia prima utilízase nas industrias que requiren metano (principal compoñente do gas natural) nos seus procesos. Algúns dos subprodutos do metano son: monóxido de carbono, hidróxeno, metanol, ácido acético, anhídrido acético, entre outros.



Depósitos de gas natural de Reganosa en Ferrol

A nivel doméstico o gas natural, úsase para activar cociñas, fornos e marmitas, en condicións de gran limpeza, así como no quentamento de auga sanitaria, climatización etc.

Contaminación: O gas natural está visto como un combustible moito máis limpo ca o carbón e ás veces utilízase como o seu substituto natural. Pero esta reputación positiva non é tan certa como parece segundo varios informes e noticias, nos que se explica como o gas natural produce unha gran contaminación cando se realiza o proceso de extracción. É xustamente cando se queima cando é máis limpo debido a que as súas emisións de gases son máis baixas ca os demais combustibles fósiles.



Hai que ter coidado con como se valoran certos produtos, xa que non soamente é o último tramo no que non se evidencia esa contaminación producida, senón en todo o proceso. O *fracking* ou fractura hidráulica é xustamente onde se atopa o seu momento máis contaminante. O *fracking* consiste en crear fisuras na roca para que parte do gas flúa ao exterior e se poida extraer de mellor forma logo desde un pozo. Ademais, o problema co que conta este sistema é que se utilizan axentes químicos nesta parte da produción que logo son emitidos á atmosfera e que poden provocar a contaminación da auga potable subterránea. Outro dos casos máis graves do *fracking* é o incremento na actividade sísmica, a maioría asociados coa inxección profunda de fluídos.

Gas licuado do petróleo

O gas licuado do petróleo, GLP, (propano, butano e autogás) é unha fonte de enerxía eficiente e sostible, cun poder calorífico moito máis alto ca os combustibles tradicionais, o que significa que unha chama de GLP produce moita máis calor ca a doutras enerxías. Dada a súa relación efectividade-custo, pode representar cinco veces máis eficiencia ca os combustibles tradicionais. Teñen a propiedade de pasar a estado líquido a presións relativamente baixas, propiedade que se aproveita para o seu almacenamento e transporte en recipientes a presión.

Combustible	kJ/g	kcal/g
Hidróxeno	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
Madeira	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>

A súa presenza no mercado enerxético, tanto en España como en Europa, contribúe á protección da saúde humana e do medio ambiente grazas aos seus baixos índices contaminantes.

Durante a súa combustión, os GLP xeran un 36 % menos de emisións de CO₂ (dióxido de carbono) ca o carbón, un 15 % menos ca a gasolina e un 10 % menos ca o diésel.

Por ser unha fonte enerxética baixa en carbono, o gas licuado está a ser recoñecido polos gobernos de gran parte do mundo como un gran aliado na loita contra o cambio climático e o efecto invernadoiro.

O 60 % do gas licuado xérase durante a extracción de gas natural e tan só un 40 % se extrae do refinado de petróleo. Ao ser un produto secundario natural, se non se utiliza, pérdese.

A enerxía nuclear. Fisión e fusión nuclear

A enerxía pódese obter a través de dous tipos de reaccións nucleares: a fisión e a fusión nuclear. Chamamos fisión nuclear á división do núcleo dun átomo. O núcleo convértese en diversos fragmentos cunha masa case igual á metade da masa orixinal máis dous ou tres neutróns. Na outra reacción, a fusión nuclear, prodúcese a unión de dous núcleos de átomos lixeiros, normalmente isótopos do hidróxeno, para dar un átomo máis pesado.

Fisión nuclear

Cando se produce a ruptura do núcleo do átomo pesado para orixinar dous máis lixeiros, a suma das masas destes dous fragmentos é menor ca a masa orixinal. Esta “falta” de masas (ao redor do 0,1 por cento da masa orixinal) convértese en enerxía segundo a ecuación de Einstein ($E = m \cdot c^2$). Nesta ecuación E corresponde á enerxía obtida, m á masa da que falamos e c é unha constante, a da velocidade da luz: 299.792.458 m/s.

A fisión nuclear pode ocorrer cando un núcleo dun átomo pesado captura un neutrón (fisión inducida), ou pode ocorrer espontaneamente debido á inestabilidade do mesmo átomo (fisión espontánea).

A fisión inducida en realidade trátase dunha fisión espontánea, a diferenza radica en que neste caso o primeiro núcleo de uranio bombardeáase co que chamamos electróns lentos. Para entender a reacción que se produce, primeiro temos que recordar os números característicos dun núcleo atómico.

Un elemento químico represéntase como A_ZX onde temos que:

A é número másico = número de protóns mais neutróns que contén o núcleo.

Z é o número atómico = número de protóns do núcleo = número de electróns na cortiza.

Logo, se chamamos N ao número de neutróns, temos: $A = N + Z$

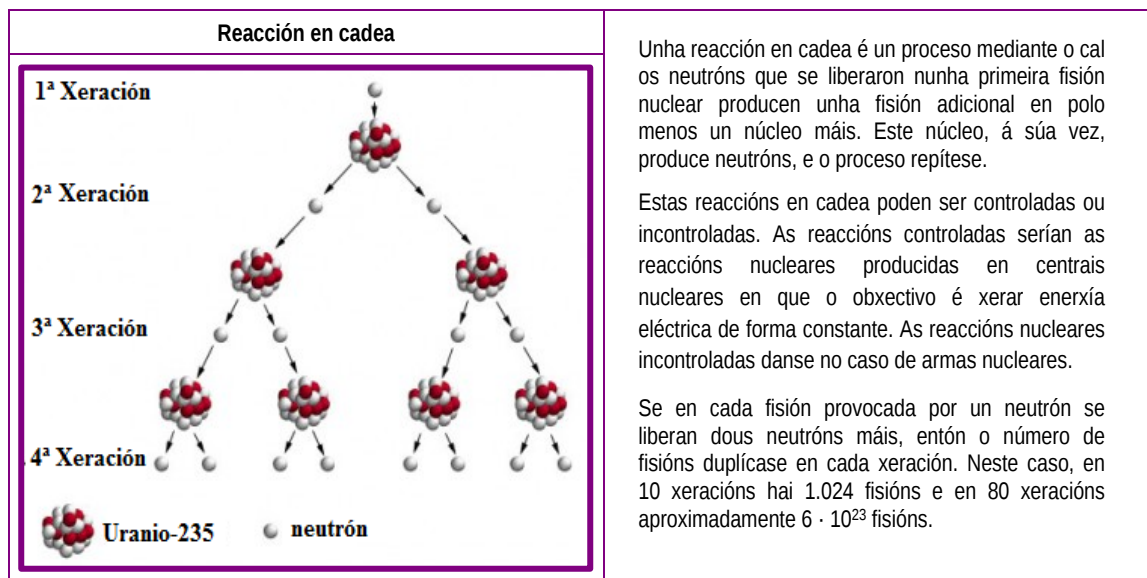
Así que sempre poderemos obter o número de neutróns facendo $N = A - Z$. No caso do uranio existen varios isótopos que son ${}^{235}_{92}U$ con 92 protóns e 143 neutróns e o ${}^{238}_{92}U$ con 92 protóns e 146 neutróns.

Como o núcleo dun átomo de uranio contén 92 protóns, a forza repulsiva entre estes está a piques de vencer a forza nuclear que fai que o núcleo se manteña unido, xerada polo continuo movemento dos neutróns dentro do núcleo. O núcleo de uranio-235 xa se atopa baixo unha tensión próxima á rotura interna; un neutrón perdido que se lle achegue pode rompelo completamente.



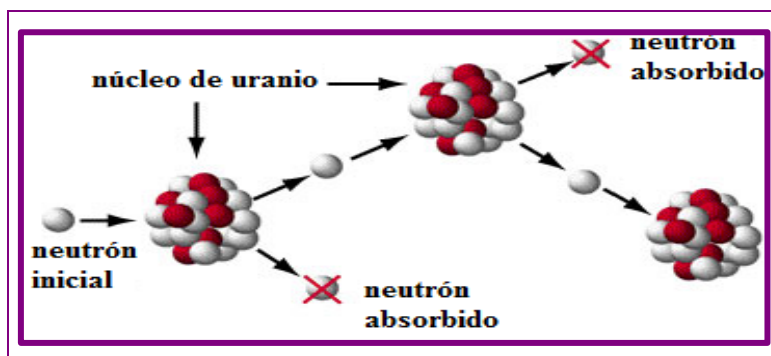
O uranio é o combustible nuclear máis utilizado nas reaccións de fisión nuclear. Trátase dun elemento natural que se pode atopar na natureza. De todos os xeitos, para poder utilizar o uranio nun reactor nuclear debe experimentar un certo tratamento.

Para as reaccións de fisión nuclear interéсанos esta combinación entre protóns e neutróns que está tan ao límite de vencer a forza nuclear. Deste xeito, con só engadir un neutrón ao átomo este explota e divídese xerando outros neutróns que poden chocar con outros átomos de uranio que tamén están ao límite, provocando o que chamamos unha reacción en cadea. O problema que temos agora é que o uranio 235 tan só o atopamos na natureza cunha porcentaxe do 0,7 %, o resto é uranio 238; xa que logo, o primeiro paso é transformar o $^{238}_{92}\text{U}$ en $^{235}_{92}\text{U}$ mediante un proceso que chamamos enriquecemento de uranio, que é tecnicamente complexo e cun custo elevado.



Aínda que en cada fisión nuclear se producen entre dous e tres neutróns, non todos os neutróns están dispoñibles para continuar coa reacción de fisión; algúns pérdense. Se os neutróns liberados por cada reacción nuclear se perden a un ritmo máis rápido do que se forman pola fisión, a reacción en cadea non será autosostida e deterase. Para que o proceso continúe indefinidamente temos que ter o que chamamos masa crítica dun material fisionable, a cal depende de varios factores: propiedades físicas, propiedades nucleares, xeometría e pureza. Polo xeral emprégase unha esfera, que ten a superficie mínima posible para unha masa dada e, polo tanto, reduce ao mínimo a fuga de neutróns. Se ademais bordeamos o material fisionable cun reflector de neutróns, pérdense moitos menos neutróns e redúcese a masa crítica.

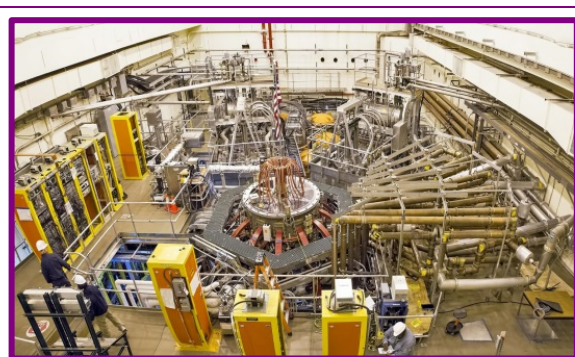
Fisión nuclear controlada: para manter un control sostido de reacción nuclear, por cada dous ou tres neutróns emitidos por un núcleo, tan só pode ser que un impacte con outro núcleo de uranio. Se esta relación é inferior a un, entón a reacción vai morrer, e se é máis grande vai crecer sen control (unha explosión atómica). Para controlar a cantidade de neutróns libres no espazo de reacción debe estar presente un elemento de absorción de neutróns. A maioría dos reactores son controlados por medio de barras de control feitas dun forte material absorbente, como o boro ou o cadmio.



Ademais da necesidade de capturar neutróns, estes a miúdo teñen moita enerxía cinética (móvense a gran velocidade). Estes neutróns rápidos redúcense a través do uso dun moderador, como a auga pesada e a auga corrente. Algúns reactores utilizan grafito como moderador, pero este deseño ten varios problemas. Unha vez que os neutróns rápidos se desaceleraron, son máis propensos a producir máis fisións nucleares ou ser absorbidos pola barra de control.

Fusión nuclear

A fusión nuclear é unha reacción nuclear na que dous núcleos de átomos lixeiros, en xeral o hidróxeno e os seus isótopos (deuterio, ${}^2_1\text{H}$; e tritio, ${}^3_1\text{H}$), se unen para formar outro núcleo máis pesado. Xeralmente esta unión vai acompañada da emisión de partículas (no caso de núcleos atómicos de deuterio emítese un neutrón). Esta



Tokamak: Culham Centre for Fusion Energy no Reino Unido

reacción de fusión nuclear libera ou absorbe unha gran cantidade de enerxía en forma de raios gamma e tamén de enerxía cinética das partículas emitidas. Esta gran cantidade de enerxía permítelle á materia entrar en estado de plasma.

Se os núcleos que se van fusionar teñen menor masa ca o ferro, libérase enerxía. Pola contra, se os núcleos atómicos que se fusionan son máis pesados ca o ferro, a reacción nuclear absorbe enerxía. A gran vantaxe da fusión fronte á fisión nuclear é que non xera residuos radioactivos.

Para efectuar as reaccións de fusión nuclear, débense cumprir os requisitos seguintes:

- Conseguir unha temperatura moi elevada, comparable á do Sol, para separar os electróns do núcleo e que este se aproxime a outro vencendo as forzas de repulsión electrostáticas. A masa gasosa composta polos electróns libres e os átomos altamente ionizados denomínase plasma.
- É necesario o confinamento para manter o plasma a temperaturas extraordinariamente elevadas durante un mínimo de tempo, o que resulta moi complicado xa que non existe na natureza ningún material capaz de soportalas.
- Densidade do plasma suficiente para que os núcleos estean preto uns dos outros e poidan xerar reaccións de fusión nuclear.

Así que os principais problemas que se nos presentan para producir unha reacción de fusión nuclear é poder quentar os produtos a temperaturas equiparables ás do Sol. Na actualidade trabállase con dúas técnicas que permiten que os produtos estean a flotar ou suspendidos, co que se evita ter un recipiente que os conteña, son:

Fusión nuclear por confinamento inercial (FCI).

Fusión nuclear por confinamento magnético (FCM) Tokamak.

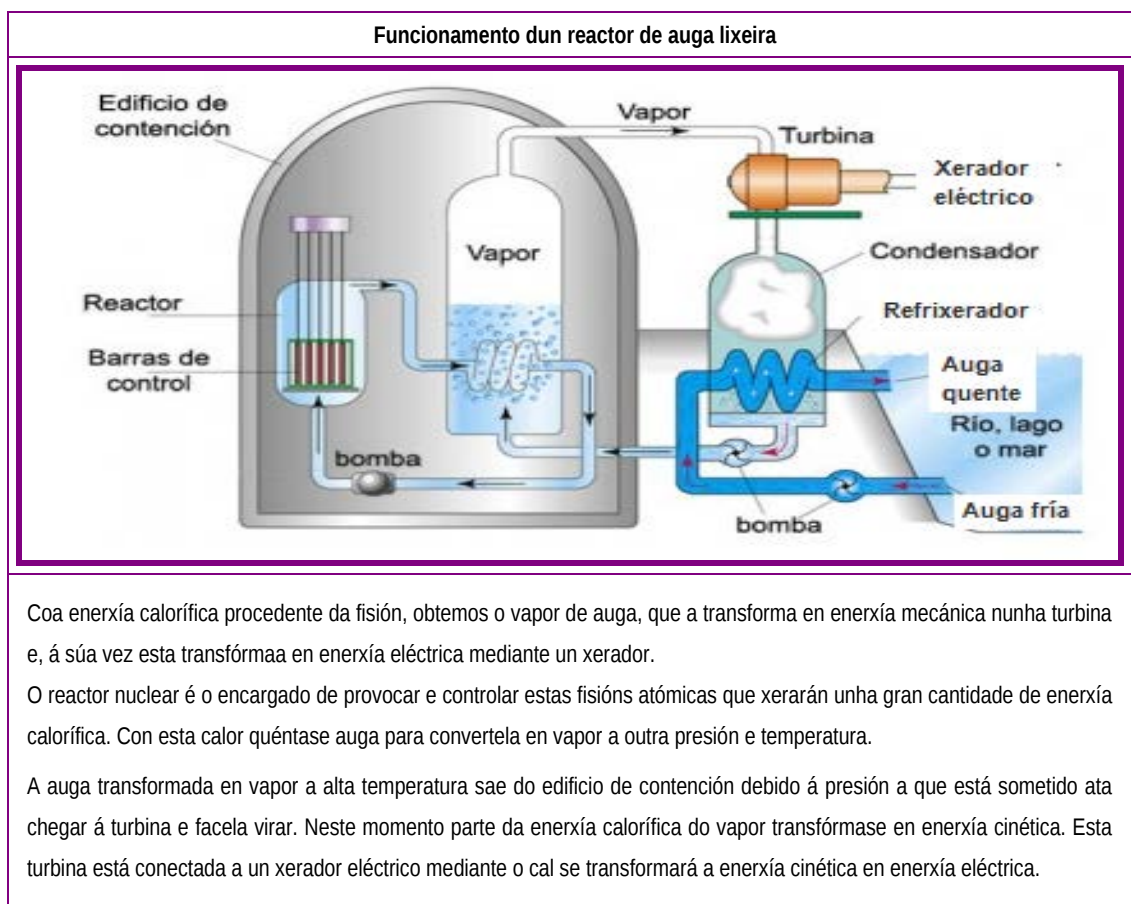
Centrais nucleares

A pesar da existencia de gran cantidade de aplicacións relacionadas coa enerxía nuclear (medicamento, industria, transporte etc.), a aplicación principal desta tecnoloxía é a xeración de enerxía eléctrica. Actualmente todas as centrais nucleares utilizan a fisión nuclear para funcionar. As centrais nucleares son as encargadas de transformar a enerxía almacenada no núcleo dos átomos para convertela en enerxía eléctrica.

Funcionamento dunha central nuclear

A parte máis importante realízase no reactor nuclear. No reactor nuclear deposítanse as barras de combustible nuclear (xeralmente uranio ou plutonio) e mediante a proxección dun neutrón empézase a xerar unha serie de reaccións físicas e químicas en cadea que liberan unha gran cantidade de enerxía térmica.

A enerxía térmica xerada no reactor nuclear utilízase para quentar auga e convertela en vapor a alta presión. O vapor obtido será o encargado de accionar unhas grandes turbinas, que, conectadas a unha dínamo, van xerar electricidade. A nivel mundial o 90 % dos reactores nucleares de potencia, é dicir, os reactores destinados á produción de enerxía eléctrica son reactores de auga lixeira (nas versións de auga a presión ou de auga en ebulición).



Unha vez se xerou esta electricidade, pásase por uns transformadores que a adaptan para que teña as condicións necesarias para ser fornecida á rede eléctrica.

Por outra banda, o vapor de auga que sae da turbina, aínda que perdeu enerxía calorífica, segue estando en estado gasoso e moi quente, polo que hai que refrixerala antes de volvela a introducir no circuío. Ao saír da turbina diríxese a un depósito de condensación onde estará en contacto térmico cunhas tubaxes de auga fría. O vapor de auga vólvese líquido, e mediante unha bomba rediríxese novamente ao reactor nuclear para volver repetir o ciclo.

Por iso é polo que as centrais nucleares sempre están instaladas preto dunha fonte abundante de auga fría (mar, río, lago...), para aproveitar esta auga no depósito de condensación. A columna de fume branco que se pode ver saíndo de determinadas centrais é o vapor de auga que se provoca cando se produce este intercambio de calor.

Vantaxes e inconvenientes do uso da enerxía nuclear

Vantaxes

- A gran cantidade de enerxía obtida por moi pouca cantidade de combustible.
- Non emite gases de efecto invernadoiro ao exterior.
- As condicións climatolóxicas non inflúen na produción de enerxía eléctrica obtida.

Inconvenientes

- Aínda que se producen escasos accidentes, estes son extremadamente perigosos para o medio ambiente e a saúde pública.
- O combustible é limitado.
- As centrais nucleares son obxectivo potencial de atentados.
- A xestión dos residuos nucleares que xeran non está moi ben resolta e tarda millóns de anos en perder a súa radioactividade.



Actividades propostas

- S3. Explique o que é unha fonte de enerxía non renovable.
- S4. En Galicia temos dúas plantas de enerxía térmica, Meirama e As Pontes. Investigue que tipo de carbón utilizan para queimar nas súas caldeiras.
- S5. Explique as vantaxes e os inconvenientes de usar o carbón como fonte de enerxía.
- S6. Que outros produtos se obteñen do petróleo ademais dos combustibles?
- S7. En que consiste o proceso chamado *fracking*? Por que se considera altamente contaminante?
- S8. Explique a diferenza entre enerxía nuclear por fisión e por fusión.

- S9.** Que é unha reacción en cadea?
- S10.** Se un núcleo de uranio ten 92 protóns, que son todas cargas positivas, e as cargas do mesmo signo se repelen, por que un núcleo non se rompe espontaneamente? Que forza é a responsable de que o núcleo permaneza unido?
- S11.** No cadro de combustibles co seu poder calorífico podemos ver que o hidróxeno é o que ten maior poder calorífico, investigue que é unha pila de hidróxeno e cales son os problemas polos que aínda non se comercializan motores de hidróxeno.
- S12.** Que vantaxes ten o uso da enerxía nuclear de fisión fronte ao uso de combustibles fósiles? Que desvantaxes?
- S13.** Investigue cal é a temperatura do Sol e como sería posible chegar a esa temperatura por medios técnicos e poder producir unha fusión nuclear.

2.1.2 Fontes de enerxía renovables

Entendemos por fontes de enerxía renovables aquelas que son practicamente inesgotables ou que se poden rexenerar a un ritmo máis ou menos igual ao seu consumo. Moitas veces tamén se lles chama enerxías limpas ou alternativas porque polo xeral son fontes que contaminan menos ca as enerxías derivadas dos combustibles fósiles.

As enerxías renovables pódense clasificar dependendo dos recursos naturais que se aproveitan. Imos analizar as seguintes: hidráulica, solar, eólica, biomasa, xeotérmica, mareomotriz e de ondas.

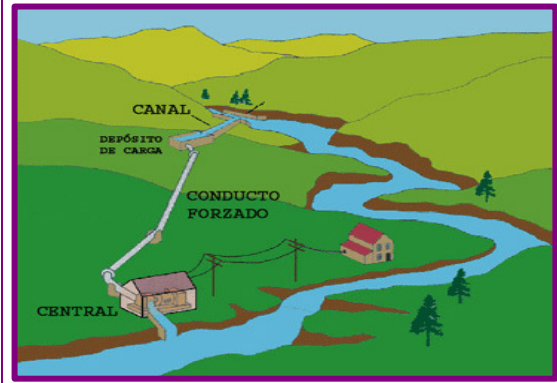
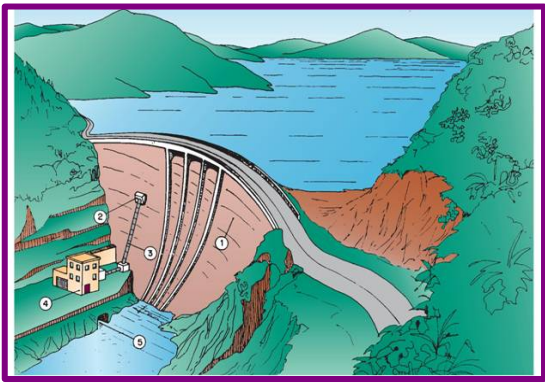
Enerxía hidráulica

A enerxía hidráulica é a enerxía cinética que transporta un caudal de auga. Pódese aproveitar para transformala en enerxía mecánica que mova as aspas dun muíño ou dunha turbina. O principal aproveitamento desta enerxía mecánica é a súa transformación en enerxía eléctrica nunha central hidroeléctrica, onde o movemento xerado na turbina se transmite a un xerador.

Aproveitamento da enerxía hidráulica		
		
Muíño de moer	Minicentral hidráulica	Central hidráulica

Existen fundamentalmente dous tipos de centrais hidroeléctricas:

- **Centrais de auga fluente:** Aquelas que captan unha parte do caudal circulante por un río e o conducen á central para ser turbinado e xerar enerxía eléctrica. Despois, este caudal é devolto á canle do río.
- **Centrais a pé de presa:** Aquelas situadas augas abaixo dos encoros destinados a usos hidroeléctricos ou a outros fins como abastecemento de auga a poboacións ou regas. Teñen a vantaxe de almacenar a enerxía potencial da auga e poder empregala nos momentos en que máis se necesite.

	
Central de auga fluente	Central a pé de presa

Vantaxes e inconvenientes da utilización da enerxía hidráulica

Vantaxes

- Debido ao ciclo da auga é renovable, non se consome. Tómase a auga nun punto e devólvese a outro a unha cota inferior.
- É autóctona e, por conseguinte, evita importacións do exterior.
- As presas que se constrúen para encorar a auga permiten regular o caudal do río, evitando desta forma inundacións en épocas de crecida e facendo posible a rega das terras baixas nos períodos de escaseza de choivas.

- A auga encorada pode servir para o abastecemento a cidades durante longos períodos de tempo.
- Non xera calor nin emisións contaminantes (choiva ácida, efecto invernadoiro...)
- Xera postos de traballo na súa construción, mantemento e explotación.
- Require investimentos moi cuantiosos que se realizan normalmente en comarcas de montaña moi deprimidas economicamente.
- Xera experiencia e tecnoloxía facilmente exportable a países en vías de desenvolvemento.

Inconvenientes

- Os encoros de auga alagan extensas zonas de terreo nos vales dos ríos, polo xeral moi fértiles e en ocasións de gran valor ecolóxico. Mesmo, nalgúns casos, alagaron pequenos núcleos de poboación, cuxos habitantes tiveron que ser trasladados a outras zonas: isto significa un trastorno considerable a nivel humano.
- Altera o normal desenvolvemento na vida biolóxica (animal e vexetal) do río.
- As centrais de encoro teñen o problema da evaporación de auga: na zona onde se constrúe aumenta a humidade relativa do ambiente como consecuencia da evaporación da auga contida no encoro.
- Se augas arriba do río existen verteduras industriais ou de rede de sumidoiros, pódense producir acumulacións de materia orgánica no encoro, o que repercutirá negativamente na salubridade das súas augas.
- No caso das centrais de encoro construídas en rexións tropicais, estudos realizados demostraron que xeran, como consecuencia do estancamento das augas, grandes focos infecciosos de bacterias e enfermidades. En Brasil o brote de dengue foi asociado coas represas construídas ao longo do río Paraná.
- Unha posible rotura da presa dun encoro pode dar lugar a unha verdadeira catástrofe (exemplo: presa de Tous, na provincia de Valencia).
- Gran dependencia da enerxía hidráulica respecto das precipitacións, pois en épocas de seca é necesario reservar parte da auga encorada para outros usos non enerxéticos.

Enerxía solar

É a enerxía que aproveita de forma directa a radiación solar.

Distinguimos dúas formas de aproveitamento da enerxía solar: a enerxía solar térmica e a enerxía solar fotovoltaica.

- Enerxía solar térmica: Utiliza a enerxía calorífica obtida a través da radiación do Sol para quentar un fluído que, en función da súa temperatura, se emprega para producir auga quente e mesmo vapor.
- Enerxía solar fotovoltaica: Transformación directa da enerxía solar en enerxía eléctrica mediante o chamado efecto fotovoltaico. Esta transformación lévase a cabo mediante células fotovoltaicas que están fabricadas con materiais semicondutores (por exemplo, silicio) que xeran electricidade cando incide sobre eles a radiación solar.

Enerxía solar térmica

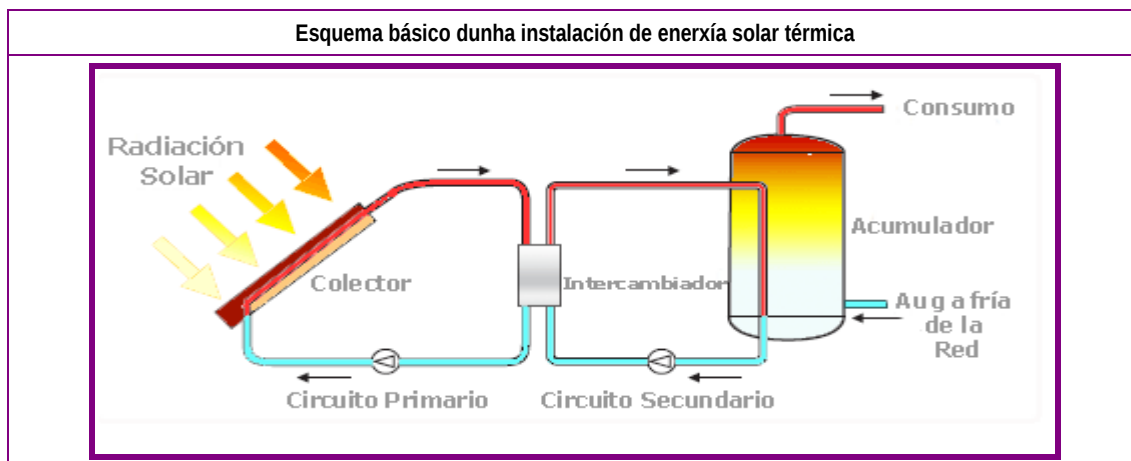
Podemos distinguir dous tipos de instalacións para o aproveitamento da enerxía solar térmica: Por unha banda, instalacións que usan esta enerxía para quentar auga sanitaria ou utilizar en calefaccións de vivendas e locais; por outra banda, grandes instalacións que quentan a auga para transformala en vapor a presión que se usa para mover turbinas e xerar electricidade.



Dependendo do uso que queiramos darlle á enerxía solar, teremos que utilizar diferentes tipos de colectores para absorber a radiación:

- Colectores de baixa temperatura. Proven calor útil a temperaturas menores de 65 °C.
- Colectores de temperatura media. Son os dispositivos que concentran a radiación solar para entregar calor útil a maior temperatura, usualmente entre os 100 e 300 °C.
- Colectores de alta temperatura. Traballan a temperaturas superiores aos 500 °C.

Úsanse para a xeración de enerxía eléctrica.



O sistema de acumulación de enerxía térmica está formado por un ou máis depósitos de auga quente. A dimensión dos depósitos de almacenamento deberá ser proporcional ao consumo estimado e debe cubrir a demanda de auga quente dun ou dous días.

As instalacións de enerxía solar térmica necesitan sistemas de apoio convencionais en previsión da falta de radiación solar ou a un consumo superior ao dimensionado (gasóleo, gas ou electricidade). Na maioría dos casos tanto en instalacións en vivendas unifamiliares, como en edificios de vivendas, as instalacións solares deséñanse para proporcionarlles ás vivendas entre o 60-80 % da auga quente demandada, aínda que en zonas con grande insolación ao longo do ano, a porcentaxe de achega adoita ser superior.

Enerxía solar fotovoltaica

A enerxía solar fotovoltaica consiste na transformación directa da radiación solar en enerxía eléctrica.

Principalmente diferéncianse dous tipos de instalacións fotovoltaicas:

- Instalacións fotovoltaicas de conexión a rede, onde a enerxía que se produce se utiliza integramente para a venda á rede eléctrica de distribución.



- Instalacións fotovoltaicas illadas de rede, que se utilizan para autoconsumo, xa sexa unha vivenda illada, unha estación repetidora de telecomunicación, bombeo de auga para rega etc.

Esta transformación en enerxía eléctrica conséguese aproveitando as propiedades dos materiais semicondutores mediante as células fotovoltaicas. A materia base para a fabricación de paneis fotovoltaicos adoita ser o silicio. Cando a luz do Sol (fotóns) incide nunha das caras da célula solar, xera unha corrente eléctrica. Esta electricidade xerada pódese aproveitar como fonte de enerxía.

A fabricación das células fotovoltaicas é un proceso custoso, tanto economicamente como en tempo. O silicio co que se fabrican as células fotovoltaicas é un material moi abundante na Terra, atópase na area. Con todo, o procesamento do silicio é laborioso e complicado. Mediante uns procesos moi complicados elabóranse lingotes de silicio. Posteriormente, destes lingotes de silicio cortaranse as obleas (células fotovoltaicas). Na actualidade estanse a investigar outros materiais de maior rendemento.

Vantaxes e inconvenientes da utilización da enerxía solar

Vantaxes

- Fonte de enerxía renovable: Aínda que sabemos que o Sol chegará a esgotarse, estímase que isto ocorrerá dentro duns 5.000 millóns de anos.
- Contaminación e medio ambiente: A industria de fabricación dos equipos non é moi contaminante e no proceso de produción de enerxía solar as instalacións solares térmicas e fotovoltaicas non xeran ningún tipo de contaminación ambiental.
- Mantemento e custo das instalacións: A maioría de instalacións de enerxía solar requiren dun mínimo mantemento. Os paneis que se instalan en casas, normalmente só necesitan unha ou dúas limpeza ao ano. Ademais os fabricantes serios de paneis solares adoitan garantilos por períodos de tempo de ata 20-25 anos.
- Accesibilidade enerxética: A enerxía solar é un excelente recurso para os lugares de difícil acceso ou moi lonxe das redes eléctricas instaladas. Por exemplo, refuxios, casas de montaña etc.
- Enerxía silenciosa: Nunha instalación normal de enerxía solar non existen partes móbiles, por tanto non hai ruídos asociados. Isto supón unha gran vantaxe respecto doutras fontes de enerxía renovable, como a enerxía eólica.

Inconvenientes

- Eficiencia enerxética: Un panel solar consome unha gran cantidade de enerxía para ser fabricado. A enerxía para a fabricación dun panel solar pode ser maior ca a potencia xerada por el ao longo da súa vida útil.
- Custo económico comparado con outras fontes de enerxía: Os prezos son moi altos en comparación con outras fontes de enerxía. Especialmente o que se refire á enerxía solar fotovoltaica.
- Dependencia climatolóxica: Existe unha variación nas cantidades producidas de acordo coa situación do tempo (choiva, neve...), que dificultan a previsión enerxética.
- Requírese unha fonte enerxética alternativa ou o uso de baterías para os días que as condicións atmosféricas non sexan boas ou pola noite.
- Horario solar: Un dos momentos de máis demanda enerxética precisamente é cando non hai radiación solar: pola noite. Por este motivo requírese dalgún sistema de almacenamento de enerxía. As formas de almacenamento da enerxía solar son ineficientes en comparación, por exemplo, cos combustibles fósiles (carbón, petróleo e gas), hidroeléctricas (auga) e biomasa.

- Almacenamento da enerxía: As baterías necesítanse no caso da enerxía eléctrica xerada mediante paneis fotovoltaicos, mentres que na enerxía térmica xerada mediante colectores solares necesítase a



Batería para acumular a electricidade das células fotovoltaicas



Tanque para almacenamento de auga quente en enerxía solar térmica

instalación de tanques con illamento térmico para manter a auga quente que conteñen.

Enerxía eólica

A enerxía eólica é a enerxía obtida a partir do vento, é dicir, a enerxía cinética xerada por efecto das correntes de aire, e que é transformada noutras formas útiles para as actividades humanas. A enerxía eólica foi aproveitada desde a antigüidade para mover os barcos impulsados por velas ou facer funcionar a maquinaria de muíños ao mover as súas aspas.

Actualmente, a enerxía eólica utilízase principalmente para producir enerxía eléctrica mediante aeroxeradores, podendo existir dous tipos de instalacións.

- *Illadas*, para xerar enerxía eléctrica en lugares remotos para auto-consumo. É moi común que estas instalacións vaian combinadas con paneis fotovoltaicos.
- *Parques eólicos*, formados por un conxunto de aeroxeradores, para vender a enerxía eléctrica xerada á rede.

A enerxía eólica é un recurso abundante, renovable, limpo e axuda a diminuír as emisións de gases de efecto invernadoiro (GEI) substituíndo centrais termoeléctricas que funcionan con combustibles fósiles, o que a converte nun tipo de enerxía verde. Con todo, o seu principal inconveniente é a variabilidade do vento.

Produción de enerxía eléctrica de orixe eólica

Para poder utilizar a enerxía do vento, é necesario que este teña unha velocidade mínima de 12 km/h, e que non supere os 65 km/h. A enerxía do vento é utilizada mediante o uso de máquinas eólicas (ou aeromotores) capaces de transformar a enerxía cinética do vento en enerxía mecánica de rotación utilizable, para accionar directamente as máquinas de produción de enerxía eléctrica. O sistema de conversión, que comprende un xerador cinético cos seus sistemas de control e de conexión á rede, é coñecido como aeroxerador.

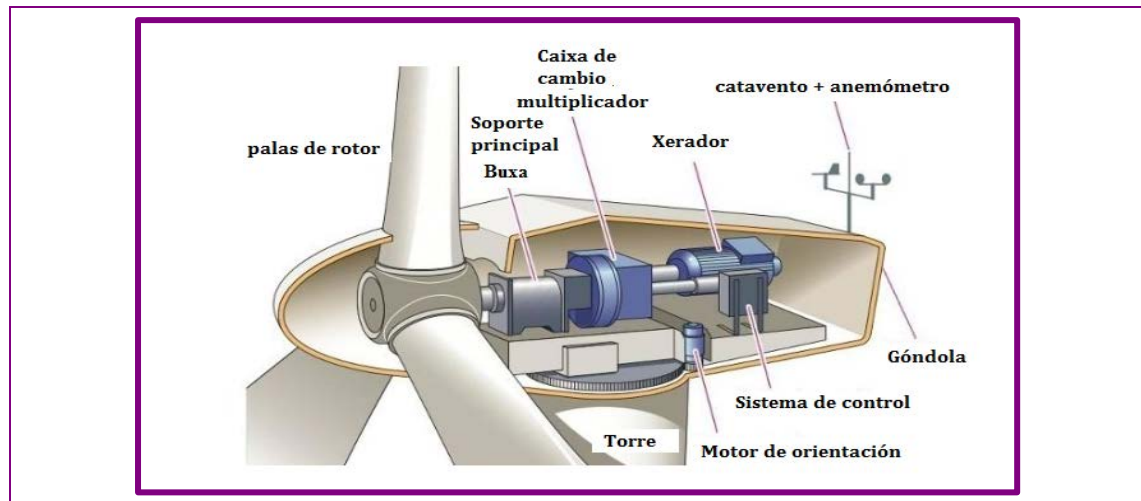


A baixa densidade enerxética da enerxía eólica por unidade de superficie nunha determinada zona ten como consecuencia a necesidade de proceder á instalación de máis máquinas para o aproveitamento dos recursos dispoñibles. O exemplo máis común dunha instalación eólica é representada polos "parques eólicos" (colocación de varios aeroxeradores nunha zona conectados a unha única liña que os conecta á rede eléctrica).

O aerogenerador

Un aerogenerador é un xerador de electricidade activado pola acción do vento. O vento move a hélice e, a través dun sistema mecánico de engrenaxes, fai virar o rotor dun xerador, que produce a corrente eléctrica.

Os principais compoñentes dun aerogenerador son:



- A góndola: é a carcasa que protexe a compoñentes clave do aerogenerador.
- As pas do rotor: capturan o vento e transmiten a súa potencia cara á buxa. Teñen unha lonxitude de 20 m.
- Buxa: é un elemento que une as pas do rotor co eixo de baixa velocidade.
- Eixo de baixa velocidade: conecta a buxa do rotor ao multiplicador. Xira moi lento, a 30 r.p.m.
- Multiplicador: permite que o eixo de alta velocidade que está á súa dereita vire 50 veces máis rápido que o eixo de baixa velocidade.
- Eixo de alta velocidade: xira aproximadamente a 1.500 rpm, o que permite o funcionamento do xerador eléctrico.
- Xerador eléctrico: nos aerogeneradores modernos a potencia máxima adoita estar entre 6 e 12 MW.
- Controlador electrónico: é un computador que continuamente monitoriza as condicións do aerogenerador e controla o mecanismo de orientación.
- A unidade de refrixeración: contén un ventilador eléctrico utilizado para arrefriar o xerador eléctrico.
- A torre: soporta a góndola e o rotor. Xeralmente é unha vantaxe dispoñer dunha torre alta, dado que a velocidade do vento aumenta a medida que nos afastamos do nivel do chan.

- Mecanismo de orientación: está activado polo controlador electrónico, que controla a dirección do vento.
- Anemómetro: os sinais electrónicos do anemómetro conectan o aeróxerador cando o vento ten unha velocidade aproximada de 4 m/s.

Vantaxes e inconvenientes da utilización da enerxía eólica

Vantaxes

- A enerxía eólica é unha fonte de enerxía considerada verde xa que non causa contaminación. É certo que durante a fabricación, transporte de materiais e a instalación dunha turbina eólica contribúese en algo ao quecemento global, pero a electricidade producida unha vez montadas esas turbinas non implican emisión ningunha á atmosfera.
- Enorme potencial. Poderíase obter 20 veces máis enerxía do que o mundo necesita. A enerxía potencial que se podería conseguir grazas á enerxía eólica é absolutamente increíble. Varios investigadores independentes chegaron á mesma conclusión: o potencial mundial de enerxía eólica supera os 400 TW.
- Renovable. A enerxía eólica é unha fonte de enerxía renovable. Os ventos ocorren naturalmente e non hai forma de que quedemos sen esas fontes. Lembremos que a enerxía eólica orixínase grazas ás reaccións de fusión nuclear que teñen lugar no sol.
- Eficientes en canto a superficie. As maiores turbinas eólicas son capaces de xerar suficiente electricidade para cubrir a demanda media de 600 fogares. As turbinas non poden situarse moi preto unha doutra, pero o espazo entre elas pode dedicarse a outros usos. Isto supón unha gran vantaxe fronte á enerxía solar por exemplo, que require de moito espazo en exclusividade.
- Rápido crecemento. Aínda non supón unha gran porcentaxe da enerxía eléctrica producida, pero é a fonte de enerxía que crece a un maior ritmo e iso contribuirá a loitar contra o quecemento global, á vez que se reducirán custos.
- Custos. Os custos de produción cada vez son máis reducidos grazas aos avances tecnolóxicos e espérase que sigan decrecendo no futuro.
- Baixo mantemento. Xeralmente, unha vez que as turbinas se fabricaron, erixido e entrado en funcionamento, os custos operacionais son moi pequenos. Aínda que algunhas turbinas son susceptibles dun mantemento maior ca outras posto que non todas as turbinas son creadas iguais.
- Bo uso doméstico potencial. Os muíños de vento viñéronse usando en moitos

lugares do mundo tradicionalmente para traballos máis mecánicos, pero poderían usarse tamén para a produción de electricidade nos fogares, do mesmo xeito que moita xente fai con paneis fotovoltaicos. Mesmo poderían complementarse uns e outros.

Inconvenientes

- Impredicible. É difícil de predicir a dispoñibilidade de vento para a produción de enerxía. Se tivésemos sistemas de almacenamento baratos da enerxía producida, a situación sería moi diferente, pero as baterías son caras. Por agora as turbinas eólicas teñen que ser usadas en paralelo con outras fontes de enerxía para satisfacer a nosa demanda enerxética de forma continua.
- Custos. Os parques eólicos adoitan situarse en zonas apartadas ou no mar, lonxe dos puntos de consumo, e para transportar a enerxía eléctrica requírense torres de alta tensión e cables de gran capacidade que poden salvar importantes distancias e causan impacto na paisaxe. Neste proceso, ademais, adoita perderse enerxía.
- Problemas medioambientais. A enerxía eólica é das máis limpas, renovables e abundantes, xa que os aeroxeradores eléctricos non producen emisións contaminantes (atmosféricas, residuos, verteduras líquidas etc.) e non contribúen, por tanto, ao efecto invernadoiro nin á acidificación.

Con todo, tamén existen factores negativos, algunhas de consecuencias medioambientais son:

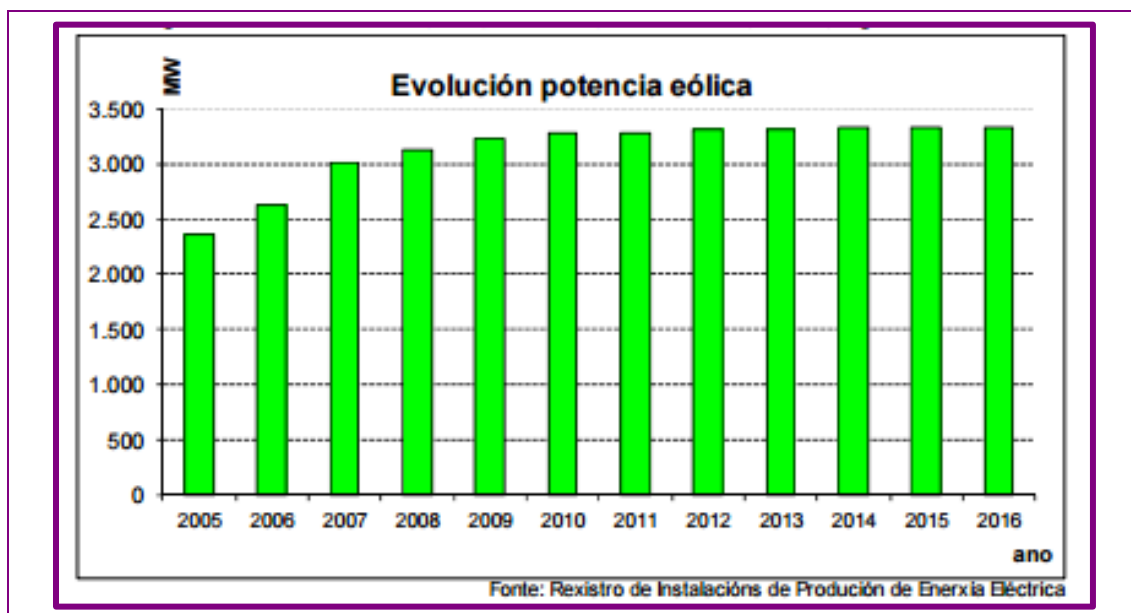
- Impacto visual. Para evitalo, adóitanse utilizar cores adecuadas, unha coidada localización das instalacións na orografía do lugar e unha precisa distribución dos aeroxeradores.
- Impacto sobre as aves. Trátase dun impacto potencial que, aínda que non reviste gravidade en termos xerais, depende principalmente da localización do parque eólico. Naqueles parques que se sitúen en áreas sensibles, pode ser minimizado a través de programas de vixilancia e seguimento.
- A flora e a fauna. Unha central eólica pode ter efectos directos na modificación do hábitat existente na zona e dalgúns dos organismos que nel habitan, xerando ruídos e movementos que afectan ao comportamento dos animais.
- Efecto sonoro. Un aeroxerador produce un ruído similar ao de calquera outro equipamento industrial da mesma potencia. A diferenza recae en que mentres os equipamentos convencionais se atopan normalmente pechados en edificios deseñados para minimizar o seu nivel sonoro, os aeroxeradores teñen que traballar ao aire libre e contan cun elemento transmisor de son: o propio vento.

- Impacto por erosión. Prodúcese principalmente polo movemento de terras durante a preparación dos accesos ao parque eólico. Esta incidencia pódese reducir mediante estudos previos ao seu trazado.
- As interferencias electromagnéticas. O gran tamaño dos aerogeneradores pode producir unha interferencia nas ondas de radio, telefonía, televisión etc. cando as aspas están en movemento.

Evolución da produción de enerxía eólica en Galicia

No seguinte cadro móstranse os valores de produción de enerxía eólica en Galicia desde o ano 2005.

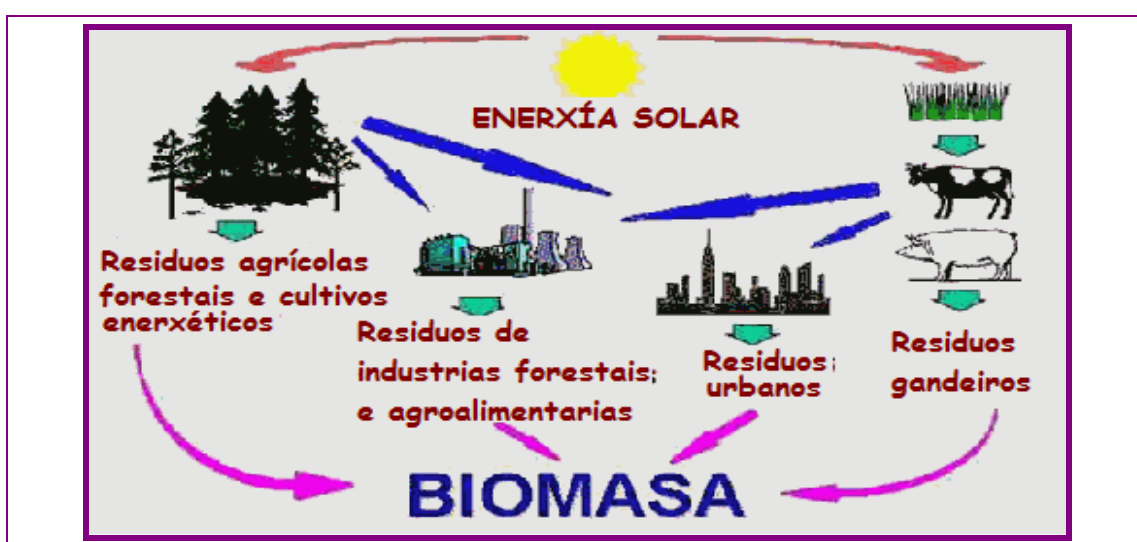
Ano	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	2.364	2.621	3.017	3.122	3.230	3.285	3.287	3.313	3.320	3.334	3.334	3.334
Potencia de orixen renovable (*)	5.711	6.011	6.426	6.613	6.749	6.768	6.774	7.029	7.079	7.172	7.192	7.192
Porcentaxe de eólica sobre FER	41,4%	43,6%	46,9%	47,2%	47,9%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



Pódese apreciar como a xeración de enerxía eléctrica a partir das fontes de enerxía renovables ía en continuo aumento ata chegar ao ano 2007 en que empezou a crise. Neste ano, España era un país punteiro dentro de Europa na xeración de enerxías renovables. Como consecuencia dos recortes e a falta de investimento, no ano 2016 atopámonos na cola. Na gráfica observamos un estancamento manifesto da produción.

Enerxía da biomasa

A biomasa é unha fonte de enerxía baseada no aproveitamento de materias orgánicas de orixe vexetal ou animal, incluíndo os produtos e subprodutos resultantes da súa transformación. Baixo a denominación de biomasa recóllense materiais enerxéticos de moi diversas clases: residuos forestais, residuos agrícolas leñosos e herbáceos, residuos de procesos industriais diversos, cultivos enerxéticos, materiais orgánicos contidos nos residuos sólidos urbanos, biogás procedente de residuos gandeiros ou de residuos biodegradables de instalacións industriais, da depuración de augas residuais urbanas ou de vertedoiro etc. Poden tamén incluírse baixo a denominación de biomasa, os biocombustibles, que teñen a súa principal aplicación no transporte.



As aplicacións da biomasa pódense englobar en dous grupos:

- Aplicacións domésticas e industriais que funcionan mediante a combustión directa da biomasa.
- Aplicacións vinculadas á aparición de novos recursos e novas técnicas de transformación, como a gasificación e a pirólise da biomasa, novos biocombustibles etc.

A biomasa ten un amplo abanico de usos tales como o uso directo queimándoa para obter calor ou para xerar electricidade mediante turbinas de vapor. A biomasa tamén se pode empregar na obtención de gas metano, biodiésel e outros biocombustibles. O seu uso parece ter unha longa lista de vantaxes, pero ten tamén inconvenientes.

Vantaxes e desvantaxes da enerxía da biomasa

Vantaxes

- É unha fonte de enerxía renovable. En todo o planeta existe a posibilidade de acceder a fontes de biomasa tales como restos de colleita, esterco e lixo orgánico. No transcurso dun ano no que se transforman todas esas fontes en biocombustibles, están a xerarse cantidades equivalentes en colleitas, granxas e cidades. O ritmo de transformación aseméllase ao ritmo de crecemento de colleitas e recolección, e pode ser tan curta como uns meses nalgúns casos.
- Neutral respecto das emisións de carbono. Esta tal vez sexa a maior e máis importante vantaxe da enerxía procedente da biomasa. A biomasa entra de cheo no ciclo do carbono. O carbono da atmosfera é captado polas plantas durante a fotosíntese e pasa a formar parte das súas estruturas. Cando a planta morre ou é queimada, ese carbono retorna á atmosfera. Posto que é un ciclo, os seguintes cultivos absorben o carbono unha e outra vez, polo que se mantén un equilibrio entre a cantidade de carbono que o combustible da biomasa libera á atmosfera e a cantidade que as plantas extraen dela. Por este motivo, os combustibles procedentes da biomasa non contribúen ao quecemento global, e teñen a consideración de combustibles limpos.
- Mínimo prezo. O aproveitamento da enerxía contida na biomasa resulta moi económico comparado co petróleo ou co carbón. Adoita custar ao redor dun terzo dos combustibles fósiles para obter o mesmo resultado. Isto significa que se a nosa calefacción dependese de biomasa, poderíamos aforrar todos os anos un terzo do custo de quentala con gasóleo, o que supón un gran aforro.

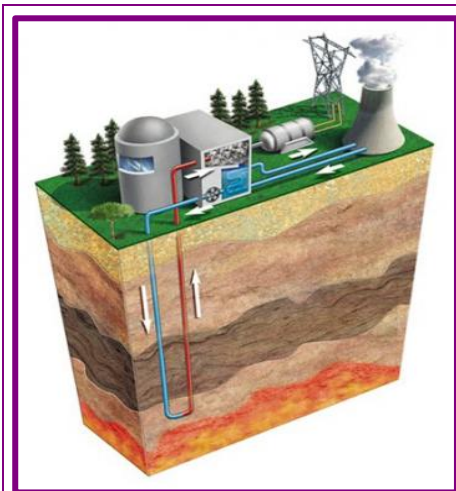
Desvantaxes

- Pode ser cara. En certas zonas e en certas condicións, a extracción de biomasa pode ser cara. Isto ademais adoita ocorrer en proxectos de aproveitamento que impliquen recolección, procesado e almacenamento dalgúns tipos de biomasa.
- Require espazo. Necesítanse grandes áreas para os diferentes procesos destinados á obtención de enerxía da biomasa. Tamén as zonas de almacenamento poden ser particularmente extensas.
- Aspectos ambientais. En ocasións destínanse á obtención de biomasa amplas zonas forestais ou silvícolas, destruíndo hábitats de gran valor ecolóxico e provocando a desaparición ou o movemento de especies animais ao destruír os seus refuxios e fontes de alimento.

Non hai dúbida de que a enerxía procedente da biomasa é un dos posibles substitutos dos combustibles fósiles. Non pode obviarse o beneficio de ser unha fonte de enerxía renovable e limpa. Haberá que ver o papel que pode xogar no futuro a biomasa en canto á obtención de enerxía.

Enerxía xeotérmica

Chamamos enerxía xeotérmica ao aproveitamento da enerxía térmica que se pode extraer debido á diferenza de temperaturas existente entre as capas internas da terra e as superficiais. Para o aproveitamento en zonas con condicións térmicas especiais, por exemplo as zonas volcánicas con temperaturas internas moi altas, faise circular nelas un fluído que transporta ata a superficie a enerxía calorífica en forma de calor acumulada nas zonas quentes. Se a temperatura interna é o suficientemente alta pódese producir vapor capaz de mover unha turbina e xerar electricidade.



O sistema baséase na diferenza de temperaturas entre o subsolo e a superficie. A enerxía intercámbiase en forma de calor a través de dous circuitos pechados de auga ou algún fluído especial. Para obter calor no inverno, a auga dentro do circuito captador xeotérmico, que é un circuito de plástico disposto en perforacións verticais que alcanzan entre 80 e 200 metros de profundidade, percorre, impulsada por unha bomba, o subsolo ata quentarse, logo quenta a auga no circuito emisor radiante, que é un circuito pechado o cal cede a calor ao edificio. No verán o funcionamento é análogo, pero a calor desprázase en sentido contrario. A eficiencia é maior canto máis profundo estea o circuito do subsolo, xa que a diferenza de temperaturas é maior.

Outras veces, sobre todo no verán, as capas internas presentan temperaturas moito máis baixas ca as superficiais, polo que se pode aproveitar para arrefriar un fluído que actúe como refrixerante nun sistema de aire acondicionado.

Ás veces esta enerxía vai ligada a outros fenómenos xeolóxicos como a presenza de géyseres, volcáns ou augas termais. Estes fenómenos facilitan moito a posibilidade de extraer calor en instalacións preto destas zonas.

Xeración de enerxía eléctrica mediante a xeotérmica

Na actualidade, funcionan tres tipos de centrais de xeración eléctrica:

- Centrais de vapor: utilizan o vapor xeotérmico directamente para facer virar as turbinas que producirán a enerxía ao xerador.

- Centrais de transmisión de vapor: aproveitan a calor xerada nas reservas xeotérmicas mediante un fluído que transmitirá o vapor e a calor.
- Centrais de ciclo binario: utilizan a auga subterránea para transferir a calor a un segundo líquido que ten unha temperatura de evaporación máis baixa. Cando este líquido se evapora move as turbinas. Posteriormente este vapor condénsase e reutilízase o líquido de novo.

Este último sistema, en comparación cos demais, é o que ten máis perspectivas de futuro. Non emite ningún tipo de gas dado que é un ciclo pechado, e funciona a temperaturas interiores de 110 a 160 °C.

Vantaxes e desvantaxes da enerxía xeotérmica

A enerxía xeotérmica ten a principal vantaxe en que o seu impacto ambiental é mínimo, e ten rendementos que lle permiten competir co petróleo. Pero as súas principais desvantaxes son que requiren de grandes investimentos e que os campos xeotérmicos son relativamente escasos e moitas veces sitúanse en zonas desfavorables.

Vantaxes

- É a enerxía máis eficiente de todas as enerxías renovables.
- Mantense estable ao longo das diferentes estacións do ano.
- É unha fonte que se atopa en calquera lugar da Terra, ao contrario das que dependen de xacementos.
- É independente das variacións meteorolóxicas como as choivas e, por tanto, o caudal do río ou o vento.
- Pódese utilizar de maneira particular, por exemplo en vivendas illadas onde non chega a electricidade.
- Non require combustión de ningún material (uranio, petróleo etc.), por tanto non se esgota coas reservas destes.
- Os residuos que produce son mínimos e provocan menor impacto ambiental ca os orixinados por enerxías de combustión, nuclear ou de hidrocarburos. Unha vivenda unifamiliar típica deixa de emitir dúas toneladas anuais de dióxido de carbono se usa enerxía xeotérmica.
- É económico e fácil de manter.
- Ten un alto rendimento e un baixo consumo.

- Aforro económico. Por exemplo, nunha vivenda duns 150 a 180 metros cadrados, o aforro económico que supón é do 70 %.
- O tempo de retorno é moi baixo. Unha instalación de enerxía xeotérmica amortízase entre catro e seis anos, isto quere dicir que neste tempo, todo o diñeiro aforrado en enerxía iguala o prezo que foi necesario para instalar a tecnoloxía.
- O impacto visual é mínimo, por ser unha instalación soterrada. No caso de climatización adóitase facer con chan radiante. Non fan falta ventiladores nin aparellos interiores nas estancias nin nos exteriores, só unha bomba.

Desvantaxes

- É unha nova tecnoloxía e menos coñecida ca as outras fontes de enerxía, polo que na actualidade resulta complicado calcular os requisitos nun proxecto de instalación.
- É máis difícil de instalar, de maneira particular, en grandes cidades, onde o subsolo pertence ao concello e está ocupado por outros servizos.
- Só está dispoñible en determinadas zonas.

Enerxía procedente do mar

Malia que a tecnoloxía para aproveitar a enerxía que proporcionan os océanos aínda non está moi desenvolvida, a cantidade que poderíamos obter do movemento destas grandes masas de auga é de tal magnitude que xustifican os grandes esforzos, tanto técnicos como financeiros que se están realizando neste campo, por iso vale a pena deternos aquí para analizar as técnicas que se están aplicando na actualidade.



Calculouse que unha onda de 7,50 metros de altura sobre o nivel das augas tranquilas e de 150 metros de lonxitude de onda, propagándose cunha velocidade de 15 metros por segundo, desenvolve unha potencia de 700 cabalos de vapor por metro lineal de crista.

Os océanos actúan como captadores e acumuladores de enerxía procedente principalmente do efecto do Sol, da Lúa e os ventos. Esta enerxía téntase aproveitar para satisfacer as nosas necesidades enerxéticas. As formas de aproveitamento son:

- Diferenza de altura das mareas (Enerxía mareomotriz).
- Gradientes térmicos (Enerxía mareomotérmica).
- Ondas (Enerxía undimotriz).

Enerxía mareomotriz

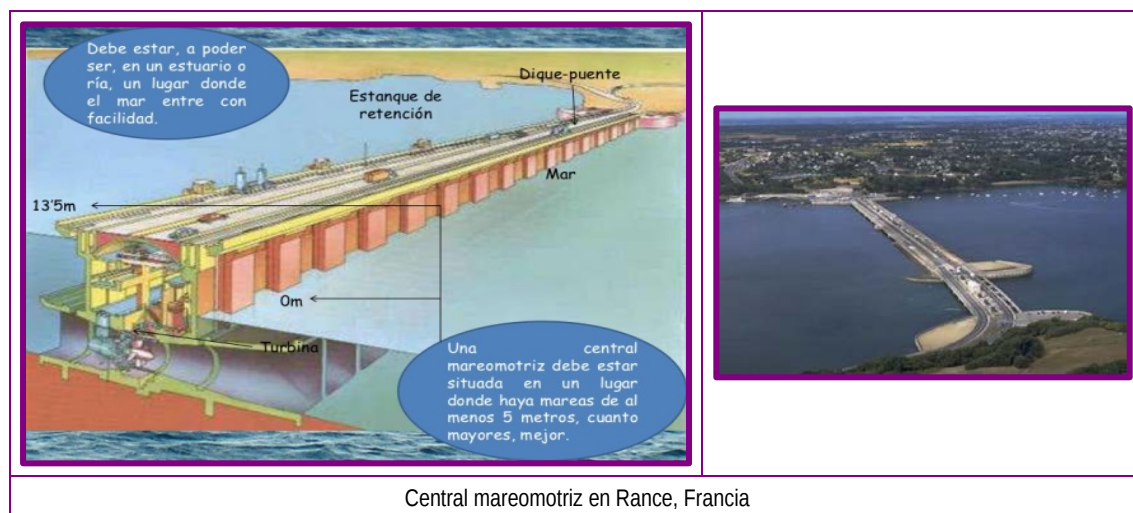
É a enerxía que se extrae do movemento das mareas. Normalmente faise encorando auga do mar en enseadas naturais e liberándoa logo a través de turbinas hidráulicas unidas a xeradores que producen electricidade. A potencia aproveitable das mareas a escala mundial é da orde de 60 a 70 millóns de kW anuais, que é o equivalente enerxético de 2.000 millóns de toneladas de carbón.

A capacidade de produción real é moi limitada, pois para que sexa rendible construír unha central mareomotriz, é necesario que:

- A diferenza de altura das mareas sexa o suficientemente grande (mínimo 5 m).
- A fisionomía da costa permita a construción de diques, xa que require o cerramento dun esteiro ou unha baía mediante un dique provisto de comportas. En cada unha delas instálase unha turbina de pas orientables, conectada a un alternador.

A secuencia de funcionamento durante un ciclo preamar-baixamar é a seguinte:

1. Ao subir a marea, a auga penetra no encoro e acciona os grupos turbina-alternador, cos que se obtén enerxía eléctrica
2. Ao final da preamar, as turbinas actúan como bombas e provocan que o encoro se encha.
3. Cando baixa a marea, a auga regresa de novo ao mar, volve accionar os grupos turbina-alternador e de novo obtense enerxía eléctrica.
4. Ao final da baixamar, as turbinas actúan outra vez como bombas e provocan que o encoro se baleire.



As paletas das turbinas poden variar a súa posición e deixar paso libre á auga en caso de necesidade.

A única central mareomotriz operativa na actualidade é a do esteiro da Rance, en Francia, inaugurada en 1967. Outros proxectos abandonados por problemas técnicos son: a baía de Fundy en Canadá, ou o esteiro do río Severn en Gran Bretaña.

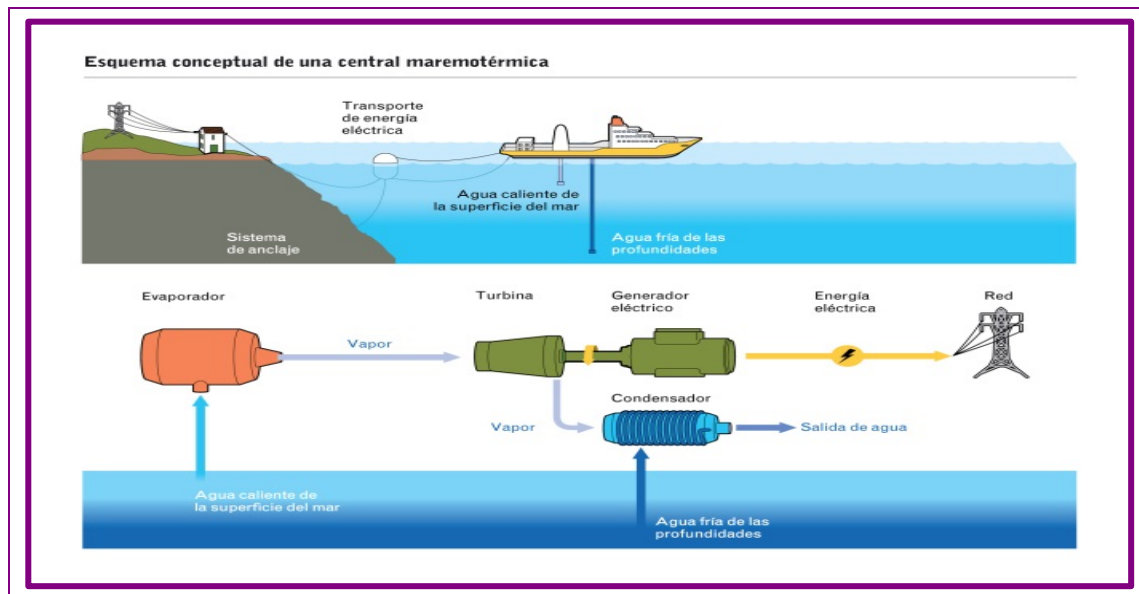
Vantaxes e inconvenientes

Vantaxes	Inconvenientes
É unha fonte de enerxía renovable.	Alto custo das instalacións.
Dispoñibilidade todo o ano.	Impacto visual e nos ecosistemas da zona.
Non depende de factores climáticos.	Dependencia das alturas das mareas.
Silenciosa e limpa.	

Enerxía maremotérmica

A absorción de enerxía solar polo mar dá lugar a que a auga da superficie posúa un nivel térmico superior ao das capas inferiores, podendo variar ata 25 °C desde a superficie (25 °C-30 °C) a 1.000 m de profundidade (4 °C), sendo esta diferenza de temperatura constante ao longo do ano.

Para aproveitar este gradiente térmico empréganse os motores térmicos, que funcionan entre dous focos de calor: o foco quente á temperatura da auga superficial (T_c) e o foco frío ou punto a menos temperatura (T_f).



A transformación da enerxía térmica en eléctrica lévase a cabo por medio dun ciclo termodinámico (ciclo de Rankine) no que un líquido se evapora para pasar logo a unha turbina. O ciclo pode ser aberto ou pechado.

Aberto: Utilizan directamente a auga do mar. A auga da superficie evapórase a baixa presión e acciona as turbinas. Posteriormente devólvese ao mar, onde se licúa de novo.

Pechado: Utilízanse fluídos de baixo punto de ebulición, como o amoníaco, o freon ou o propano. A calor das augas superficiais é suficiente para evaporalos. O vapor xerado utilízase para mover as turbinas, e posteriormente é arrefriado utilizando auga das capas profundas, co que o ciclo volve comezar.

Vantaxes e inconvenientes

Vantaxes	Inconvenientes
É unha fonte de enerxía renovable.	Alto custo das instalacións.
Dispoñibilidade todo o ano.	Impacto visual e nos ecosistemas da zona.
Non depende de factores climáticos.	Dependencia das diferenzas de temperatura.
Silenciosa e limpa.	

Enerxía das ondas

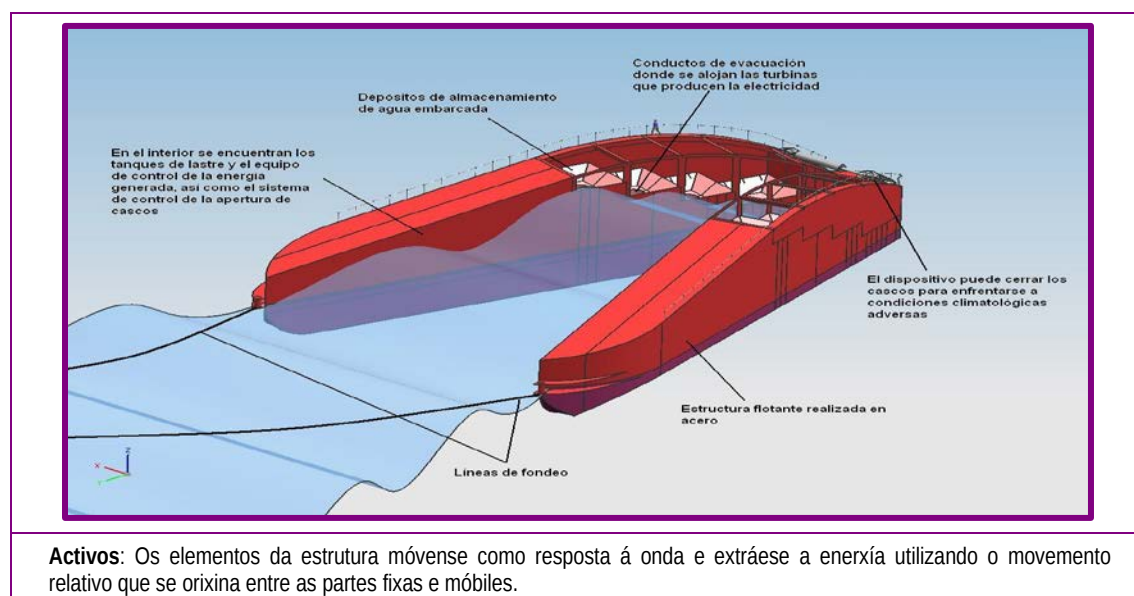
As ondas que se producen na superficie do mar son provocadas polos ventos, dos que recollen e almacenan enerxía. Ao non ser estes constantes nin en velocidade nin en dirección, as ondas producidas non son regulares, polo que é bastante complicado determinar e aproveitar a enerxía que transportan. Como aproximación, unha onda de 3 m de altura é capaz de fornecer entre 25 e 40 kW por metro de fronte.

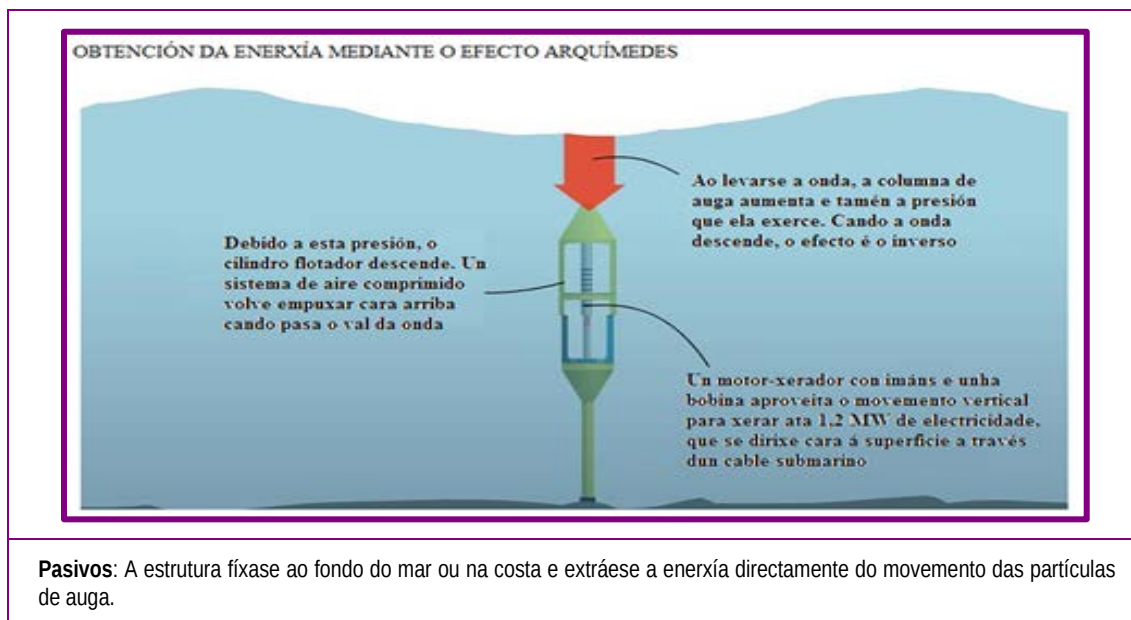
O aproveitamento é difícil e complicado, e o rendemento obtido é moi baixo, ao que hai que engadir o impacto ambiental que sufriría a zona.

Pódense aproveitar tres fenómenos básicos que se producen nas ondas:

- Empuxe da onda.
- Variación da altura da superficie da onda.
- Variación da presión baixo a superficie da onda.

Os captadores de ondas, todos aínda en fase experimental, poden ser de dous tipos:





En España aínda non se aproveita este tipo de enerxía de forma comercial, soamente en Cantabria e o País Vasco existen dúas centrais piloto, unha en Santoña e outra en Mutriku (Guipúscoa). Tamén existe un proxecto para instalar unha planta en Granadilla (Tenerife) e estanse realizando novas instalacións en Galicia.

A Universidade de Vigo na actualidade desenvolve o proxecto 'LifeDemoWare' sobre enerxía das ondas, e que foi seleccionado pola UE dentro da convocatoria Life 2014. Debido ao carácter demostrativo do proxecto, instalaranse dous prototipos de xeración undimotriz de 25 quilowatts cada un (o primeiro será hidráulico e o outro mecánico), previsiblemente na zona de experimentación de Punta Langosteira, o porto exterior da Coruña.

Vantaxes e inconvenientes

Vantaxes	Inconvenientes
É unha fonte de enerxía renovable.	Alto custo das instalacións
Dispoñibilidade todo o ano.	Impacto visual e nos ecosistemas da zona.
Silenciosa e limpa	Dependencia da ondada.
	Problemas cos temporais.

Actividades propostas

S14. Que vantaxes supón utilizar as enerxías renovables fronte ás non renovables?

S15. Busque unha central hidráulica e analice tres vantaxes e tres inconvenientes para a comarca onde se sitúa.

- S16.** Das vantaxes de usar a enerxía hidráulica cal cre que é a principal? Cal cre que é o peor inconveniente?
- S17.** Cales son as dúas formas de aproveitamento da radiación solar para obter enerxía útil?
- S18.** Cal valora como a mellor vantaxe da enerxía solar fronte a outras fontes de enerxía renovables?
- S19.** Valore cal pode ser a principal vantaxe da enerxía eólica fronte a outras enerxías de tipo renovables.
- S20.** Ver na páxina <http://www.greatenergy.com.mx/Oeolica.html/> o vídeo de como se monta un xerador eólico.
- S21.** Xogo interactivo onde se explica dunha maneira gráfica o funcionamento dun parque eólico:
- http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/produccion-de-electricidad/parques-eolicos/
- S22.** Cal cre que pode ser o principal inconveniente da enerxía eólica fronte a outros tipos de enerxías renovables?
- S23.** Explique por que a biomasa é unha fonte de enerxía renovable.
- S24.** Un dos principais problemas que presenta a utilización da biomasa é a substitución de extensas zonas dedicadas ao cultivo de materias primas para a industria alimentaria por cultivos de especies que requiren moito menos coidado e serven para biomasa. Investigue se en España existe algunha normativa que regule este feito.
- S25.** Explique en que consiste a enerxía xeotérmica.
- S26.** Cite a principal vantaxe e o peor inconveniente da enerxía xeotérmica fronte a outras enerxías tamén renovables.
- S27.** Galicia é famosa pola abundancia de balnearios, analice cal deles ten augas termais e se as utilizan tamén como fonte de enerxía. Que temperaturas alcanzan estas augas?
- S28.** Que maneiras de aproveitar a enerxía proveniente do mar coñece?

S29. En que consiste a enerxía maremotérmica?

S30. Como poden ser os captadores de ondas do mar para o aproveitamento da súa enerxía?

S31. Cales son as principais repercusións ambientais debidas á produción e ao consumo de enerxía?

2.2 Formas de intercambio de enerxía: traballo e calor

Na unidade didáctica 6 no apartado 2.1.2 vimos como a través do dispositivo ideado por Joule, se demostra que o traballo mecánico que producían unhas pas ao xirar no interior dun líquido provocaba un aumento de temperatura neste, polo que Joule establece que a relación entre o traballo e a calor producida é sempre invariable.

	Se o traballo e a calor se expresan nas mesmas unidades podemos expresar a relación entre eles así: $W = Q$ Resultado que se coñece como equivalente mecánico da calor. No sistema internacional de unidades usaremos o Joule, J, para a calor pero tamén se pode usar a caloría: $1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$
--	---

Este resultado deriva directamente no que coñecemos como o principio de conservación da enerxía:

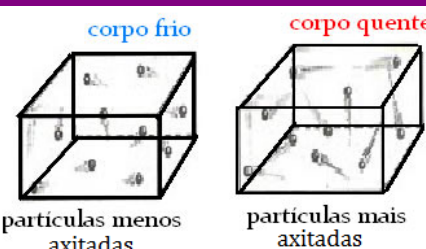
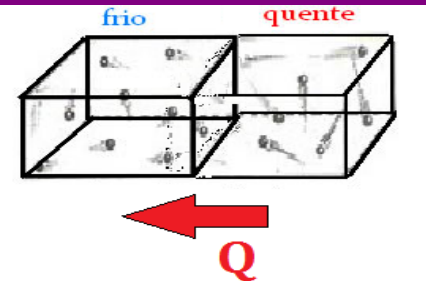
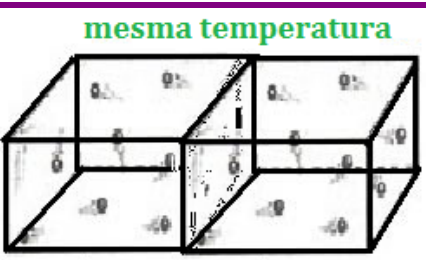
“A enerxía non se crea nin se destrúe tan só se transforma”

2.2.1 Efecto da calor nos corpos: variación da temperatura

Se lembramos a teoría cinético molecular, dous dos seus postulados din:

1. A materia está formada por partículas moi pequenas de tamaños tan pequenos que non se poden ver cun microscopio.
2. As partículas están en continuo movemento de maneira aleatoria.

Baseándonos nestes postulados podemos describir a calor.

	Se temos dous corpos, un frío a certa temperatura e outro quente a unha temperatura superior, as partículas que forman o corpo quente móvense a moita máis velocidade ca as do corpo frío.
	Se poñemos ambos os corpos en contacto, as partículas do corpo quente golpean as do corpo frío transferíndolles a súa enerxía. As partículas do corpo frío moveranse máis rapidamente e as do corpo quente máis a modo. A esta transferencia de enerxía é ao que chamamos calor.
	O proceso continúa ata que ambos os corpos estean á mesma temperatura, é dicir, ata que as partículas se movan á mesma velocidade en ambos os corpos.

Xa que logo, segundo a teoría cinética molecular poderemos definir:

Temperatura: É a magnitude que expresa unha medida da axitación das partículas que compoñen un corpo en comparación cun patrón.

Calor: É a transferencia de enerxía entre dous corpos a diferentes temperaturas.

É por iso que temos varias escalas de temperatura dependendo do patrón de referencia que tomemos.

Escala Celsius ou centígrada	Escala Kelvin	Escala Fahrenheit
Toma como referencia: Conxelación da auga a 0 °C Ebulición da auga 100 °C	Toma como referencia: Cero absoluto de temperatura, onde todas as partículas dun corpo están quietas: -273,15 °C	Toma como referencia: Conxelación da auga a 32 °F Ebulición da auga 212 °F
	$T(^{\circ}\text{C}) = T(\text{K}) - 273$	$T(^{\circ}\text{C}) = \frac{5 \cdot (T(^{\circ}\text{F}) - 32)}{9}$

Actividades resoltas

Nos Estados Unidos utilízase a escala Fahrenheit en lugar da Celsius que usamos en Europa. Determinar cantos °F son 0 °C, 100 °C e un día de temperatura intermedia de 25 °C.

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

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

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

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

Pola propia definición da calor, temos que o efecto da calor entre dous corpos é a variación da temperatura. Como xa vimos na unidade anterior podemos cuantificar esta variación a través da expresión:

$$Q = m \cdot c \cdot (T_f - T_i) \quad \text{onde} \quad \begin{cases} Q = & \text{é a calor transferida} \\ m = & \text{a masa da substancia} \\ c = & \text{a calor específico da substancia} \\ T_f = & \text{a temperatura final} \\ T_i = & \text{a temperatura inicial} \end{cases}$$

Calorimetría

Se lembramos a definición de calor, sempre que un corpo se quenta temos outro que arrefría; polo tanto, sempre teremos un corpo que absorbe calor e outro que desprende calor. Se chamamos T_q á temperatura inicial do corpo quente e T_a á do corpo frío cando os poñemos en contacto, ambos alcanzan unha temperatura final de equilibrio que chamamos T_f . Se ambos os corpos están illados e non temos perdas de calor co medio, podemos escribir que:

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

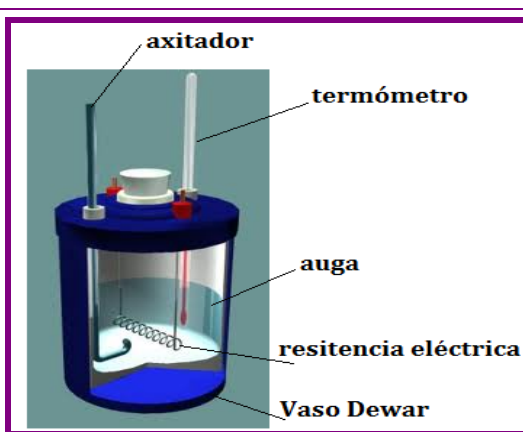
Onde:

$$Q_{\text{absorbida}} = m \cdot c_q \cdot (T_q - T_f). \text{ Obsérvese que esta cantidade é positiva xa que } T_q > T_f.$$

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

As capacidades caloríficas dos corpos quentes e frío respectivamente son c_q e c_a .

Estas expresións son as que usamos en calorimetría para a determinación das capacidades caloríficas das substancias. O habitual é que o corpo frío sexa unha cantidade coñecida de auga da cal temos perfectamente determinada a súa capacidade calorífica $c_a = 4.180 \text{ J/kg } ^{\circ}\text{C}$.



O calorímetro consiste nun vaso Dewar, que é un recipiente cunha dobre parede de vidro separada por unha cámara de aire. Este leva unha cantidade de auga destilada previamente medida. O recipiente vai hermeticamente pechado e leva inseridos un termómetro, un axitador para mesturar a auga de forma homoxénea e unha resistencia calefactora para elevar a temperatura da auga se é necesario. A través do tapón roscado superior, pódese introducir a peza de material cuxa capacidade calorífica temos que determinar.

Quentamos a auga ata unha temperatura determinada por medio da resistencia calefactora, por exemplo $T_a = 25\text{ }^\circ\text{C}$. No exterior quentamos a peza que queremos medir ata unha temperatura superior, por exemplo $T_q = 80\text{ }^\circ\text{C}$. Moi rapidamente introdúcese a peza no interior do calorímetro tratando de minimizar as perdas de calor, o tapón non pode estar aberto máis tempo do necesario. Logo, esperamos a que se alcance a temperatura de equilibrio T_f .

Actividades resoltas

Un calorímetro contén 450 g de auga a $24\text{ }^\circ\text{C}$. Introdúcese un bloque de chumbo de 100 g a unha temperatura de $97,5\text{ }^\circ\text{C}$. Unha vez alcanzado o equilibrio térmico, a temperatura do conxunto é de $24,5\text{ }^\circ\text{C}$. Calcular a capacidade calorífica do chumbo.

Os datos que temos xa en unidades do Sistema Internacional (SI) son os seguintes:

Da auga: $m_a = 0,45\text{ kg}$, $T_a = 24\text{ }^\circ\text{C}$, $c_a = 4.180\text{ J/kg }^\circ\text{C}$; do chumbo: $m_c = 0,1\text{ kg}$, $T_q = 97,5\text{ }^\circ\text{C}$. Como se trata de diferenzas de temperatura non é necesario que as pasemos a Kelvin. Xa que logo teremos:

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

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

Así, cando se alcanza o equilibrio térmico ten que cumprirse que:

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

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

Se mesturamos 2,5 l de auga a $20\text{ }^\circ\text{C}$ con 1,5 l de auga a $100\text{ }^\circ\text{C}$, cal será a temperatura da mestura cando se alcance o equilibrio térmico?

De novo temos dous corpos a diferentes temperatura que se xuntan ata alcanzar o equilibrio, un deles desprende calor e o outro absorbe a calor, logo: (lembrar que a densidade da auga é 1 g/cm^3 , polo que 1 l de auga é 1 kg)

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

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

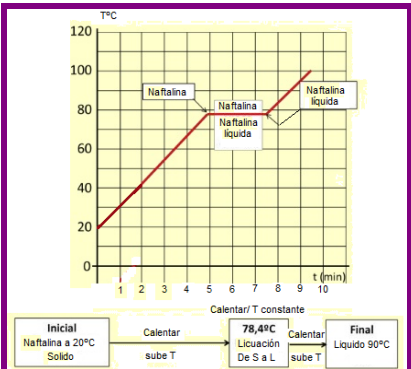
Polo que teremos:

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

Despexando obtemos que $T_f = 50\text{ }^\circ\text{C}$

2.2.2 Efecto da calor nos corpos: cambios de estado

Como vimos, cando aplicamos calor a un corpo aumenta a súa temperatura, con todo, isto non sempre é así. Cando a transferencia de calor é suficiente para producir un cambio de estado, podemos observar que a temperatura permanece constante ata que se completa a transformación. Podemos realizar esta sinxela práctica no laboratorio:

	1.- Poña unhas bólas de naftalina nun tubo de ensaio e introduza nel un termómetro (o bulbo do termómetro debe quedar completamente cuberto pola naftalina). 2.- Coloque o conxunto nun recipiente cheo de auga nas súas tres terceiras partes e póñao nunha placa calefactora. 3.- Anote cada minuto a temperatura da auga mentres remexe suavemente a auga. 4.- Represente graficamente nunha folia de papel milimetrado a temperatura medida (en °C) fronte ao tempo transcorrido en minutos.
	Supoñamos que a curva que obtemos é como a da figura: 1.- A naftalina sólida inicialmente a 20 °C vai aumentando a temperatura ata os 80 °C. 2.- Desde o minuto 5 ata case o 8, a temperatura permanece constante en 80 °C. 3.- A partir do minuto 8 a temperatura volve a subir, e a naftalina está líquida. A conclusión é que durante o tempo que dura o cambio de estado, o corpo absorbe calor pero non aumenta a súa temperatura.

Podemos atopar unha explicación a este fenómeno se nos baseamos de novo na teoría cinética molecular. En estado sólido as moléculas da substancia están moi firmemente unidas e só poden vibrar nas súas posicións. A medida que aplicamos calor axítanse cada vez máis, pero aínda permanecen unidas ata que a enerxía absorbida é suficiente como para romper os seus enlaces.

A partir de aquí as moléculas flúen unhas sobre as outras, está en estado líquido, poden moverse con maior liberdade e polo tanto aumentar a súa temperatura.

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

Esta cantidade de calor necesaria para que se produza o cambio de estado non podemos medila a través da temperatura, xa que esta non varía, por iso é necesario introducir o concepto de calor latente de cambio de estado.

Calor latente de cambio de estado, L : é a cantidade de enerxía térmica que temos que aplicar a un quilogramo de masa dunha substancia pura para cambiar o seu estado.

Así que, segundo o cambio de estado, teremos unha calor latente:

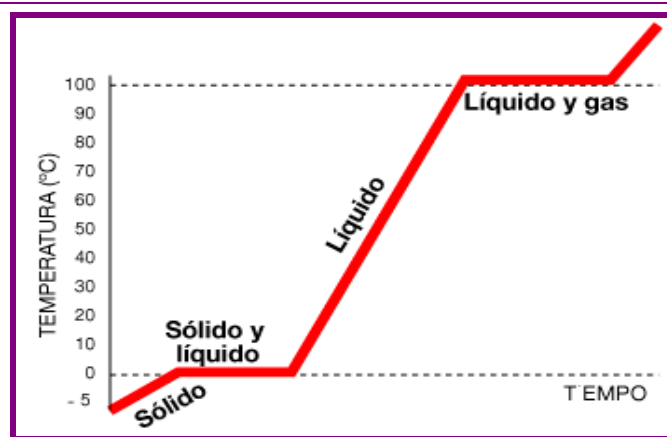
- Calor latente de fusión (solidificación): $Q = m \cdot L_f$
- Calor latente de vaporización (condensación): $Q = m \cdot L_v$

Actividades resoltas

Calcule a enerxía necesaria que temos que aplicarlle a un quilogramo de xeo para que se funda completamente.

Como se trata dunha fusión teremos en conta a calor latente de fusión da auga que é $L_f = 3,35 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$
 $Q = m \cdot L_f = 1 \cdot 3,35 \cdot 10^5 = 335.000 \text{ J}$.

Calcular a enerxía necesaria que teremos que aplicar a 500 g de xeo inicialmente a -5°C para quentalo ata 100°C e que se transforme totalmente en vapor. (Datos: $c(\text{xeo}) = 2.100 \text{ J/kg }^\circ\text{C}$; $c(\text{auga líquida}) = 4.180 \text{ J/kg }^\circ\text{C}$; $L_f = 3,35 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$; $L_v = 2,2 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$)



Curva de quentamento da auga

Se observamos a curva de quentamento da auga vemos que temos catro tramos:

1. A temperatura vai de $T_0 = -5^\circ\text{C}$ ata $T_f = 0^\circ\text{C}$ 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°C .
 $Q = m \cdot L_f = 3,35 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$.
3. Elévase a temperatura desde $T_0 = 0^\circ\text{C}$ ata $T_f = 100^\circ\text{C}$, 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°C .
 $Q = m \cdot L_v = 2,2 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$.

A calor necesaria para todo o proceso será a suma de todas elas:

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

2.2.3 Efecto da calor nos corpos: dilatación

A dilatación térmica é o proceso polo cal os obxectos aumentan o espazo que ocupan cando aumenta a súa temperatura.

Este fenómeno pode explicarse tamén en termos da teoría cinética molecular: cando un obxecto aumenta a súa temperatura, as partículas que o forman móvense con maior velocidade, polo que requiren maior espazo para moverse aumentando así, sensiblemente, as dimensións do obxecto.

A dilatación depende do estado en que se encontre o corpo sólido, líquido ou gasoso.

Dilatación nos sólidos

A dilatación nos sólidos pode ser lineal, superficial ou cúbica, dependendo das dimensións do corpo. Nos sólidos homoxéneos e isotropos, é dicir, nos que teñen as mesmas propiedades en todas as direccións, verifícanse as seguintes relacións:

- A dilatación nunha determinada dimensión é proporcional á lonxitude inicial do corpo nesa dimensión.
- A dilatación é sempre proporcional ao aumento de temperatura que experimenta o corpo.

Definiremos **coeficiente de dilatación lineal**, e denominaremos como λ , ao aumento de lonxitude que experimenta cada unidade de lonxitude dun corpo ao elevar a súa temperatura un grao centígrado. Chamaremos β e γ aos coeficientes de dilatación superficial e cúbica respectivamente e pódese demostrar que $\beta = 2 \cdot \lambda$ e $\gamma = 3 \cdot \lambda$; desta forma, se chamamos ΔT á variación de temperatura que sofre o corpo, $\Delta T = (T_f - T_i)$, teremos que o aumento nas súas dimensións vén dado por:

$l = l_0 \cdot (1 + \lambda \cdot \Delta T)$	l_0 = lonxitude orixinal do corpo
$S = S_0 \cdot (1 + \beta \cdot \Delta T)$	S_0 = superficie orixinal do corpo
$V = V_0 \cdot (1 + \gamma \cdot \Delta T)$	V_0 = volume orixinal do corpo

COEFICIENTE DE DILATACIÓN LINEAL	
Substancia	λ ($^{\circ}\text{C}$) ⁻¹
Aluminio	$2,4 \cdot 10^{-5}$
Cobre	$1,8 \cdot 10^{-5}$
Ferro	$1,2 \cdot 10^{-5}$
Aceiro	$1,1 \cdot 10^{-5}$
Vidro Pírex	$0,3 \cdot 10^{-5}$
Vidro corrente	$0,9 \cdot 10^{-5}$
Formigón	$(0,7 - 1,4) \cdot 10^{-5}$

O coeficiente de dilatación lineal é característico de cada corpo e determínase no laboratorio de maneira experimental.

Debido á dilatación nos sólidos, temos que ter moito coidado cando se deseñan grandes estruturas como pontes, edificios etc. O efecto da dilatación e compresión pode facer que se fracturen. Normalmente materiais cun gran coeficiente de dilatación

mestúranse con outros de coeficiente menor ou ben na construción se deixan espazos para que os materiais poidan expandirse sen fracturar, son as chamadas xuntas de dilatación.

Actividades resoltas

Unha lámina rectangular de aluminio mide a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ $3\text{ m} \times 5\text{ m}$. Cal será a súa superficie a $35\text{ }^{\circ}\text{C}$?

Podemos formular o problema de dous xeitos:

1. Considerando só a dilatación lineal e logo calcular a 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 : $l = 5 \cdot (1 + 1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 35) = 5,0032\text{ m}$

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

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

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

Unha lámina de cobre ten unha superficie de 25.000 m^2 a temperatura de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, e a temperatura de $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ a súa superficie é de 25.027 m^2 . Calcular o coeficiente de dilatación superficial do cobre.

Cos datos que nos dá o problema temos: $S = 25.027\text{ m}^2$; $S_0 = 25.000\text{ m}^2$ e $\Delta T = 30\text{ }^{\circ}\text{C} - 0\text{ }^{\circ}\text{C}$; polo tanto: $25.255 = 25.000 \cdot (1 + \beta \cdot 30)$ despexando $\beta = 3,6 \cdot 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

Dilatación nos líquidos

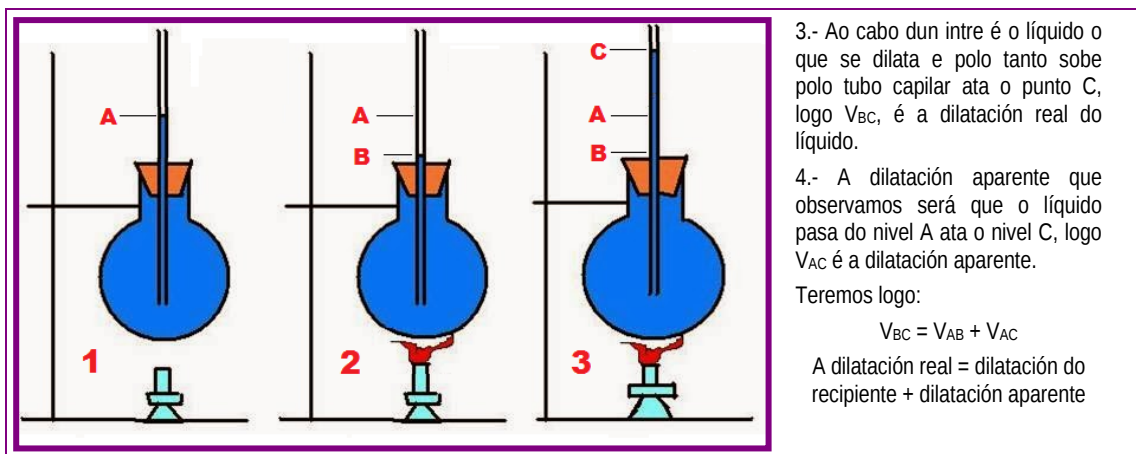
Medir a dilatación nos líquidos é máis complicado xa que non só se dilata o líquido senón que tamén o fai o recipiente que o contén. Nos líquidos falamos de dilatación aparente como a diferenza entre a dilatación real do líquido menos a do recipiente que o contén.

Dilatación nun líquido

Para medir a dilatación nun líquido, facemos unha montaxe como a da figura. Cando quentamos o líquido, vemos como sobe o seu nivel polo tubo capilar.

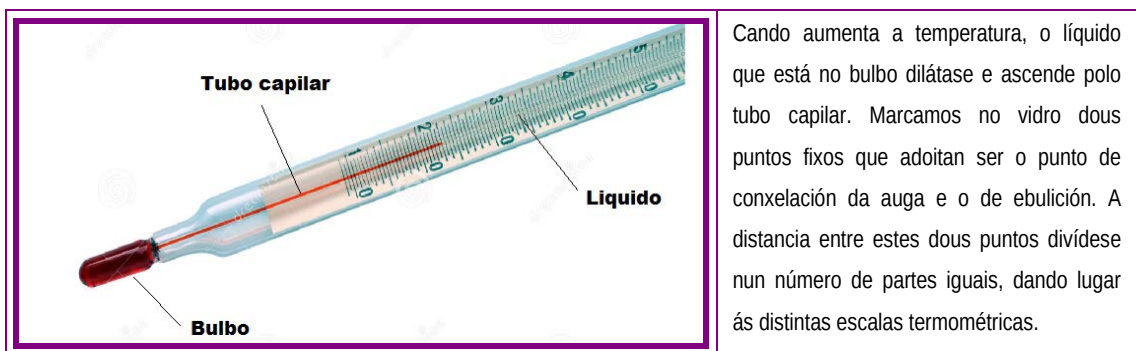
1.- Enchemos o recipiente, a temperatura ambiente, ata o nivel marcado como A.

2.- Cando prendemos o lume, o primeiro que ocorrerá será que o recipiente se dilate, polo que o nivel do líquido baixará un volume igual a esta dilatación, V_{AB} é a dilatación do recipiente.



O termómetro

O termómetro é calquera aparato que utilizamos para medir a temperatura; non obstante, normalmente asociámolo aos aparellos baseados na dilatación térmica dun líquido. Ata agora adoitábase utilizar o mercurio como líquido, xa que ten un coeficiente de dilatación cúbica ($18 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$) que apenas varía coa temperatura. Debido ao altamente contaminante que é o mercurio ás veces substitúese por alcohol ou tolueno. O vidro utilizado é vidro pírex cun coeficiente de dilatación moi baixo, polo que a medida que realizamos no termómetro é practicamente a medida real da dilatación do líquido.



Dilatación anómala da auga

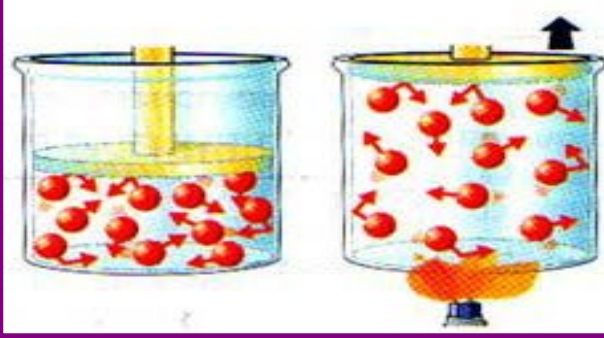
Dicimos que a auga ten unha dilatación anómala porque entre os $0 \text{ }^\circ\text{C}$ e os $4 \text{ }^\circ\text{C}$, en lugar de dilatarse, contráese; de feito, alcanza o seu volume mínimo aos $4 \text{ }^\circ\text{C}$. Xusto esta propiedade era a que se usaba para definir o quilogramo patrón como a masa dun litro de auga a $4 \text{ }^\circ\text{C}$.

Así que a auga alcanza a densidade máxima aos $4 \text{ }^\circ\text{C}$, en estado líquido, polo que o xeo, auga en estado sólido, flotará sempre sobre a superficie.

Dilatación nos gases

Os gases dilátanse moito máis ca os sólidos e os líquidos. A explicación atopámola de

novo na teoría cinética dos gases: cando o gas se quenta, as súas partículas móvense moito máis rápido chocando unhas con outras e coas paredes do recipiente, aumenta logo a presión que exercen. Se as paredes do recipiente son móbiles, o seu volume aumentará para igualarse a presión atmosférica de fóra do recipiente.



A variación do volume dun gas coa temperatura é o que coñecemos como a lei de Gay-Lussac, e pódese demostrar experimentalmente:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Coa temperatura expresada en Kelvin

Actividades resoltas

Ínflase un globo con dous litros de aire inicialmente a 17 °C e déixase ao sol polo que se quenta ata chegar a unha temperatura de 32 °C. Cal será o seu volume a esa temperatura?

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

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

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

Temos logo que o resultado de quentar o aire 15 °C produce un aumento de volume de 0,1 l = 100 cm³

2.2.4 Transmisión da enerxía térmica

A calor, polo tanto, é unha transferencia de enerxía que se pon de manifesto cando pasa dun corpo a outro. A través da teoría cinética molecular entendemos que o mecanismo polo que se transfire a enerxía consiste en que as moléculas dun corpo comunican o seu movemento ao outro. Isto pódese realizar mediante tres mecanismos diferentes: conducción, convección e radiación.

Conducción

Cando sostemos coa man un extremo dunha varíña de ferro e o outro o achegamos a unha chama, ao cabo dun tempo notaremos como o noso extremo se vai quentando. Dicimos neste caso que a calor vai dun extremo ao outro por conducción.



A medida que as partículas do extremo da barra adquiren enerxía térmica, vai aumentando a súa enerxía cinética e móvense máis rápido golpeando as que ten ao seu carón, transmitíndolles o seu movemento e así sucesivamente dunhas partículas a outras, ata chegar ao outro extremo da barra.

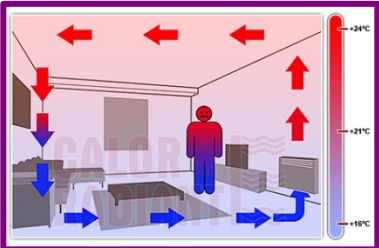
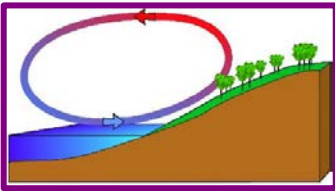
Esta forma de transferencia da enerxía térmica por conduction é propia dos sólidos e a principal característica que ten é que non hai transporte de materia, as partículas tan só transmiten o seu movemento de vibración e non se moven das súas posicións de equilibrio.

CONDUTIVIDADE TÉRMICA (J/s · m · K)			
Condutor		Illante	
Prata	0,97	Cortiza	0,0001
Cobre	0,92	Madeira	0,0002
Aluminio	0,49	Xeo	0,004
Aceiro	0,12	Vidro	0,002

A condutividade térmica é a capacidade das substancias para conducir a calor. É o parámetro que utilizaremos para determinar se un material é illante, non conduce a calor ou é condutor e a conduce.

Convección

A convección é a propagación da calor propia dos fluídos (líquidos e gases). Cando se quenta un fluído, dilátase, aumenta o seu volume e polo tanto a súa densidade diminúe; logo a capa quente flota sobre as máis frías e desprázase cara a arriba deixando un oco baleiro que vén a ser ocupado por unha capa fría que de novo se quenta e ascende. Este movemento será continuo ata que a temperatura de todo o fluído sexa uniforme.

As correntes de convección fan que a enerxía térmica se reparta de maneira uniforme nos líquidos, son as responsables de que a calor da calefacción se reparta pola casa e tamén de que se produzan as brisas mariñas.

A convección é polo tanto un proceso de propagación da calor onde si temos movemento das partículas da substancia a través de todo o fluído.

Radiación

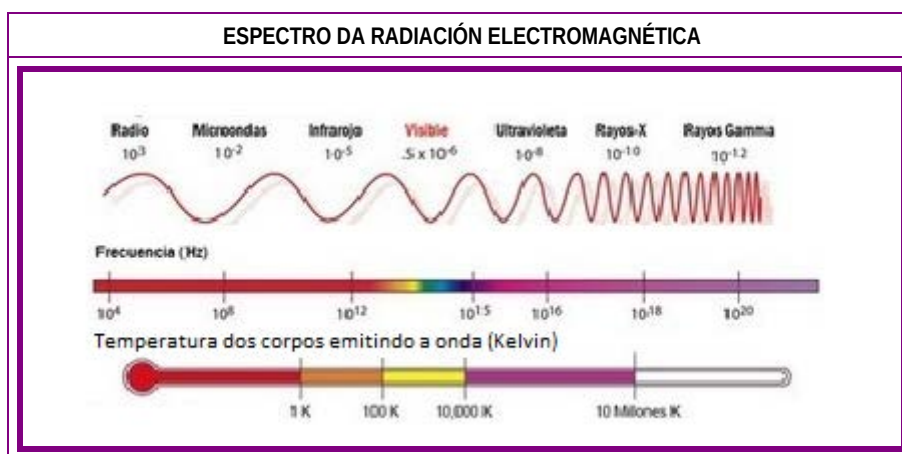
Podemos facer un sinxelo experimento: aproximar as nosas mans a certa distancia dunha lámpada de filamento acesa, sen tocala e comprobar como ao momento



notamos a calor que desprende a lámpada. Resulta que non estamos a tocar a lámpada e polo tanto, descartamos que a calor nos chegue en forma de conduction. Se situamos unha candeia acesa preto da lámpada,

observaremos que a chama non se axita, polo que non hai correntes de aire, así que podemos descartar, tamén, a convección na contorna da lámpada. Como é posible que a calor chegue a nós? Podemos chegar aínda máis lonxe e preguntarnos se no espazo exterior, máis aló da nosa atmosfera, onde existe un baleiro case perfecto, é dicir, non hai aire e polo tanto non temos un medio material polo cal se poida propagar a calor, como é posible que a calor do Sol nos chegue ata a Terra? Existe outra forma de transferencia de enerxía á que chamamos radiación.

Radiación: É a transferencia de enerxía que se produce a través da emisión de ondas de tipo electromagnéticas. Caracterízase porque non require dun soporte material para propagarse.

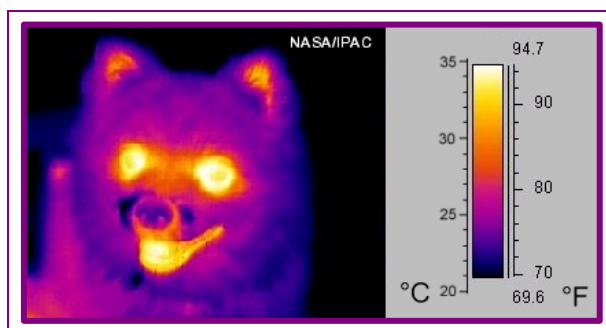


Existen dous tipos de ondas, as mecánicas, como as ondas de son, que requiren dun medio material para

propagarse, e as ondas electromagnéticas que se propagan no baleiro. As ondas electromagnéticas prodúcense polo movemento de partículas cargadas e transportan enerxía capaz de excitar as partículas dos corpos aos que alcanza. Caracterízanse por un parámetro chamado frecuencia. Dependendo do valor desta, serán máis ou menos enerxéticas clasificándose no que coñecemos como o espectro electromagnético.

Como xa vimos, a temperatura dun corpo depende do estado de vibración das súas partículas. Ademais, como as partículas están cargadas, teñen electróns, poden emitir

ondas electromagnéticas, así que calquera corpo que estea a unha temperatura determinada emite ondas electromagnéticas. Doutra banda, cando un corpo é alcanzado por unha onda electromagnética dunha frecuencia determinada, se esta se axusta ás características do material do que está feito o corpo, as súas partículas absorben a súa enerxía e comezan a vibrar, é dicir, aumenta a súa temperatura. Podemos falar de absorción e emisión de radiación electromagnética dependendo da natureza de cada material.



No espectro electromagnético hai unha pequena zona que denominamos “visible”, corresponde á radiación que o ollo humano é capaz de detectar, son as cores que vemos, son as ondas cunhas frecuencias entre unha franxa de $400 \cdot 10^{12}$ e $800 \cdot 10^{12}$ Hz. Desta

forma a maioría dos obxectos a temperaturas cotiás teñen o seu máximo de emisión no infravermello. Os seres vivos, en especial os mamíferos, emiten unha gran proporción de radiación na parte do espectro infravermello, debido á súa calor corporal. O ollo humano non distingue esta radiación pero pódense detectar cunha cámara térmica:

Non todos os corpos teñen o mesmo poder de emisión e de absorción das radiacións. As que os absorben mellor son os corpos negros e as que mellor as reflicten son os corpos brancos, por iso é polo que en pobos onde hai unha grande exposición solar se adoita pintar as casas de branco.

Actividades propostas

- S32.** Traslade a graos Kelvin e a graos Fahrenheit a temperatura normal do corpo de $36\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- S33.** Que calor se necesita para elevar a temperatura de 100 g de ferro desde $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ata $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($c_{\text{(Fe)}} = 752\text{ J/K} \cdot \text{kg}$)? Calcule a que altura habería que subir unha pedra de 5 kg para obter a mesma enerxía? Canto tempo habería que ter o ferro nunha estufa de 2 kW para alcanzar esa temperatura?
- S34.** Se desexa arrefriar un baño con 40 l de auga a $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ con auga a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Que cantidade de auga fría debemos botar para que o baño resulte a temperatura de $32\text{ }^{\circ}\text{C}$? $c_{\text{(auga)}} = 4.180\text{ J/K} \cdot \text{kg}$, $d_{\text{(auga)}} = 1\text{ g/cm}^3$.

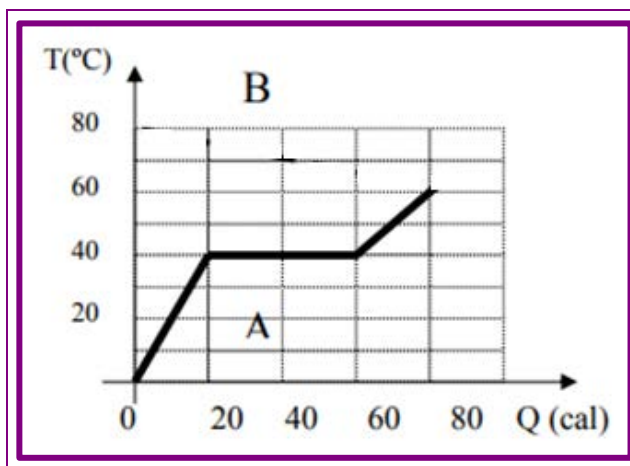
S35. Nun recipiente colócanse 10 kg de auga fría a $9\text{ }^{\circ}\text{C}$. Que masa de auga fervendo ($T = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$) temos que introducirlle ao recipiente para que a temperatura da mestura sexa de $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Non se considere a enerxía absorbida polo recipiente. $c_{\text{(auga)}} = 4.180\text{ J/K} \cdot \text{kg}$.

S36. Que cantidade de auga a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ debería colocarse nun recipiente illado para que ao botar nela 2 g de xeo a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ se obteña no equilibrio auga líquida a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$?
 $c_{\text{(auga)}} = 4,18\text{ J/K g}$; $c_{\text{(xeo)}} = 2,3\text{ J/K g}$; $L_{\text{f(auga)}} = 80\text{ cal/g}$.

S37. Quéntanse 50 g dunha aliaxe ata os $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ e introdúcense nun calorímetro que conten 130 g de auga a $15\text{ }^{\circ}\text{C}$. A temperatura final da mestura é de $18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Determinar a calor específica da aliaxe. $C_{\text{(auga)}} = 4.180\text{ J/K} \cdot \text{kg}$.

S38. A figura representa a evolución da temperatura en función da calor intercambiada cando, nun recipiente illado que contén un quilogramo de certo sólido (A), se lle introducen 100 g dun sólido descoñecido (B) a $80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Se non se ten en conta a calor intercambiada co recipiente:

- a) Cal é a calor latente de fusión de A?
- b) Cal é a calor específica de B?

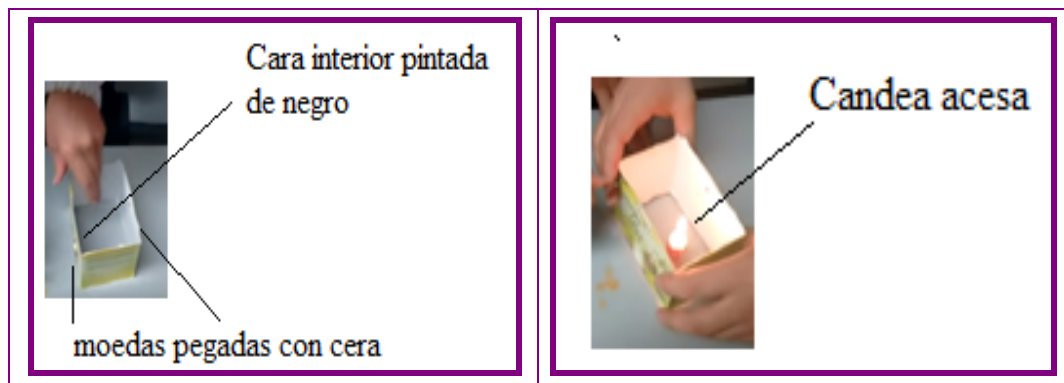


S39. Determine a cantidade de calor que ten que extraerse dunha neveira para conxelar un vaso de 200 g de auga que inicialmente se atopa a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Suponse que a auga estará totalmente conxelada cando alcance a temperatura de $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
 Datos: $c_{\text{(auga)}} = 4,18\text{ J/K g}$; $c_{\text{(xeo)}} = 2,3\text{ J/K g}$; $L_{\text{f(auga)}} = 334,4\text{ J/g}$.

S40. Un raíl de aluminio de 30 metros a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ dilátase ao aumentar a temperatura a $60\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sabendo que o coeficiente de dilatación lineal do aluminio é de $2,4 \cdot 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, determine o espazo que temos que deixar como xunta de dilatación co

seguinte raíl.

- S41.** Se unha viga de ferro mide 10 metros á temperatura de 15 °C, que lonxitude terá un día de verán se a temperatura chega a 35 °C? (Coeficiente de dilatación lineal do ferro: $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$).
- S42.** Ao aumentar a temperatura dun corpo de 10 °C a 21 °C, o volume do corpo sólido aumenta 0,02 cm³. Se o volume do corpo a 10 °C era 100 cm³, determine o coeficiente de dilatación volumétrica do material do corpo.
- S43.** Á vista da táboa de coeficientes de dilatación lineal, razoe por que se emprega o vidro pírex en recipientes que deben someterse a grandes cambios de temperatura.
- S44.** Calcule o coeficiente de dilatación lineal do uranio, sabendo que unha barra de 1 m se alonga 0,14 mm cando a súa temperatura sobe 10 °C.
- S45.** Pense cales poderían ser as consecuencias se a auga fose como todos os líquidos e non tivese esa propiedade de dilatación térmica anómala.
- S46.** Podería explicar por que as capas de aire quente ascende en termos da dilatación dos gases.
- S47.** Dez litros de aire a 25 °C arrefríanse ata 273 K. Cal será o seu volume final se a presión permaneceu constante?
- S48.** Razoe se é correcta a expresión: “Pon o abrigo que che dará calor”.
- S49.** Busque información sobre cinco tipos de materiais que sexan malos condutores de calor e indique a aplicación que se lles pode dar.
- S50.** Propoñémoslle que realice o seguinte experimento: Utilice unha pequena caixa, quítelle as tapas inferior e superior e pinte de negro unha das caras pola parte interior da caixa, logo péguelle dúas moedas nas caras exteriores enfrontadas utilizando para iso cera dunha candeia. Coloque a candeia acesa no medio e observe o que ocorre.



Que moeda cae antes? Cal cre que pode ser o motivo?

2.3 Transformacións de enerxía. Enerxía eléctrica

Sexa cal fose a fonte de enerxía que utilizemos, é evidente que a enerxía máis utilizada na actualidade é a enerxía eléctrica. O principal reto ao que se enfrenta o ser humano é como xestionar novas técnicas para transformar calquera tipo de enerxía en enerxía eléctrica da maneira máis sostible e rendible posible.

Imos dedicar esta sección a facer un repaso das principais centrais de xeración de enerxía eléctrica e que mellor sitio para atopar esta información que recorrer ás industrias eléctricas españolas: Iberdrola, Endesa, Gas Natural Fenosa, Viesgo e EDP, todas elas representadas nunha asociación chamada Unesa (Asociación Española de Industrias Eléctricas). Na súa páxina web atopamos ata once tipos de centrais eléctricas diferentes.

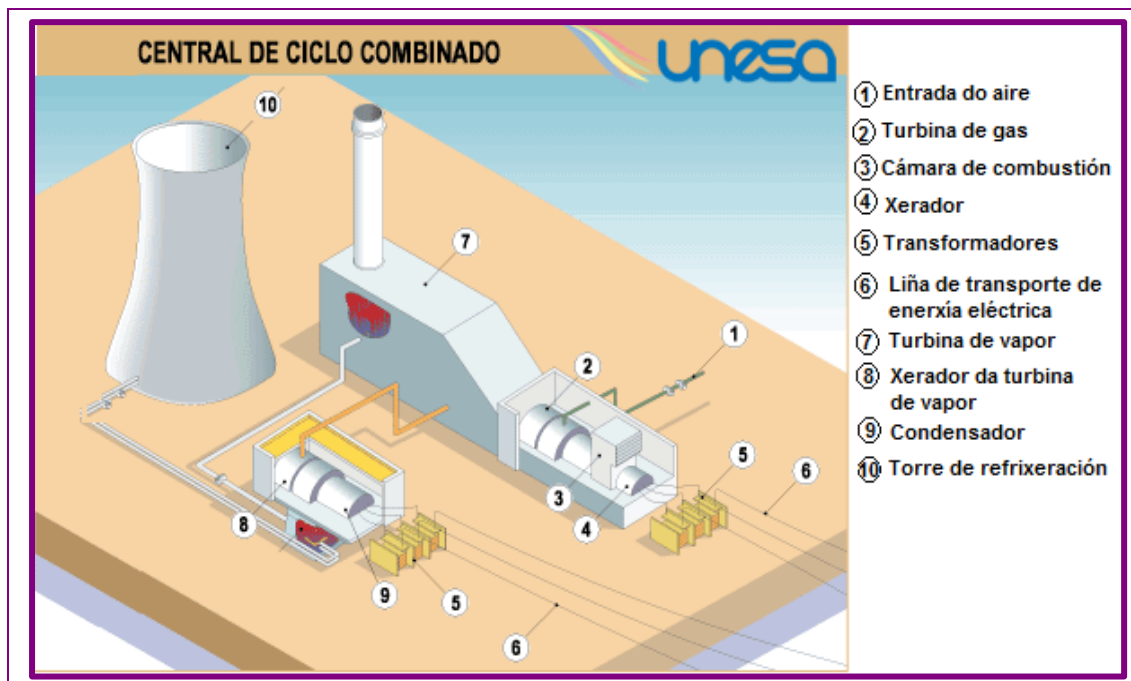
Central de ciclo combinado

É unha central na que a enerxía térmica do combustible é transformada en electricidade mediante dous ciclos termodinámicos: o correspondente a unha turbina de gas (ciclo Brayton) e o convencional de auga/turbina de vapor (ciclo Rankine).

A turbina de gas consta dun compresor de aire, unha cámara de combustión e a cámara de expansión. O compresor comprime o aire a alta presión para mesturalo posteriormente na cámara de combustión co gas. Nesta cámara prodúcese a combustión do combustible nunhas condicións de temperatura e presión que permiten mellorar o rendemento do proceso, co menor impacto ambiental posible.

A continuación, os gases de combustión condúcense ata a turbina de gas (2) para a súa expansión. A enerxía transfórmase, a través das paletas das turbinas, en enerxía mecánica de rotación que se transmite ao seu eixo. Parte desta potencia é consumida en arrastrar o compresor (aproximadamente os dous terzos) e o resto move o xerador

eléctrico (4), que está axustado á turbina de gas para a produción de electricidade. O rendemento da turbina aumenta coa temperatura de entrada dos gases, que alcanzan uns 1.300 °C, e que saen da última etapa de expansión na turbina a uns 600 °C. Por tanto, para aproveitar a enerxía que aínda teñen, condúcense a unha caldeira de recuperación para a súa utilización.



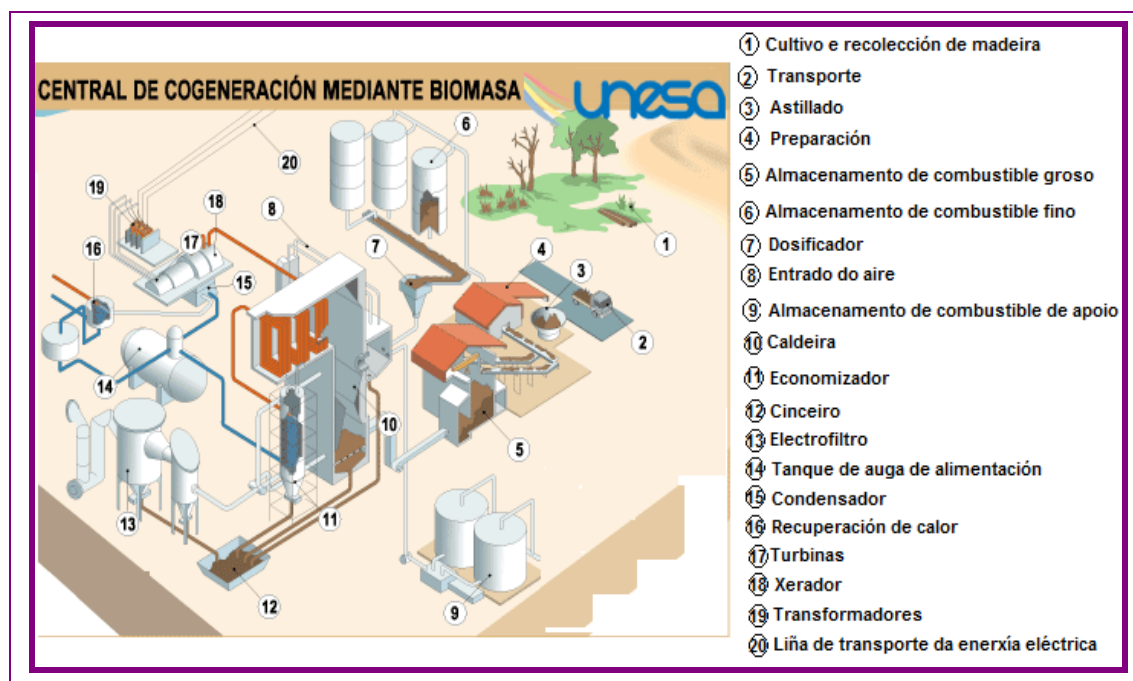
A caldeira de recuperación ten os mesmos compoñentes ca unha caldeira convencional (prequentador, economizador etc.), e, nela, os gases de escape da turbina de gas transfiren a súa enerxía a un fluído, que neste caso é a auga, que circula polo interior dos tubos para a súa transformación en vapor de auga.

A partir deste momento pásase a un ciclo convencional de vapor/auga. Por conseguinte, este vapor expándese nunha turbina de vapor (7) que acciona, a través do seu eixo, o rotor dun xerador eléctrico (4) que, á súa vez, transforma a enerxía mecánica rotatoria en electricidade de media tensión e alta intensidade. Co fin de diminuír as perdas de transporte, elévase a súa tensión nos transformadores (5), para ser levada á rede xeral mediante as liñas de transporte (6).

O vapor saínte da turbina pasa ao condensador (9) para a súa licuación mediante auga fría que provén dun río ou do mar. A auga de refrixeración devólvese posteriormente á súa orixe, río ou mar (ciclo aberto), ou faise pasar a través de torres de refrixeración (10) para o seu arrefriado, no caso de ser un sistema de ciclo pechado.

Central de coxeración mediante biomasa

Unha central de biomasa é unha instalación que permite o aproveitamento da biomasa para a produción de electricidade. Ten un ciclo térmico similar ao das centrais térmicas convencionais: a enerxía calorífica que se produce nun determinado foco é transformada en enerxía mecánica rotatoria mediante unha turbina e, posteriormente, en enerxía eléctrica a través dun xerador. A diferenza está en que o combustible principal utilizado para producir a enerxía calorífica no caso das centrais de biomasa constitúeno principalmente os residuos forestais, os cultivos de plantas enerxéticas ou os residuos agrícolas.



Hai diversas tecnoloxías no funcionamento destas plantas. A continuación, descríbese o esquema de funcionamento dunha central-tipo de biomasa.

En primeiro lugar, o combustible principal da instalación -residuos forestais, agrícolas ou cultivos de plantas enerxéticas (1)- é transportado e almacenado na central (2). Nela pode ser sometido a un tratamento para facer achas (3) para reducir o seu tamaño, se iso fose necesario. A continuación, pasa a un edificio de preparación do combustible (4), onde xeralmente se clasifica en función do seu tamaño, fino e grosso, para despois ser levados aos correspondentes almacéns (5 e 6).

O combustible, unha vez preparado, lévase á caldeira (10) para a súa combustión, e a calor producida fai que a auga que circula polas tubaxes da caldeira se converta en vapor de auga. Xeralmente a caldeira ten unha grella onde se queima o combustible grosso. O combustible fino mestúrase co combustible de apoio (xeralmente un derivado do petróleo) procedente do seu almacén (9), para ser queimado da forma máis eficiente posible.

A auga que circula polo interior da caldeira provén do tanque de alimentación (14). Antes de entrar alí, a auga pasou xeralmente por un economizador, onde é prequentada mediante o intercambio de calor cos gases de combustión que saen da propia caldeira. Estes gases de combustión son sometidos a un proceso de recirculación pola caldeira para reducir a cantidade de materia sen queimar e así aproveitar ao máximo o poder enerxético e reducir as emisións atmosféricas.

Así mesmo, os gases de combustión son limpados polos equipos de depuración (13), antes de ser vertidos á atmosfera a través dunha cheminea. As partículas retidas, xunto coas cinzas da combustión, son conducidas ao cinceiro (12) para ser transportadas posteriormente a un vertedoiro.

Do mesmo xeito que se fai noutras centrais térmicas convencionais, o vapor xerado na caldeira expándese na turbina de vapor (17) que move o xerador eléctrico (18), onde se produce a enerxía eléctrica que, unha vez elevada a súa tensión nos transformadores (19), se verte á rede xeral mediante as liñas de transporte (20) correspondentes.

O vapor de auga proveniente da turbina é transformado en líquido no condensador (15), e de aí é enviado novamente ao tanque de alimentación (14), pechándose así o circuíto principal da auga na central.

Desde o punto de vista de cambio climático, considérase que os gases de efecto invernadoiro emitidos na produción de electricidade a partir da biomasa non teñen impacto negativo, xa que o CO₂ producido na combustión é aproximadamente o mesmo ca a cantidade fixada pola masa vexetal durante o seu crecemento. En calquera caso, na hipótese de non utilizarse a biomasa nunha central, o CO₂ volvería á atmosfera a través do proceso natural de descomposición da materia orgánica.

Central de gasificación integrada con ciclo combinado

As centrais de gasificación do carbón e ciclo combinado integrado utilizan combustibles (carbón, coque de petróleo etc.) que son primeiramente gasificados na propia central. O gas obtido expándese posteriormente nunha turbina de gas e, a continuación, aproveita a calor residual para alimentar unha turbina de vapor mediante unha caldeira de recuperación. A enerxía eléctrica final que se produce é, por tanto, a suma da xerada no grupo tradicional e da producida na unidade de gas.



En primeiro lugar, o carbón é transportado e almacenado no parque de carbón (2). Desde o parque, unha cinta transportadora conduce o carbón á planta de preparación do combustible (3), onde este é pulverizado e secado mediante o nitróxeno procedente da unidade de separación de aire (6). Nesta unidade, o aire límpase e arrefría para obter o oxíxeno que se utiliza posteriormente na gasificación do carbón. Así mesmo, extráese o nitróxeno que se emprega en aumentar o rendemento do grupo de gas e na planta de preparación do combustible.

O gasificador (7) recibe, por unha banda, o combustible pulverizado procedente da planta de preparación e inyéctaselle, por outra banda, o oxíxeno producido xunto con vapor de auga, obténdose un gas sintético a moi alta temperatura. Unha vez arrefriado o gas sintético, as cinzas producidas lévanse ao cinceiro (4), para o seu tratamento posterior e transporte a un vertedoiro.

O gas obtido no gasificador, antes de ser queimado, pasa pola unidade de desulfuración (10), na que se lle quita o xofre; unha vez limpo, é enviado ao grupo de gas. Este grupo componse dun compresor, que toma aire exterior e o adapta ás condicións necesarias para que a combustión sexa óptima; unha cámara de combustión, onde é queimado o gas; e a propia turbina de gas (8), na que os gases de combustión se expanden e moven un xerador eléctrico axustado na turbina (11). A electricidade xerada é enviada aos transformadores (14) para adaptar as súas condicións de tensión e intensidade ás da liña de transporte (15) do sistema.

Na caldeira de recuperación (9), aprovéitase a calor residual dos gases de combustión procedentes da turbina de gas antes de liberalos á atmosfera e transfórmase en vapor a auga procedente do depósito (18). Este vapor é enviado a unha turbina de vapor (11) para a súa expansión. Na caldeira do gasificador tamén se produce vapor de auga, aproveitando a alta temperatura á que se xera o gas sintético, auga que é prequentada na caldeira de recuperación.

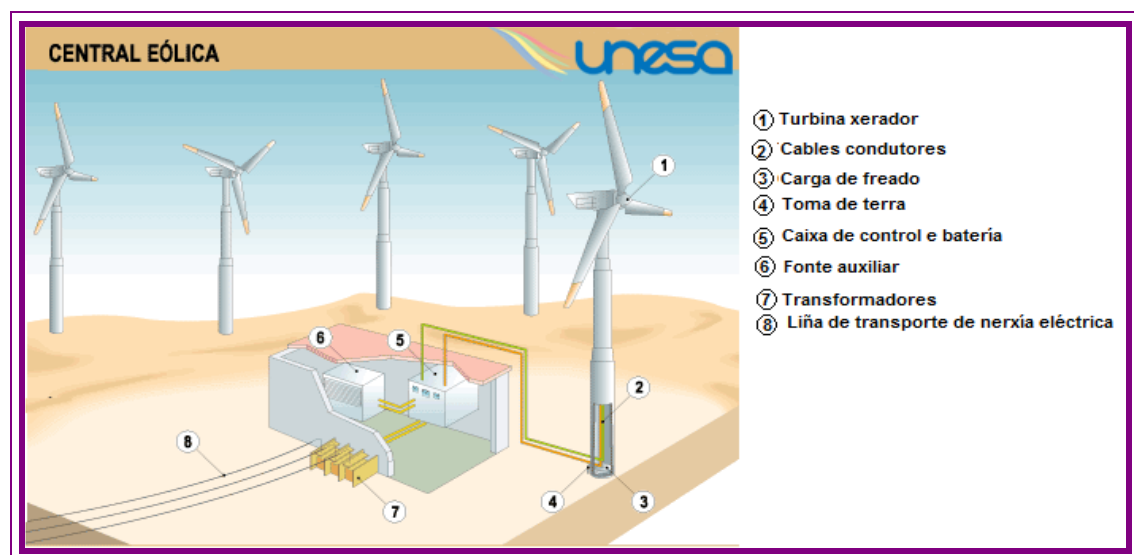
Do mesmo xeito ca no caso da turbina de gas, a turbina de vapor convencional move un xerador (11) que produce enerxía eléctrica. Esta é enviada a continuación ao parque de transformación (14) e, desde aquí, á liña de transporte (15) do sistema.

O vapor de auga procedente da turbina de vapor é levado ao condensador (12) para a súa transformación en líquido mediante o intercambio de calor coa auga do circuíto auxiliar de refrixeración. A auga é enviada á torre de refrixeración (16) para que libere a calor recibida.

Todos os funcionamentos dos sistemas e equipos da central están supervisados desde a sala de control (13), que está deseñada para resolver calquera incidente operativo que poida producirse nas instalacións.

Central eólica

Na actualidade, a enerxía eólica apróveitase fundamentalmente mediante a súa transformación en electricidade a través dos aeroxeradores. Un aeroxerador eléctrico é, por tanto, unha máquina que converte a enerxía cinética do vento en enerxía eléctrica. Para iso, utiliza unhas pas, que conforman unha hélice, e que transmiten a enerxía do vento ao rotor dun xerador.



Xeralmente agrúpanse nun mesmo emprazamento varios aeroxeradores, dando lugar aos chamados parques eólicos, que poden verse na cima de numerosas montañas do país.

Existe unha gran cantidade de modelos de aeroxeradores, aínda que poden agruparse en dous grandes conxuntos: os de eixo vertical e os de eixo horizontal.

Funcionamento dun tipo de aeroxerador de eixo horizontal

Sobre unha torre soporte colócase unha góndola (1), que aloxa no seu interior un xerador, o cal está conectado, mediante unha multiplicadora, a un conxunto de pas.

A enerxía eléctrica producida polo xiro do xerador é transportada mediante cables condutores (2) a un centro de control (5) desde onde, unha vez elevada a súa tensión polos transformadores (7), é enviada á rede xeral mediante as liñas de transporte de alta tensión (8).

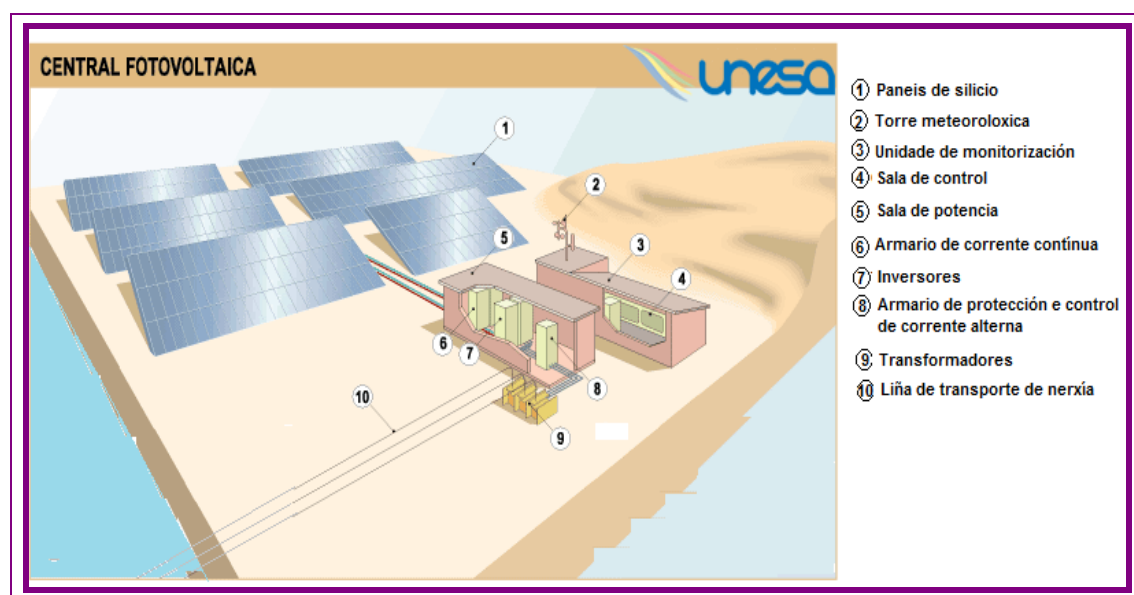
Dado o carácter aleatorio da produción de enerxía eléctrica por vía eólica, as centrais deste tipo deben dispoñer dunha fonte auxiliar (6) para ter garantida en todo momento a subministración de enerxía eléctrica.

Debido á altura na que se atopa o xerador e ao rozamento que o aire produce sobre este, é conveniente que o equipo teña unha toma a terra (4), para evitar a electricidade estática.

Así mesmo, para o control da velocidade do xerador existen tecnoloxías que permiten regular, dentro duns límites, as revolucións das pas, independentemente da velocidade do vento.

Central fotovoltaica

O elemento básico dunha central fotovoltaica é o conxunto de células fotovoltaicas que captan a enerxía solar e a transforman en corrente eléctrica continua mediante o efecto fotoeléctrico. Están integradas, primeiro, en módulos e logo fórmanse con eles os paneis fotovoltaicos (1). Loxicamente, a produción de electricidade das devanditas células depende das condicións meteorolóxicas existentes en cada momento, “fundamentalmente da insolación”. As ditas condicións son medidas e analizadas coa axuda dunha torre meteorolóxica (2).



Como a enerxía eléctrica que circula pola rede de transporte o fai en forma de corrente alterna, a corrente continua xerada nos paneis solares debe ser transformada en corrente alterna. É conducida, entón, primeiramente a un armario de

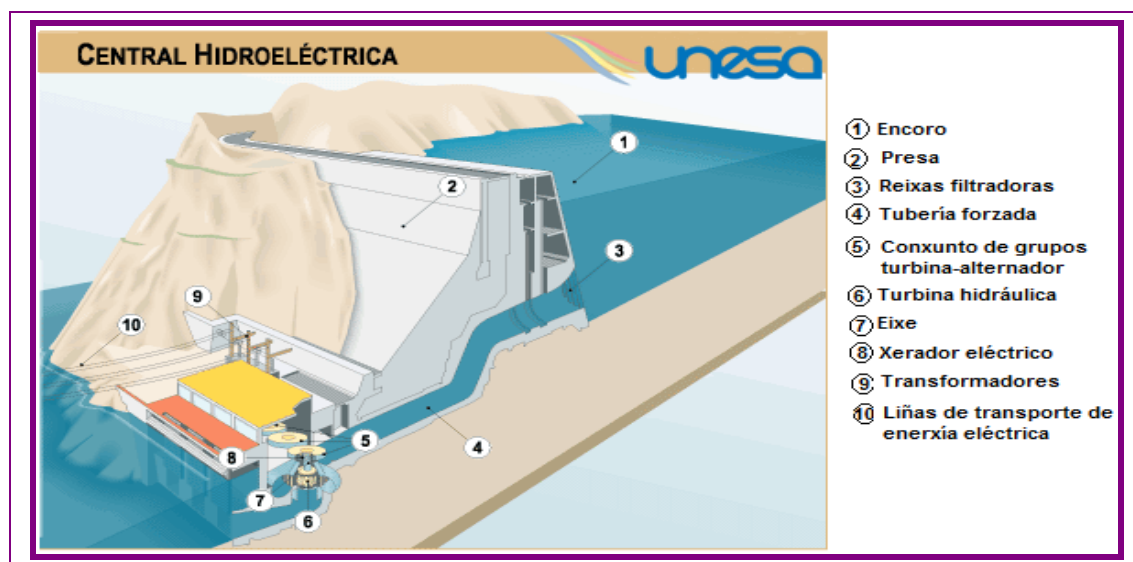
corrente continua (6), para ser convertida en corrente alterna por medio dun inversor (7) e ser finalmente transportada a un armario de corrente alterna (8).

Posteriormente, a enerxía eléctrica producida pasa por un centro de transformación (9) onde se adapta ás condicións de intensidade e tensión das liñas de transporte (10) para a súa utilización nos centros de consumo.

O funcionamento de todos os equipos da central supervísase desde a sala de control (4), na que se recibe información dos distintos sistemas da instalación: torre meteorolóxica, inversor, armarios de corrente continua e alterna, centro de transformación etc.

Central hidroeléctrica

As centrais hidroeléctricas son instalacións que permiten aproveitar a enerxía potencial gravitacional (masa a unha certa altura) contida na auga dos ríos, e convertela en enerxía eléctrica mediante turbinas hidráulicas axustadas a xeradores eléctricos.



Na figura tómasse como exemplo o emprazamento dunha central de acumulación coa central eléctrica a pé de presa.

A presa (2), situada no leito dun río, acumula artificialmente un volume de auga para formar un encoro (1), o que permite que a auga adquira unha enerxía potencial que logo se transformará en electricidade. Para iso, sitúase no paramento augas arriba da presa, ou nas súas proximidades, unha toma de auga protexida por unha reixa metálica (3) cunha válvula que permite controlar a entrada da auga na galería de presión, previa a unha tubaxe forzada (4) que conduce finalmente a auga ata a turbina situada na sala de máquinas da central.

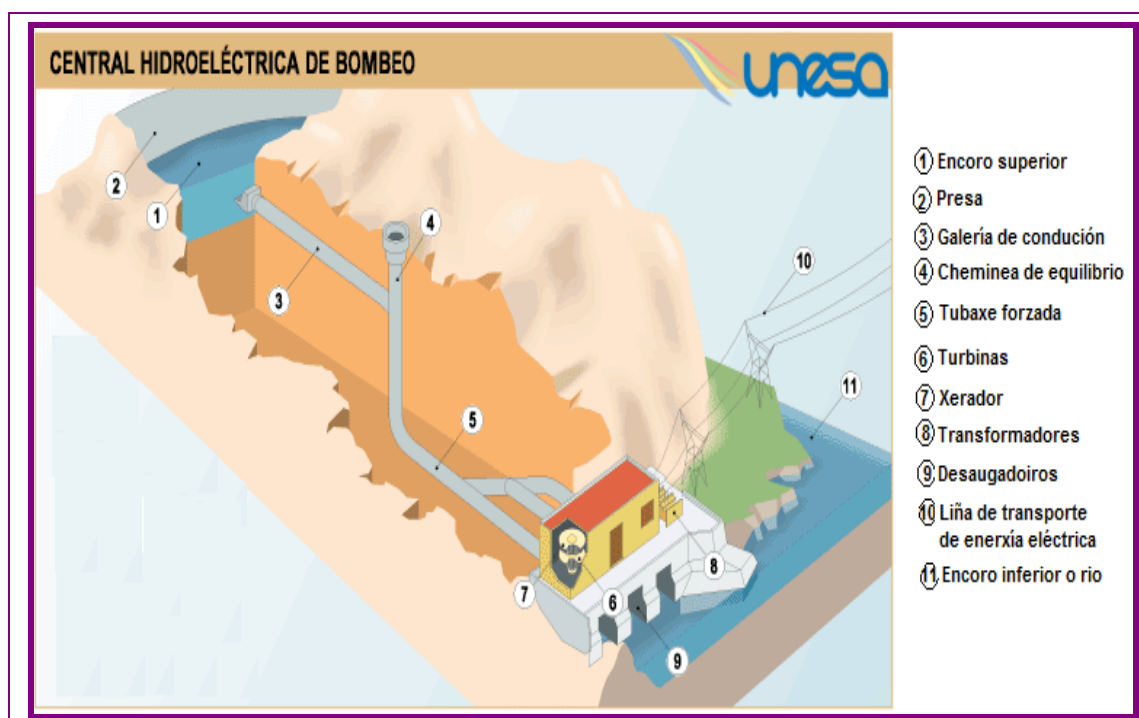
A auga a presión da tubaxe forzada vai transformando a súa enerxía potencial en cinética, é dicir, vai perdendo altura e adquirindo velocidade. Ao chegar ás máquinas, actúa sobre as pas da turbina hidráulica (5), transformando a súa enerxía cinética en enerxía mecánica de rotación. O eixo da turbina está unido ao do xerador eléctrico (8) que, ao virar, converte a enerxía rotatoria en corrente alterna de media tensión e alta intensidade. Mediante transformadores (9) é convertida en corrente de baixa intensidade e alta tensión, para ser enviada á rede xeral mediante as liñas de transporte (10).

Unha vez que cedeu a súa enerxía, a auga é restituída ao río, corrente abaixo da central, a través da canle de desaugadoiro.

Central hidroeléctrica de bombeo

Unha central hidroeléctrica de bombeo é un tipo especial de central hidroeléctrica que ten dous encoros. A auga contida no encoro situado no nivel máis baixo (encoro inferior), é bombeada durante as horas de menor demanda eléctrica ao depósito situado na cota máis alta (encoro superior), co fin de turbinala posteriormente para xerar electricidade nas horas de maior consumo eléctrico.

Por tanto, estas instalacións permiten unha mellora na eficiencia económica da explotación do sistema eléctrico ao almacenar electricidade en forma de auga encorada no depósito superior. Constitúe na actualidade a forma máis económica de almacenar enerxía eléctrica.



As centrais que non teñen achegas de auga significativas no encoro superior chámanse centrais de bombeo puro. Noutro caso, denomínanse centrais mixtas de bombeo.

Durante as horas en que a demanda de enerxía eléctrica é maior, a central de bombeo funciona como calquera central hidroeléctrica convencional: a auga que previamente é acumulada no encoro superior (1) pechado por unha presa (2), chega a través dunha galería de conducción (3) a unha tubaxe forzada (5), que a conduce ata a sala de máquinas da central eléctrica. Para a regulación de presión da auga entre as conducións anteriores constrúese en ocasións unha cheminea de equilibrio (4).

Na tubaxe forzada, a auga vai adquirindo enerxía cinética (velocidade) que, ao chocar contra as pas da turbina hidráulica (6), convértese en enerxía mecánica rotatoria.

Esta enerxía transmítese ao xerador (7) para a súa transformación en electricidade de media tensión e alta intensidade. Unha vez elevada a súa tensión nos transformadores (8) é enviada á rede xeral mediante liñas de transporte de alta tensión (10). A auga, unha vez que xerou a electricidade, circula pola canle de desaugadoiro (9) ata o encoro inferior (11), onde queda almacenada.

Cando se rexistra un menor consumo de enerxía eléctrica “xeralmente durante as horas nocturnas dos días laborables e as fins de semana”, aprovéitase que a electricidade nesas horas ten no mercado un custo baixo, e utilízase para accionar unha bomba hidráulica que eleva a auga desde o encoro inferior (11) ata o encoro superior (1), a través da tubaxe forzada e da galería de conducción.

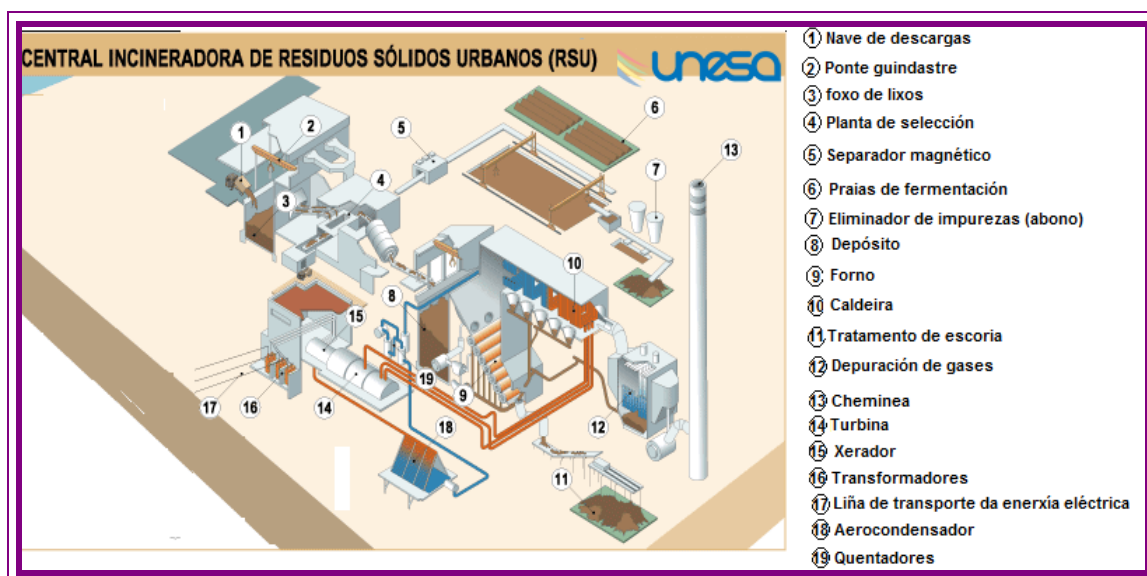
A auga é elevada, xeralmente polas propias turbinas da central, funcionando como bombas accionadas polos xeradores que actúan como motores. Unha vez efectuada a operación de bombeo, a auga almacenada no encoro superior (1) está en condicións de repetir outra vez o ciclo de xeración eléctrica.

Central incineradora de residuos sólidos urbanos (RSU)

Esta tecnoloxía consiste, fundamentalmente, nunha combustión con xeración de vapor e a posterior expansión deste nunha turbina convencional axustada a un xerador eléctrico.

Trátase, por tanto, dunha combustión clásica, na que a cámara de combustión está adaptada ao tipo de combustible utilizado. Cada liña de incineración dispón dunha alimentación individualizada, un forno-caldeira produtor de vapor e un sistema de tratamento de gases. Así, por exemplo, os fornos tipo grella adóitanse utilizar para

residuos sólidos urbanos con nula ou escasa selección previa; os rotativos son máis eficientes no control da combustión, pero teñen limitacións de tamaño; e os fornos de leito fluidificado precisan combustibles procesados previamente cunha granulometría homoxénea.



Os residuos sólidos urbanos chegan á central transportados, xeralmente, por camiós, que verten o seu contido no foso de lixo (3) para ser enviados mediante unha cinta transportadora á planta de selección (4).

Na zona de selección, sepáranse os diferentes tipos de materiais que compoñen os residuos sólidos urbanos, seleccionando aqueles que poden ter utilidade por un ou outro motivo. Os materiais que poden ser reciclados (cristal, cartóns, metal, plástico, pilas...) extráense e almacénanse. A materia orgánica lévase, tras pasar por un separador magnético (5) que retira os materiais férricos aínda presentes, a unhas praias de fermentación (6), nas que permanecerán un ou dous meses. Nelas, esta materia é aireada periodicamente para obter un fertilizante denominado *compost*.

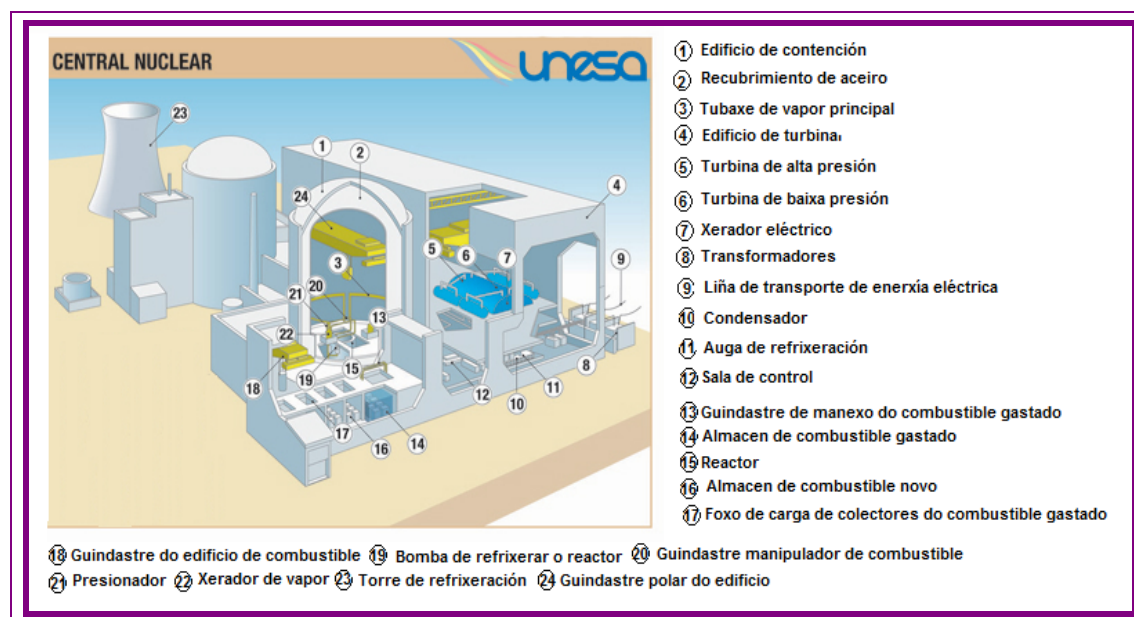
Unha vez que se separou aquilo que se considera aproveitable, o resto envíase ao depósito de rexeitamento (8) situado xunto ao forno (9), onde é queimado.

A combustión no forno fai que a auga que circula polas tubaxes da caldeira (10) se transforme en vapor a presión que acciona as pás das turbinas de vapor (14), facendo virar o eixe destas turbinas, que se move solidariamente co rotor do xerador eléctrico (15). No xerador, a enerxía mecánica rotatoria é convertida en electricidade de media tensión e alta intensidade. Co obxectivo de diminuír as perdas do transporte aos puntos de consumo, a tensión da electricidade xerada é elevada nun transformador (16), antes de ser enviada á rede xeral mediante as liñas de transporte de alta tensión (17).

Despois de accionar as turbinas, o vapor de auga convértese en líquido no aerocondensador (18). A auga que arrefría o condensador provén dun río ou do mar e pode operar en circuíto pechado.

Central nuclear

Unha central térmica nuclear é unha instalación que aproveita a calor obtida mediante a fisión dos núcleos de uranio para producir enerxía eléctrica. Por conseguinte, as centrais nucleares teñen un reactor, é dicir, unha instalación que permite iniciar e controlar unha reacción en cadea de fisión nuclear. A calor xerada na devandita reacción utilízase para converter un líquido, xeralmente auga, en vapor que, de maneira semellante a como ocorre nas centrais térmicas de combustibles fósiles, se emprega para accionar un grupo turbina-xerador e producir así enerxía eléctrica.



No esquema móstrase unha central de auga a presión.

Consta dun edificio de contención (1), que é unha construción blindada e hermética composta normalmente por unha base cilíndrica acabada por unha cúpula. Nel alóxanse os principais compoñentes do circuíto primario, como son o reactor (15), os xeradores de vapor (22), o presionador (21) e as bombas do refrixerante (19). Representa, por tanto, a parte máis característica dunha central nuclear.

A calor xerada polas fisións dos núcleos do combustible aloxado no reactor transmítese ao fluído refrixerante (auga), que se mantén en estado líquido debido á súa gran presión. O refrixerante é conducido cara aos xeradores de vapor.

Á saída destes, a auga volve ao reactor impulsada polas bombas do refrixerante.

Nos xeradores de vapor e, sen mesturarse coa do circuíto primario, a auga do circuíto

secundario convértese en vapor que se conduce ao edificio de turbinas a través das tubaxes de vapor principal (3) para accionar as pas das turbinas de vapor (5). O vapor que sae das turbinas pasa novamente a estado líquido no condensador (10).

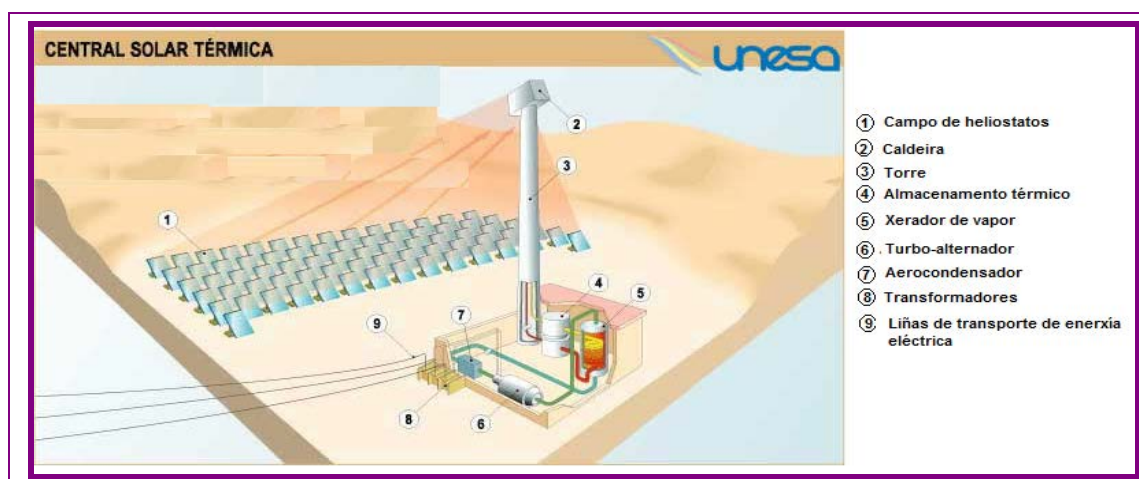
A auga para refrixerar (11) tómake dun río ou do mar e, a través dunha ou varias torres de refrixeración (23), arrefríase antes de devolvela á súa orixe.

A enerxía do vapor que chega ás turbinas convértese en electricidade mediante un xerador eléctrico (7). A tensión de saída do vapor é aumentada convenientemente mediante transformadores (8) para ser enviada á rede xeral a través das liñas de transporte de enerxía eléctrica (9).

Entre as instalacións relevantes dunha central nuclear áchase o edificio de combustible. Nel atópase o sistema de almacenamento de combustible gastado (14) que permite a perda gradual da súa actividade. O combustible cargárase posteriormente nun colector que, tras a súa limpeza no foso de descontaminación, será transportado ás instalacións de almacenamento definitivo fóra da central. No devandito edificio almacénase tamén o combustible que aínda non foi utilizado no reactor (16).

Central solar térmica

Unha central termosolar é unha instalación que permite o aproveitamento da enerxía do sol para a produción de electricidade. Ten un ciclo térmico semellante ao das centrais termoeléctricas convencionais: a enerxía calorífica que se produce nun determinado foco é transformada en enerxía mecánica mediante unha turbina e, posteriormente, en enerxía eléctrica mediante un alternador. A única diferenza é que mentres nas centrais termoeléctricas convencionais o foco calorífico se consegue por medio da combustión dunha fonte fósil de enerxía (carbón, gas, fuel óleo...), nas solares, o foco calorífico obtense mediante a acción da radiación solar que incide sobre un fluído.



Unha central deste tipo, está formada por un campo de helióstatos (1) ou espellos direccionais de grandes dimensións, que reflicten a luz do sol e concentran os raios reflectidos nunha caldeira (2) situada sobre unha torre (3) de grande altura.

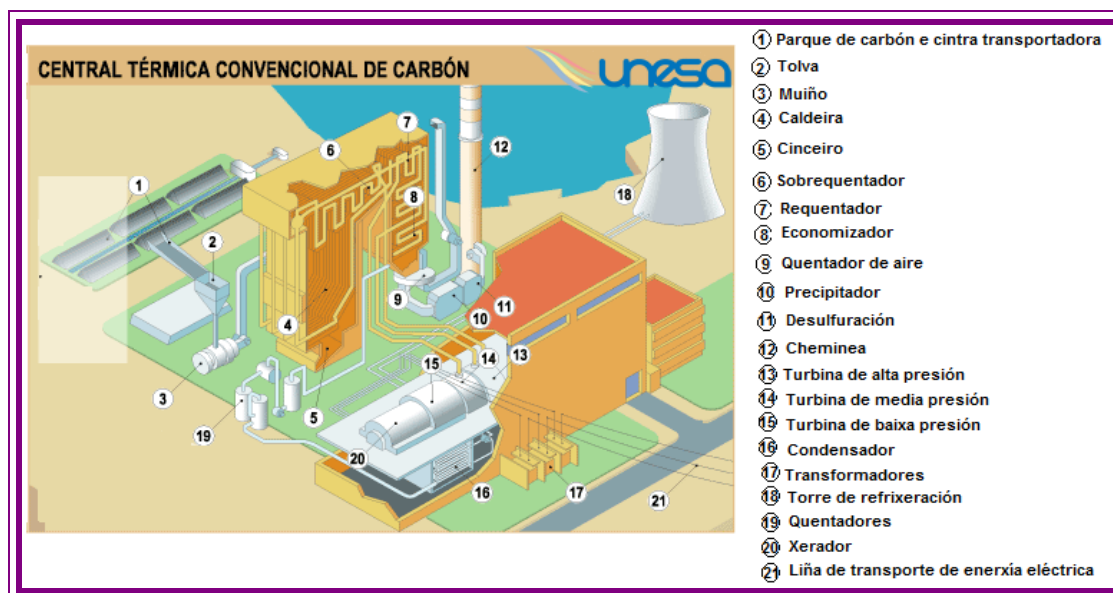
Na caldeira, a achega calorífica da radiación solar reflectida é absorbida por un fluído térmico (sales fundidas, auga ou outros). O devandito fluído é conducido cara a un xerador de vapor (5), onde transfire a súa calor a un segundo fluído, xeralmente auga, o cal é convertido así en vapor. A partir deste momento o funcionamento da central é análogo ao dunha central térmica convencional. Por tanto, este vapor é conducido a unha turbina (6) onde a enerxía do vapor é convertida en enerxía mecánica rotatoria que permite ao xerador producir electricidade. O fluído é posteriormente licuado nun condensador (7) para repetir o ciclo.

Como a produción dunha central solar depende en gran medida das horas de insolación, para aumentar e estabilizar a súa produción, adoita dispoñerse de sistemas de almacenamento térmico ou sistemas de apoio (4) intercalados no circuíto de quecemento.

A enerxía producida, despois de ser elevada a súa tensión nos transformadores (8), é transportada mediante as liñas de transporte eléctricas (9) á rede xeral do sistema.

Central térmica convencional de carbón

As centrais térmicas convencionais producen enerxía eléctrica a partir de combustibles fósiles, como son o carbón, o fuel óleo ou o gas. Ademais, utilizan tecnoloxías clásicas para a produción de electricidade, é dicir, mediante un ciclo termodinámico de auga/vapor.



O carbón almacenado no parque (1) preto da central é conducido mediante unha cinta transportadora cara a unha moega (2) que alimenta ao muíño (3). Aquí o carbón é pulverizado finamente para aumentar a superficie de combustión e así mellorar a eficiencia da súa combustión. Unha vez pulverizado, o carbón inxéctase na caldeira (4), mesturado con aire quente para a súa combustión.

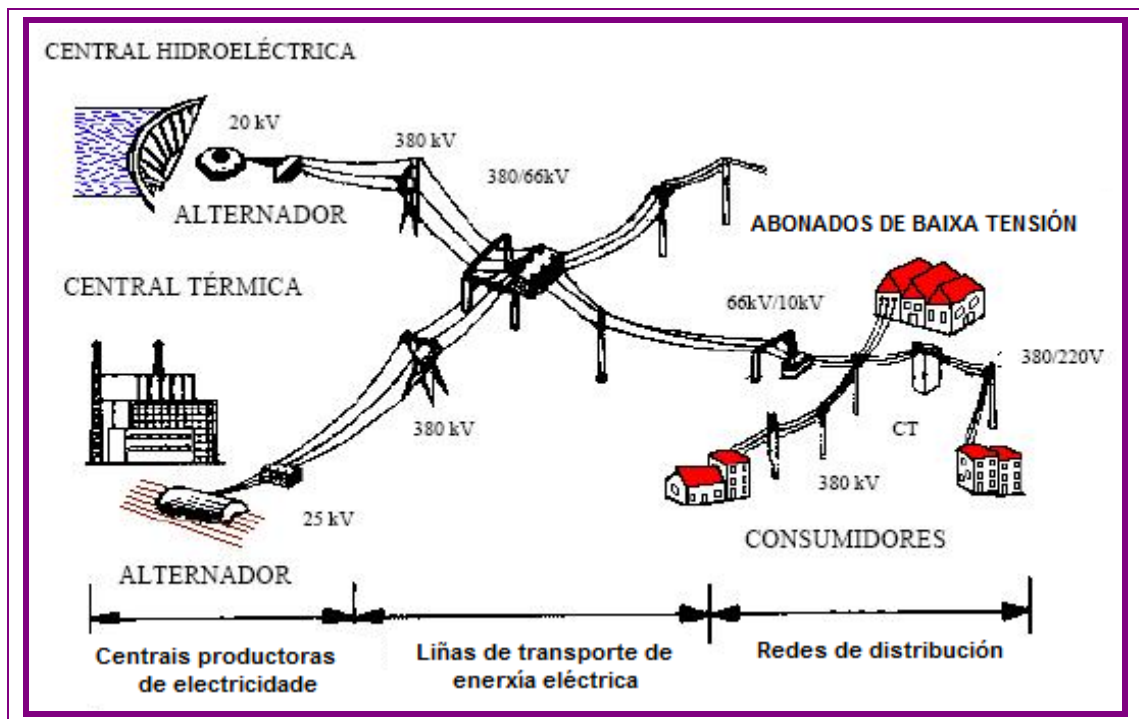
A caldeira está formada por numerosos tubos por onde circula auga, que é convertida en vapor a alta temperatura. Os residuos sólidos desta combustión caen ao cinreiro (5) para ser posteriormente transportados a un vertedoiro. As partículas finas e os fumes fanse pasar polos precipitadores (10) e os equipos de desulfuración (11), co obxecto de reter unha elevada porcentaxe dos contaminantes que en caso contrario chegarían á atmosfera a través da cheminea (12).

O vapor de auga xerada na caldeira acciona as pás das turbinas de vapor (13), facendo virar o eixo destas turbinas que se move solidariamente co rotor do xerador eléctrico (20). No xerador, a enerxía mecánica rotatoria é convertida en electricidade de media tensión e alta intensidade. Co obxectivo de diminuír as perdas do transporte aos puntos de consumo, a tensión da electricidade xerada é elevada nun transformador (17), antes de ser enviada á rede xeral mediante as liñas de transporte de alta tensión (21).

Despois de accionar as turbinas, o vapor de auga convértese en líquido no condensador (16). A auga que refrixera o condensador provén dun río ou do mar, e pode operar en circuíto pechado, é dicir, transferindo a calor extraída do condensador á atmosfera mediante torres de refrixeración (18) ou, en circuíto aberto, descargando a devandita calor directamente á súa orixe.

Rede de transporte da enerxía eléctrica

Se lembramos a **lei de Ohm**: $V = I \cdot R$ e a **lei de Joule** pola cal o paso da enerxía eléctrica a través dunha resistencia pode producir calor segundo: $Q = I^2 \cdot R \cdot t$, cando pensamos en transportar a enerxía eléctrica temos que enfrontarnos ao compromiso que supón minimizar as perdas de enerxía por efecto da emisión de calor dos cables utilizados. Como os cables utilizados para o transporte presentan unha resistencia R , resistencia que aumenta a medida que aumenta a lonxitude do cable, cabe pensar que o razoable é tratar de diminuír a intensidade da corrente. Pero se queremos manter a mesma cantidade de enerxía eléctrica transportada, segundo a lei de Ohm o que teremos que facer é elevar a tensión V . Despois do transporte, como a alta tensión é moi perigosa, para o uso nos centros urbanos volve a baixarse. Desta maneira, a rede de subministro de enerxía eléctrica vese salpicada de centros de transformación tanto para subir a tensión como para baixala, e o esquema xeral pódese representar como se ve na seguinte figura:



En orde secuencial, todo sistema eléctrico está composto polos seguintes elementos:

- Centrais xeradoras de enerxía eléctrica.
- Estacións transformadoras elevadoras.
- Liñas de transporte.
- Estacións de distribución.
- Estacións transformadoras redutoras.
- Redes primarias de distribución.
- Estacións transformadoras de distribución.
- Redes secundarias de distribución.

As características principais dun sistema eléctrico son: o número de fases, a tensión de servizo e a frecuencia da rede.

Número de fases: os máis utilizados son trifásicos, mentres que os monofásicos só se usan en instalacións de baixa intensidade.

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

Tensión de servizo: segundo o seguinte cadro:

Tipo	Tensión do servizo (V)	Uso
Baixa tensión (BT)	127 240 420	Produción e distribución
Media tensión (MT)	3.000 6.000 10.000 15.000 20.000	Produción e distribución
Alta tensión (AT)	30.000 45.000 66.000	Transporte e distribución
Moi alta tensión (MAT)	132.000 240.000 420.000	Transporte

Actividades propostas

- S51.** Entre na páxina web de UNESA (<http://www.unesa.es/>) e no apartado do sector eléctrico consulte o funcionamento das centrais eléctricas e observe os diferentes tipos de centrais.
- S52.** Investigue que tipos de centrais de produción de enerxía eléctrica temos en Galicia e onde se localizan.
- S53.** Relacione cada tipo de central produtora de enerxía eléctrica co tipo de combustible que utiliza.

3. Actividades finais

Fontes de enerxía

- S54.** Por que os combustibles fósiles son unha fonte de enerxía non renovable?
- S55.** Explique a diferenza principal entre as dúas teorías sobre a orixe do petróleo.
- S56.** Por que o uso do gas natural foi substituíndo o carbón?
- S57.** Investigue se algunha marca comercializa xa automóbiles que funcionan con gas licuado do petróleo (GAP), e cales son as súas vantaxes fronte á gasolina tradicional.
- S58.** Por que a enerxía nuclear é non renovable.
- S59.** Investigue en que consiste e como pode obterse o deuterio e o tricio, isótopos do hidróxeno.
- S60.** Que vantaxes ten o uso da enerxía nuclear de fusión fronte á de fisión?
- S61.** Cales son as transformacións de enerxía que se producen nunha central hidroeléctrica desde que a auga está no encoro ata que a electricidade está na rede?
- S62.** Investigue que tipo de colectores solares deben instalarse nunha casa unifamiliar da súa contorna.
- S63.** Fronte a outras fontes de enerxía renovable, cal valora que pode ser o peor inconveniente da utilización da enerxía solar?
- S64.** Cite algúns aproveitamentos da biomasa para xerar electricidade.
- S65.** Investigue se en Galicia temos algún centro onde se aproveite a enerxía xeotérmica.
- S66.** Explique resumidamente en que consiste unha central de enerxía mareomotriz.

Formas de intercambio de enerxía: traballo e calor

- S67.** Se ten 200 g de cobre a 10 °C, que cantidade de calor se necesita para elevalos ata 100 °C. Se se teñen 200 g de aluminio a 10 °C e se lle subministra a mesma cantidade de calor subministrada ao cobre, cal estará máis quente? $c(\text{cobre}) = 383 \text{ J/kg K}$; $c(\text{aluminio}) = 900 \text{ J/kg K}$.
- S68.** Calcule a temperatura final da mestura de 300 g de auga que se atopan a 20 °C e 500 g de alcohol a unha temperatura de 50 °C. Datos: $c(\text{alcohol}) = 2.450 \text{ J/kg K}$; $c(\text{auga}) = 4.180 \text{ J/kg K}$.
- S69.** A calor específica da auga líquida e do aluminio sólido son, respectivamente de 1,00 e 0,22 Kcal/kg K. Colócanse nun recipiente illado, a presión normal, un quilo de aluminio a 200 °C e un litro de auga a dez graos. Determine a temperatura final do equilibrio.
- S70.** Determine o tempo que un quentador de 2 kW ten que quentar un bloque de xeo de 1 kg a -20 °C para transformalo completamente en vapor a 110 °C. Datos: $c(\text{auga líquida}) = 4.180 \text{ J/K} \cdot \text{kg}$; $c(\text{xeo}) = 2.300 \text{ J/K} \cdot \text{kg}$; $c(\text{vapor}) = 1.900 \text{ J/K} \cdot \text{kg}$; $L_v(\text{auga}) = 540 \text{ cal/g}$; $L_f(\text{auga}) = 80 \text{ cal/g}$.
- S71.** Explique o significado dun coeficiente de dilatación lineal igual a $1 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.
- S72.** Unha barra de ferro de 5 metros a 0 °C, mide 5,0055 m a 100 °C. Calcule o coeficiente de dilatación lineal do ferro.
- S73.** Canto debemos arrefriar un cubo de aluminio que ten 1 m de aresta a 40 °C para que o seu volume se reduza a 992 cm³? $\lambda (\text{aluminio}) = 2,4 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- S74.** Ao quentar un líquido, o seu volume aumenta mentres que a súa masa permanece constante. Que ocorre coa súa densidade? Podería atopar unha fórmula para a variación da densidade en termos do coeficiente de dilatación cúbica?
- S75.** Nun lago existen dúas capas de auga a temperaturas diferentes: unha a 1 °C e a outra a 4 °C. Cal delas estará máis próxima á superficie?
- S76.** Un recipiente cilíndrico de 3 litros hermeticamente pechado contén un gas a 15 °C e presión de 12.5 atm. Se mantemos esa presión final e deixamos que o volume se duplique, que temperatura alcanzará o gas?

- S77.** Explique a diferenza fundamental que hai entre a transmisión da enerxía térmica por condución e por convección.
- S78.** Explique como se reparte a calor da calefacción nunha casa de maneira que a súa temperatura sexa homoxénea en toda a estancia.

Transformacións de enerxía. Enerxía eléctrica

- S79.** Dos distintos tipos de centrais produtoras de enerxía eléctrica, cal considera que pode ser a máis contaminante? E a máis perigosa?

4. Solucionario

4.1 Solucionario de actividades propostas

- S1. *As fontes de enerxía son elaboracións naturais máis ou menos complexas das que o ser humano pode extraer enerxía para realizar un determinado traballo ou obter algunha utilidade. Un tipo de enerxía é a propiedade que ten algún sistema para producir traballo. Fonte de enerxía: eólica. Tipo de enerxía: cinética.*
- S2. *a) Mtoe: Mega toneladas equivalentes de petróleo. O seu valor equivale á enerxía que rende unha tonelada de petróleo. b) De maneira significativa a partir de 1988. c) Segundo a gráfica, a partir de 2000 a enerxía xeotérmica, solar e eólica sofren un paulatino incremento. d) Pódese pensar que foi a crise económica, pero algúns expertos consideran que foi ao revés, que unha crise enerxética a nivel global foi o desencadeamento da crise económica. e) Medindo a anchura de cada banda e dividindo pola anchura total e multiplicando por cen, obtemos as porcentaxes aproximadas: petróleo 47 %; carbón 13 %; gas natural: 22 %; nuclear 11 %; hidroeléctrica 1,5 %; biocombustibles e residuos 4 %; xeotérmica / solar / vento 2 %. f) O uso do carbón en 2007 foi do 13 % e en 2014 do 9,9 %, nótase unha redución aínda que non a esperada polos plans da Unión Europea.*
- S3. *As fontes de enerxía non renovables son aquelas que se encontran de forma limitada no planeta e cuxa velocidade de consumo é maior ca a da súa rexeneración.*
- S4. *Meirama: inicialmente usábase o lignito que se extraía da súa propia canteira, na actualidade utiliza hulla procedente de Wyoming (Estados Unidos). As Pontes: é de ciclo combinado e utiliza carbón de tipo lignito e hulla ademais de gas natural.*
- S5. *Vantaxe: o seu gran poder calorífico. Inconveniente: a súa combustión emite moitos gases tóxicos que producen choiva ácida e de efecto invernadoiro.*
- S6. *Aceites lubricantes, asfalto, ceras minerais para cremas, caucho sintético, fertilizantes, deterxentes, vernices, pinturas, parafinas, amoníacos, resinas etc.*

- S7. *Fracking: é o proceso que se utiliza para extraer o gas natural, consiste en crear fisuras na roca para que parte do gas flúa ao exterior e se poida extraer de mellor forma logo desde un pozo. Usa axentes químicos que se inxectan nas rochas e pode producir contaminación de acuíferos; ademais a extracción a gran profundidade pode provocar movementos sísmicos.*
- S8. *Fisión: a enerxía despréndese pola ruptura dun núcleo pesado. Fusión: a enerxía despréndese pola formación dun núcleo máis pesado a partir de dous máis lixeiros.*
- S9. *Unha reacción en cadea é un proceso mediante o cal os neutróns que se liberaron nunha primeira fisión nuclear producen unha fisión adicional en polo menos un núcleo máis. Este núcleo, á súa vez produce neutróns, e o proceso repítese de maneira continua.*
- S10. *Dentro do núcleo e debido ao movemento de protóns e neutróns xérase outro tipo de forza chamada “forza nuclear forte” responsable de manter o núcleo unido. É unha forza de moi curto alcance e debida ao intercambio de partículas chamadas pións.*
- S11. *Traballo de investigación persoal.*
- S12. *Vantaxes: consome pouco combustible, non emite gases prexudiciais, non depende de factores climatolóxicos. Inconvenientes: gran perigo de escapes ou fugas radioactivas por mor dun accidente, difícil xestión dos residuos xerados.*
- S13. *Oscila entre os 15.000.000 °C no seu núcleo e os 5.500 °C da súa superficie. Para producir unha fusión nuclear, na actualidade úsanse dous sistemas que poden alcanzar semellantes temperaturas: fusión nuclear por confinamento magnético (FCM) Tokamak, fusión nuclear por confinamento inercial (FCI).*
- S14. *Principalmente que non se esgotan. Ademais as renovables considéranse na maior parte dos casos como enerxías limpas, non contaminantes.*
- S15. *Traballo persoal.*
- S16. *Vantaxe principal: que é unha fonte de enerxía renovable, a auga utilizada non se consome. Inconveniente principal: asolagan amplas zonas que poden ter valor ecolóxico producindo cambios nos seus ecosistemas.*

- S17. *Enerxía solar térmica e enerxía solar fotovoltaica.*
- S18. *É unha enerxía totalmente limpa, non ten ningún tipo de emisión ao exterior.*
- S19. *Que non produce emisións de gases á atmosfera.*
- S20. *Traballo persoal.*
- S21. *Traballo persoal.*
- S22. *As alteracións que provoca nos ecosistemas onde se sitúan os parques eólicos.*
- S23. *Aínda que a biomasa se usa como combustible, considérase renovable xa que aproveita os despoños das limpeza de montes e da agricultura, polo que normalmente se rexenera ao mesmo ritmo que se consome.*
- S24. *Ver:*
http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10737_Biomasa_cultivos_energeticos_07_4bd9c8e7.pdf
- S25. *É o aproveitamento da enerxía térmica que se pode extraer debido á diferenza de temperaturas existente entre as capas internas da terra e as superficiais.*
- S26. *Vantaxe: é a mais eficiente de todas as enerxías renovables. Inconveniente: só está dispoñible en determinadas zonas.*
- S27. *Traballo de investigación persoal.*
- S28. *Tres: mareomotriz, maremotérmica e das ondas ou undimotriz.*
- S29. *É o aproveitamento da enerxía que se xera debido á diferenza de temperaturas entre as capas superficiais do mar e as capas máis fondas.*
- S30. *Activos e pasivos.*
- S31. *Son moitas, pero podemos citar como principal a emisión de gases que producen ou choiva ácida ou efecto invernadoiro.*
- 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. $M = 60 \text{ kg}$ $V = 60 \text{ l}$
- S35. $M = 2,3 \text{ kg}$
- S36. $M = 8 \text{ g}$
- S37. $C = 140,53 \text{ J/K} \cdot \text{kg}$
- S38. a) A temperatura de A pasa de 0°C a 40°C absorbindo 20 cal de calor, logo permanece constante mentres absorbe $60-20 = 40 \text{ cal}$, aquí fai o cambio de estado. Así que como temos 1 kg de A, a súa calor latente de fusión será $L_f = 40 \text{ cal/kg}$. b) En todo o proceso o sólido A absorbeu 80 cal , que son as que desprende os 100 g de B ao pasar de 80°C a 60°C que é a temperatura final da mestura segundo a gráfica. Logo $80 = 0.1 \cdot c \cdot (80 - 60)$ polo 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. $\gamma = 1,81 \cdot 10^{-5} ^\circ\text{C}^{-1}$
- S43. É o que ten menor coeficiente de dilatación lineal e polo tanto o que menor dilatación sofre cos cambios de temperatura.
- S44. $\lambda = 1,39 \cdot 10^{-5} ^\circ\text{C}^{-1}$
- S45. Ocorrería que o xeo non flotaría sobre a auga líquida, polo que os ríos se conxelarían de abaixo para arriba e polo tanto morrería toda a fauna do fondo.
- S46. Cando o gas se dilata aumenta o seu volume, polo que a súa densidade diminúe; logo o aire quente ten menor densidade ca o aire frío e polo tanto flota por encima deste.
- S47. $V_2 = 9,16 \text{ l}$

S48. *Non é correcta xa que un abrigo é un illante térmico, non dá calor, o que fai é impedir que escape a calor do corpo.*

S49. *Traballo de investigación persoal.*

S50. *Traballo práctico persoal.*

S51. *Traballo de investigación persoal.*

S52. *Traballo de investigación persoal.*

S53.

Central de ciclo combinado	Gas natural
Central de co-xeración mediante biomasa	Biomasa
Central de gasificación integrada con ciclo combinado	Carbón, coque de petróleo
Central eólica	Vento
Central fotovoltaica	Radiación solar
Central hidroeléctrica	Auga
Central hidroeléctrica de bombeo	Auga, electricidade
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 finais

- S54. *O carbón, o petróleo e o gas natural atópanse en xacementos naturais cunha abundancia limitada, e polo tanto esgótanse a maior velocidade ca a súa rexeneración.*
- S55. *Unha teoría explica que o petróleo procede da descomposición de restos orgánicos, é dicir, de seres vivos; a outra teoría afirma que o petróleo se pode formar a partir de reaccións entre diferentes compostos químicos e polo tanto non ten unha orixe puramente orgánica.*
- S56. *Porque ao queimalo resulta moito máis limpo.*
- S57. *Traballo de investigación persoal.*
- S58. *Na actualidade a enerxía nuclear emprégase por medio da fisión do uranio, o cal é un recurso limitado. Cando a fusión sexa unha realidade, falaremos de enerxía nuclear como enerxía renovable.*
- S59. *O hidróxeno ${}^1_1\text{H}$ ten no seu núcleo nada máis que 1 protón, de aí que o seu número másico sexa $A = 1$. O deuterio é un isótopo do hidróxeno con 1 protón e 1 neutrón no núcleo ${}^2_1\text{H}$ e ademais de encontrarse nos gases atmosféricos atópase na terra nunha proporción do 0,015 % dos átomos de hidróxeno, pódese obter de forma artificial por electrólise da auga. O tricio é un isótopo que ten 1 protón e 2 neutróns ${}^3_1\text{H}$ e prodúcese ao bombardear con neutróns outros elementos coma o litio, o boro etc. Tamén se produce de forma natural ao incidir os raios cósmicos nos gases atmosféricos.*
- S60. *Non produce residuos radioactivos e ademais sería unha enerxía renovable.*
- S61. *Enerxía potencial gravitacional da auga no encoro $\rightarrow$ enerxía cinética da auga ao caer $\rightarrow$ enerxía cinética de rotación do xerador $\rightarrow$ enerxía eléctrica.*
- S62. *Traballo persoal de investigación.*
- S63. *Non se pode usar de noite cando a demanda enerxética é maior.*
- S64. *Traballo de investigación persoal.*

- S65. *Entrar na páxina web de Inega (Instituto Enerxético de Galicia).*
- S66. *Extrae a enerxía das mareas, faise encorando auga do mar en enseadas naturais e liberándoa logo a través de turbinas hidráulicas unidas a xeradores que producen electricidade.*
- 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. *Neste caso a lonxitude aumentaría tantas veces como graos aumentase a temperatura máis 1.*
- S72. $\lambda = 1,1 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- S73. *Temos que reducila en $13,7 \text{ }^\circ\text{C}$, é dicir, $T = 26,3 \text{ }^\circ\text{C}$*
- S74. $d_o = \frac{m_o}{V_o}$ como $V = V_o(1 + \gamma VT)$ a nova densidade quedanos: $d = \frac{m_o}{V} = \frac{m_o}{V_o(1 + \gamma VT)}$ polo que $d = \frac{d_o}{(1 + \gamma VT)}$ e polo tanto menor ca a inicial.
- S75. *Debido á dilatación anómala da auga, ten un volume mínimo aos $4 \text{ }^\circ\text{C}$, logo maior densidade a esa temperatura, polo que a capa a $1 \text{ }^\circ\text{C}$ terá menor densidade e flotará sobre a de $4 \text{ }^\circ\text{C}$.*
- S76. $T_2 = 303 \text{ }^\circ\text{C}$
- S77. *A diferenza fundamental é que na convección temos movemento de materia, mentres que na condución as partículas permanecen fixas nas súas posicións de equilibrio.*
- S78. *Establécense correntes de convección do aire que se atopa cerca da fonte de calor, quéntase e desprázase cara a arriba deixando espazo para que unha corrente de aire frío ocupe o seu sitio e así sucesivamente.*
- S79. *As centrais produtoras de enerxía eléctrica máis contaminantes son as centrais térmicas de incineración de residuos urbanos. As máis perigosas son as centrais nucleares.*

5. Glosario

A	▪ Aleatorio	Que depende do azar.
	▪ Anómalo	Algo que é irregular, estraño.
C	▪ Combustible	Toda substancia coa capacidade de arder e producir calor.
	▪ Confinamento	Recluír algo ou a alguén dentro de límites.
	▪ Craqueo	Romper, por elevación de temperatura e ás veces con axuda de catalizadores, as moléculas de certos hidrocarburos co fin de aumentar a proporción dos máis útiles.
	▪ Curva de quentamento	É a gráfica onde se recollen os datos da temperatura dun corpo xunto co tempo, a medida que o imos quentando.
F	▪ Fósil	Substancia de orixe orgánica ou dun resto de organismo que se atopa por causas naturais nas capas terrestres, especialmente se pertence a outra época xeolóxica.
	▪ Fotón	Cada unha das partículas que, segundo a física cuántica, constitúen a luz e, en xeral, a radiación electromagnética.
H	▪ Hidráulico	Que se move por medio da auga ou de calquera outro fluído. Tamén se di da enerxía producida polo movemento da auga.
I	▪ IEA	Axencia Internacional da Enerxía.
L	▪ Leito	Fondo do mar ou dun río.
P	▪ Pa / paleta	Cada unha das pranchas metálicas curvas dunha turbomáquina ou máquina de fluído rotodinámica. Desvían o fluxo de corrente para transformar a enerxía cinética en enerxía de presión.
	▪ PIB (produto interior bruto)	Conxunto dos bens e servizos producidos nun país durante un espazo de tempo, xeralmente un ano.
	▪ Pirólise	Descomposición dun composto químico pola acción da calor.
S	▪ Sostible	Especialmente en ecoloxía e economía, que se pode manter durante longo tempo sen esgotar os recursos ou causar grave dano ao medio ambiente.
	▪ Smog	O <i>smog</i> é unha combinación de fume, néboa e diversas partículas que se atopa na atmosfera dos lugares con elevados índices de contaminación. O fenómeno prodúcese cando o aire se estanca por un período estendido de alta presión e as partículas contaminantes quedan flotando nas capas atmosféricas inferiores pola súa maior densidade. Cando se produce, debido aos raios do Sol, a catalización das partículas orgánicas volátiles e dos óxidos de nitróxeno que emanan os automóviles, xérase o que se coñece como <i>smog</i> fotoquímico. Isto deriva na formación de nitrato de peroxiacilo e de ozono, que provoca a irritación do sistema respiratorio e molestias nos ollos.
T	▪ Termodinámico	Relativo á parte da física en que se estudan as relacións entre a calor e as restantes formas de enerxía.
	▪ Turbina	Roda hidráulica, con paletas curvas colocadas na súa periferia, que recibe a auga polo centro e a despidе en dirección tanxente á circunferencia, co cal aproveita a maior parte posible da forza motriz. Tamén se pode usar con gases ou outros fluídos.
X	▪ Xerador eléctrico (alternador)	Consiste nunha serie de bobinas de fío de cobre que xiran en torno a un núcleo magnético e produce corrente eléctrica.
Z	▪ Zooplanco	Conxunto de organismos animais e vexetais, xeralmente diminutos, que flotan e son desprazados pasivamente en augas salgadas ou doces.

6. Bibliografía e recursos

Bibliografía

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

Ligazóns de Internet

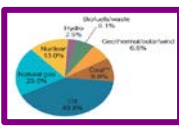
- <https://www.edu.xunta.es/espazoAbalar/espazo/repositorio/cont/enerxia>

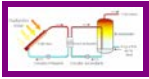
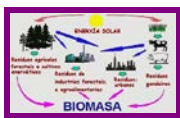
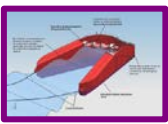
Funcionamento dunha presa:

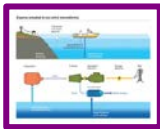
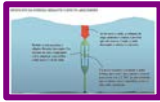
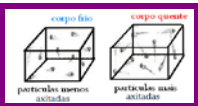
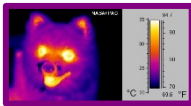
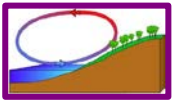
- <https://www.youtube.com/watch?v=lqi2t4Od4Bg&feature=related>.
- <https://www.edu.xunta.es/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1372921735/contido/Unidade10/apuntes.html>
- http://recursostic.educacion.es/newton/web/materiales_didacticos/energia/index.html
- http://recursostic.educacion.es/newton/web/materiales_didacticos/recursos_naturales/norenovable.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. Licenza de recursos

Licenzas de recursos utilizadas na unidade didáctica

RECURSO (1)	DATOS DO RECURSO (1)	RECURSO (2)	DATOS DO RECURSO (2)
 RECURSO 1	Procedencia: http://eltiempodecronicos.blogspot.com.es/2016/03/la-humanidad-y-el-fuego.html	 RECURSO 2	Procedencia: http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/1000/1088/html/2_energa_elica.html
 RECURSO 3	Procedencia: https://bloggrupalhistoria.wordpress.com/2014/10/11/edad-media/	 RECURSO 4	Procedencia: http://roble.pntic.mec.es/arot0012/la_primera_revolucion_industrial.html
 RECURSO 5	Procedencia: http://slideplayer.es/slide/8935860/	 RECURSO 6	Procedencia: https://fortuluz.wordpress.com/2016/08/24/historia-de-la-electricidad-en-espana/
 RECURSO 7	Procedencia: https://iqoption.com/es/tournaments?aff=36215&afftrack=Energ%C3%ADa+nuclear	 RECURSO 8	Procedencia: http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/La_energ%C3%ADa_proveniente_del_sol
 RECURSO 9	Procedencia: https://www.iea.org/statistics/statisticssearch/	 RECURSO 10	Procedencia: https://www.iea.org/stats/WebGraphics/SPAIN5.pdf
 RECURSO 11	Procedencia: http://www.laopinioncoruna.es/economia/2010/09/04/	 RECURSO 12	Procedencia: https://www.experienciaindustrial.es/espacios-de-trabajo/
 RECURSO 13	Procedencia: https://actualidad.rt.com/ciencias/view	 RECURSO 14	Procedencia: https://sites.google.com/site/guzmanmunos/sistema-electrico
 RECURSO 15	Procedencia: https://www.rankia.com/blog/gam-e-over/2582760-pico-petroleo-ahora	 RECURSO 16	Procedencia: https://somechemistry.wordpress.com/2011/03/09/el-craqueo-o-cracking/
 RECURSO 17	Procedencia: http://laeconomiadelosconsumidores.adicae.net/?articulo=2194	 RECURSO 18	Procedencia: http://www.lavozdegalicia.es/noticia/economia/2016/04/28/

RECURSO (1)	DATOS DO RECURSO (1)	RECURSO (2)	DATOS DO RECURSO (2)
 RECURSO 19	Procedencia: https://phys.org/news/2016-08-spherical-tokamak-fusion-energy.html	 RECURSO 20	Procedencia: http://www.mjcv.es/susanaoubina/nvtos_Inventores/enlaces/molino%20de%20agua.html
 RECURSO 21	Procedencia: http://tecnomagina.com/w/renovables/minihidraulica.php	 RECURSO 22	Procedencia: http://www.educarchile.cl/ech/pro/app/detalle?ID=226789
 RECURSO 23	Procedencia: http://ecovive.com/centrales-segun-la-afluencia-del-caudal/	 RECURSO 24	Procedencia: http://www.juanjosegarciaegochea.ga.com/tecnicatipos.html
 RECURSO 25	Procedencia: https://solar-energia.net/energia-solar-termica	 RECURSO 26	Procedencia: https://pedrojhernandez.com/2014/04/01/energia-solar-termica/
 RECURSO 27	Procedencia: https://solar-energia.net/definiciones/radiacion-solar.html	 RECURSO 28	Procedencia: http://heliosolar.es/
 RECURSO 29	Procedencia: https://solar-energia.net/definiciones/radiacion-solar.html	 RECURSO 30	Procedencia: https://www.evwind.com/2013/01/22/
 RECURSO 31	Procedencia: http://www.elmundo.es/elmundo/2010/08/09/galicia/1281367185.html/	 RECURSO 32	Procedencia: http://tecnomagina.com/w/renovables/biomasa.php/
 RECURSO 33	Procedencia: http://www.greatenergy.com.mx/Oeolica.html/	 RECURSO 34	Procedencia: https://energiatecnologia.files.wordpress.com/2014/02/descarga.jpg
 RECURSO 35	Procedencia: https://solar-energia.net/energias-renovables/energia-geotermica	 RECURSO 36	Procedencia: http://www.monografias.com/trabajos93/energia-mareomotriz/energia-mareomotriz.shtml
 RECURSO 37	Procedencia: https://es.slideshare.net/guillerugbier/energa-mareomotriz-guillermo-andrs-puga	 RECURSO 38	Procedencia: https://energiatecnologia.files.wordpress.com/2014/02/i003_10_wc3d-gente_prensa4.jpg

RECURSO (1)	DATOS DO RECURSO (1)	RECURSO (2)	DATOS DO RECURSO (2)
 RECURSO 39	Procedencia: https://www.taringa.net/posts/cienciaeducacion/17829214/Energia-maremotrónica.html	 RECURSO 40	Procedencia: http://www.aulafacil.com/cursos/I30243/ciencia/fisica/termodinamica-e-hidrocinamica/experimento-de-joule
 RECURSO 41	Procedencia: http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoescuela/recursos-digitales/2014/11/14/energia-unimotriz/	 RECURSO 42	Procedencia: http://química1a7.blogspot.com.es/2013/01/practica-termoquímica-el-calorímetro.html
 RECURSO 43	Procedencia: http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/temperatura-calor.htm	 RECURSO 44	Procedencia: http://www.educaycrea.com/2014/04/propagacion-del-calor-formas-y-ejemplos/
 RECURSO 45	Procedencia: http://efq-lfg.blogspot.com.es/2016_01_01_archive.html	 RECURSO 46	Procedencia: http://cbtis37transferenciadecolor.blogspot.com.es/2011/11/transferencia-de-calor.html
 RECURSO 47	Procedencia: http://roble.pntic.mec.es/afep0032/movimientoplacas.html	 RECURSO 48	Procedencia: https://es.wikipedia.org/wiki/Radiación_infrarroja
 RECURSO 49	Procedencia: http://procesosbio.wikispaces.com/Convección	 RECURSO 50	Procedencia: http://www.unesa.es/sector-electrico/funcionamiento-de-las-centrales-electricas/
 RECURSO 51	Procedencia: http://www.satirnet.com/satirnet/2014/10/23/transmisión-propagación-del-calor-radiación/	 RECURSO 52	Procedencia: http://www.unesa.es/sector-electrico/funcionamiento-de-las-centrales-electricas/
 RECURSO 53	Procedencia: http://www.unesa.es/sector-electrico/funcionamiento-de-las-centrales-electricas/	 RECURSO 54	Procedencia: http://www.unesa.es/sector-electrico/funcionamiento-de-las-centrales-electricas/
 RECURSO 55	Procedencia: http://www.unesa.es/sector-electrico/funcionamiento-de-las-centrales-electricas/	 RECURSO 56	Procedencia: http://www.unesa.es/sector-electrico/funcionamiento-de-las-centrales-electricas/
 RECURSO 57	Procedencia: http://www.unesa.es/sector-electrico/funcionamiento-de-las-centrales-electricas/	 RECURSO 58	Procedencia: http://www.unesa.es/sector-electrico/funcionamiento-de-las-centrales-electricas/

RECURSO (1)	DATOS DO RECURSO (1)	RECURSO (2)	DATOS DO RECURSO (2)
 RECURSO 59	■ Procedencia: http://www.unesa.es/sector-electrico/funcionamiento-de-las-centrales-electricas/	 RECURSO 60	■ Procedencia: http://www.unesa.es/sector-electrico/funcionamiento-de-las-centrales-electricas/
 RECURSO 61	■ Procedencia: http://www.unesa.es/sector-electrico/funcionamiento-de-las-centrales-electricas/		