

OS RECURSOS ENERXÉTICOS

Contidos:

Fontes de enerxía

Consumo de enerxía

Solucións ao problema enerxético

Unidades de enerxía

Carbón

Petróleo e gas natural

Enerxía nuclear

Enerxía hidroeléctrica

Enerxía solar

Enerxía eólica

Enerxía de biomasa

Enerxía dos océanos

Enerxía xeotérmica

Eficiencia enerxética

Fontes de enerxía



Fontes de enerxía no mundo en 1991

Combustibles fósiles. - Os combustibles fósiles son o carbón, o petróleo e o gas. Foron os grandes protagonistas do impulso industrial dende a invención da máquina de vapor ata nosos días. Deles depende a maior parte da industria e o transporte na actualidade. Entre os tres supoñen case o **90% da enerxía comercial empregada no mundo**.

Un combustible fósil esta composto polos restos de organismos que viviron hai millóns de anos. O carbón formouse a partir de plantas terrestres e o petróleo e o gas natural a partir de microorganismos e animais principalmente acuáticos. Son, en definitiva, unha acumulación de enerxía solar, porque as plantas converten a radiación que vén do sol en biomasa, grazas á fotosíntese, e os animais aliméntanse das plantas.

A enerxía obtense ao queimar estes produtos, proceso no que se forman grandes cantidades de anhídrido carbónico e outros gases contaminantes que se emiten á atmosfera.

Estes combustibles permitiron un avance sen precedentes na historia humana, pero son fontes de enerxía que chamamos **non renovables**. Isto significa que cantidades que tardaron en formarse

miles de anos se consumen en minutos e as reservas destes combustibles van diminuindo a un ritmo crecente. Ademais, estamos a esgotar un recurso do que se poden obter produtos moi valiosos, como plásticos, medicinas, etc., simplemente para queimalo e obter enerxía.

Enerxía nuclear. - Outra das fontes de enerxía non renovable que se estudan neste capítulo é o uranio que se usa nas centrais de **enerxía nuclear**. O uso da enerxía nuclear ten importantes repercusións ambientais. Algunhas positivas, polo pouco que contaminan, pero algúns dos problemas que ten son moi importantes. Na opinión pública causou unha grande impresión o accidente de Chernobyl e a contaminación radioactiva que se dispersou por medio mundo e, como veremos con detalle, a industria nuclear produce residuos radioactivos moi perigosos que duran miles de anos, o almacenamento definitivo dos cales formula moi graves problemas.

Enerxías renovables. - As fontes de enerxía renovables ou alternativas non consumen un recurso finito como un combustible fósil ou unha substancia radioactiva e ademais, en xeral, causan menos impactos ambientais negativos. Entre estas enerxías temos:

- [Enerxía hidroeléctrica](#)
- [Enerxía solar](#)
- [Enerxía de la biomasa](#)
- [Enerxía obtida dos océanos](#)
- [Enerxía xeotermal](#)

O principal obstáculo que frea a estas fontes de enerxía renovables é o económico, porque normalmente son máis caras que os combustibles fósiles ou a enerxía nuclear. Aínda que dende outro punto de vista, non é tan claro que as enerxías tradicionais sexan máis baratas, porque se incluísemos o custo que supón limpar a contaminación que provocan ou diminuír os seus danos ambientais, o prezo da enerxía obtida do petróleo, carbón, gas ou uranio, sería bastante máis alto do que teñen no mercado. O que sucede é que os estados, por motivos políticos, son os que pagan eses custos indirectos e subvencionan, directa ou indirectamente, as enerxías non renovables.

Cando, a partir de 1973, o prezo do petróleo subiu, a investigación e o uso destas fontes alternativas creceu, pero dende que o uso de enerxía se estabilizou en bastantes países desenvolvidos e o prezo das fontes clásicas de enerxía baixou, perdeuse parte do interese por estas enerxía renovables. Séguese investigando, sobre todo naqueles aspectos que as poden facer economicamente rendibles.

Consumo de enerxía

Outro tema importante que analizaremos con detalle é a gran diferenza entre a enerxía consumida nos países desenvolvidos e nos que están en vías de desenvolvemento. Con datos de 1991, o **22,6% da poboación que vivimos nos países desenvolvidos consume o 73% da enerxía** comercial usada en todo o mundo. Isto tradúcese en que, de media, cada un dos habitantes dos países desenvolvidos usa unhas dez veces máis enerxía que unha persoa dun país non desenvolvidos. A metade da poboación mundial aínda obtén a enerxía principalmente da madeira, o carbón vexetal ou o esterco.

Nos países máis desenvolvidos o consumo de enerxía estabilizouse ou crece moi pouco, grazas a que a usamos cada vez con maior eficiencia. Pero, como dixemos, as cifras de consumo por persoa son moi altas. Nos países en vías de desenvolvemento está a crecer o consumo por persoa de enerxía porque, para o seu progreso, necesitan máis e máis enerxía. Para facer fronte aos problemas que citamos, os países desenvolvidos queren frear o gasto mundial de petróleo e outros combustibles fósiles, pero os países en vías de desenvolvemento denuncian que iso frea o seu desenvolvemento inxustamente.

Solucións ao problema enerxético

Dúas **vías de solución** parecen especialmente prometedoras para facer fronte a esta importante problemática. Por unha parte **aproveitar máis eficientemente a enerxía**. Por outra acudir a fontes de **enerxía renovables**: solar, eólica, hidráulica, etc.

Unidades de enerxía

A enerxía maniféstase realizando un traballo. Por iso as súas unidades son as mesmas que as do **traballo**.

No SE (Sistema Internacional de Unidades) a unidade de enerxía é o **xullo**. Defínese como o traballo realizado cando unha forza de 1 newton despraza o seu punto de aplicación 1 metro.

Na vida corrente é frecuente usar a **caloría**. 1 Kcal = $4,186 \cdot 10^3$ xullos. As Calorías coas que se mide o poder enerxético dos alimentos son en realidade Quilocalorías (mil calorías).

Para a enerxía eléctrica úsase o **quilovatio-hora**. É o traballo que realiza unha máquina a potencia da cal é de 1 **KW** durante 1 hora. $1 \text{ KW-h} = 36 \cdot 10^05 \text{ J}$

Cando se estudan os combustibles fósiles como fonte de enerxía úsanse dúas unidades:

- **tec** (tonelada equivalente de carbón): é a enerxía liberada pola combustión de 1 tonelada de carbón (hulla) $1 \text{ tec} = 29,3 \cdot 10^9 \text{ J}$
- **tep** (tonelada equivalente de petróleo): é a enerxía liberada pola combustión de 1 tonelada de cru de petróleo. $1 \text{ tep} = 41,84 \cdot 10^9 \text{ J}$

Carbón

O carbón é un tipo de rocha formada polo elemento químico carbono mesturado con outras substancias. É unha das principais fontes de enerxía. En 1990, por exemplo, o carbón subministraba o **27,2% da enerxía comercial** do mundo.

Formación.

O carbón formouse, principalmente, cando os extensos bosques de fentos e [equisetos](#) xigantes que poboaban a Terra hai uns 300 millóns de anos, no período **Carbonífero** da [Paleozoica](#) era, morrían e quedaban sepultados nos pantanos nos que vivían. Ao ser o terreo unha mestura de auga e barro moi pobre en osíxeno, non se producía a putrefacción habitual e, pouco a pouco, fóronse acumulando grandes cantidades de plantas mortas.

Co tempo novos sedimentos cubrían a capa de plantas mortas, e pola acción combinada da presión e a temperatura, a materia orgánica foise convertendo en carbón.

Tipos de carbón

Segundo as presións e temperaturas que os formaran distinguimos distintos tipos de carbón: turba, lignito, hulla (carbón bituminoso) e antracita. Canto máis altas son as presións e temperaturas, orixínase un carbón máis compacto e rico en carbono e con maior poder calorífico..

A **turba** é pouco rica en carbono e moi mal combustible. O **lignito** vén a continuación na escala de riqueza, pero segue sendo mal combustible, aínda que se usa nalgunhas centrais térmicas. A **hulla** é moito máis rica en carbono e ten un alto poder calorífico polo que é moi usada, por exemplo nas plantas de produción de enerxía. Está impregnada de substancias bituminosas da destilación da cal se obteñen interesantes hidrocarburos aromáticos e un tipo de carbón moi usado en siderurxia [coque](#) chamado, pero tamén contén elevadas cantidades de xofre que son fonte moi importante de contaminación do aire. A **antracita** é o mellor dos carbóns, moi pouco contaminante e de alto poder calorífico.

Reservas de carbón



*Reservas de carbón **an** o mundo*

O carbón é o combustible fósil máis abundante no mundo. Atópase sobre todo no Hemisferio Norte, porque durante o período Carbonífero os continentes que agora están no Hemisferio Sur, é dicir **Africa**, América do Sur e Australia, estaban xuntas formando un grande supercontinente chamado **Gondwana**, que estaba situado moi preto do polo sur, cun clima pouco propicio para a formación de grandes bosques. En cambio o que agora son Asia, Europa e América do Norte estaban situados xunto ao ecuador nunha zona cálida, moi axeitada para o desenvolvemento das grandes masas vexetais que formaron as capas de carbón.

Os maiores depósitos de carbón están en **América do Norte, Rusia e China**, aínda que tamén se atopa en cantidades considerables nalgúns illas do **Artico**, Europa occidental, India, **Africa del Sur**, Australia e a zona este de América do Sur.

Co actual ritmo de consumo calcúlanse reservas de carbón para algo máis de **200 anos**, aínda que se se teñen en conta as que non son doadas de explotar no momento actual, as reservas poderían chegar para outros **mil anos**.

Problemas ambientais da explotación e o uso do carbón

A minaría do carbón e a súa combustión causan importantes problemas ambientais e teñen tamén consecuencias negativas para a saúde humana.

As explotacións mineiras a ceo aberto teñen un grande impacto visual e os líquidos que delas se desprenden adoitan ser moi contaminantes. Na actualidade, nos países desenvolvidos, as compañías mineiras están obrigadas a deixar a paisaxe restituída cando remataron o seu traballo. O normal adoita ser que conforme van deixando unha zona baleira ao extraer o mineral, a enchan e reforestar para que non queden á vista os grandes buratos, as terras removidas e as acumulacións de [derrubes](#) de ganga que, ata agora, eran a herdanza típica de toda industria mineira. Tamén é moi importante controlar e depurar a auga de lixiviación, é dicir a auga que, despois de empapar ou percorrer as acumulacións de mineral e depósitos, sae da zona da mina e flúe cara aos ríos ou os arredores. Este auga vai cargada de materiais moi tóxicos, como metais pesados e produtos químicos usados na minaría, e é moi contaminante, polo que debe ser controlada coidadosamente.

No proceso de uso do carbón tamén se producen importantes danos ambientais porque ao queimalo se liberan grandes cantidades de gases responsables de efectos tan nocivos como a chuvia ácida, o efecto invernadoiro, a formación de **smog**, etc. O dano que a combustión do carbón causa é moito maior cando se usa combustible de mala calidade, porque as impurezas que contén se converten en óxidos de xofre e noutros gases tóxicos.

Petróleo e gas natural

O **petróleo** é un líquido formado por unha mestura **hidrocarburos**de. Nas refinarías sepáranse do petróleo distintos compoñentes como gasolina, gasóleo, **fueloil** e asfaltos, que son usados como combustibles. Tamén se separan outros produtos dos que se obteñen plásticos, fertilizantes, pinturas, pesticidas, medicinas e fibras sintéticas.

O **gas natural** está formado por un pequeno grupo de hidrocarburos: fundamentalmente **metano** cunha pequena cantidade de propano e butano. O propano e o butano sepáranse do metano e úsanse como combustible para cociñar e quentar, distribuídos en bombonas. O metano úsase como combustible tanto en vivendas coma en industrias e como materia prima para obter diferentes compostos na industria química orgánica. O metano distribúese normalmente por conducións de gas a presión (gasodutos).

En 1990 obtíñase do petróleo o 38,6% da enerxía comercial do mundo, aínda que uns anos antes, en 1974 chegou a representar o 47,4%, antes da crise formulada por **OPEP**a. Ese mesmo ano a proporción de enerxía comercial subministrada polo gas natural foi dun 21,6% e dende a crise do petróleo de 1973 foi aumentando lixeiramente a proporción na que se consume.

Formación

O petróleo e o gas natural fórmanse cando grandes cantidades de microorganismos acuáticos morren e son enterrados entre os sedimentos do fondo de esteiros e pantanos, nun ambiente moi pobre en osíxeno. Cando estes sedimentos son cubertos por outros que van formando estratos rochosos que os recobren, aumenta a presión e a temperatura e, nun proceso pouco coñecido, fórmanse o petróleo e o gas natural. Este último fórmase en maior cantidade cando as temperaturas de formación son máis altas..

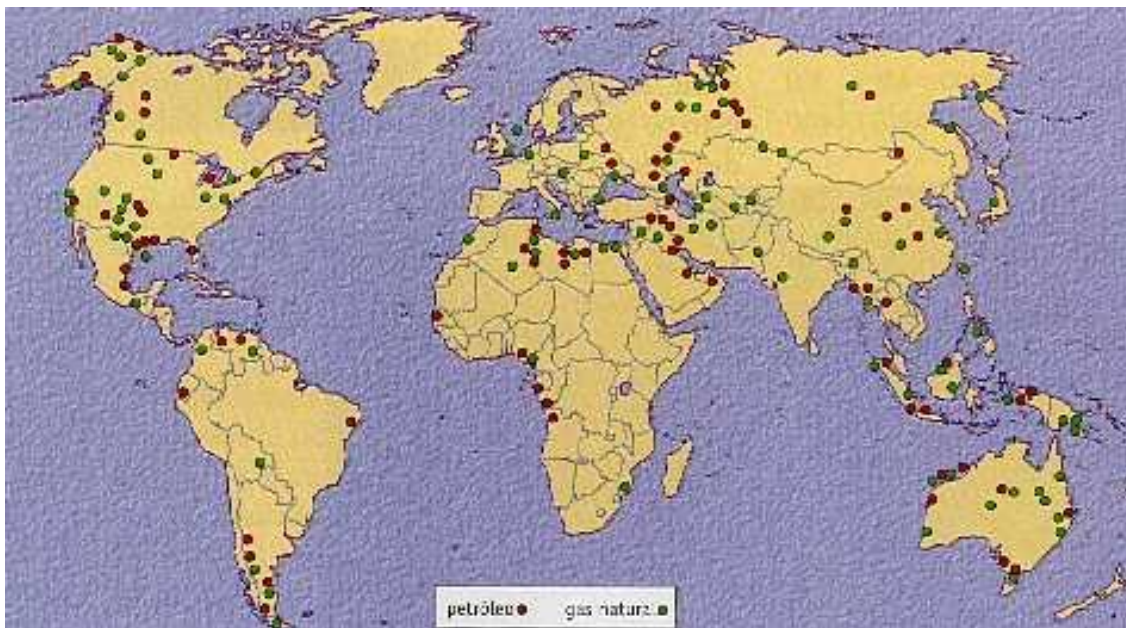
O petróleo e o gas, ao ser menos densos que a rocha, tenden a ascender ata quedar atrapados debaixo de rochas impermeables, formando grandes depósitos. A maior parte destes combustibles atópanse en rochas duns 200 millóns de anos de antigüidade como máximo.

Tipos de cru

A palabra cru é típica para designar ao petróleo antes do seu refinado.

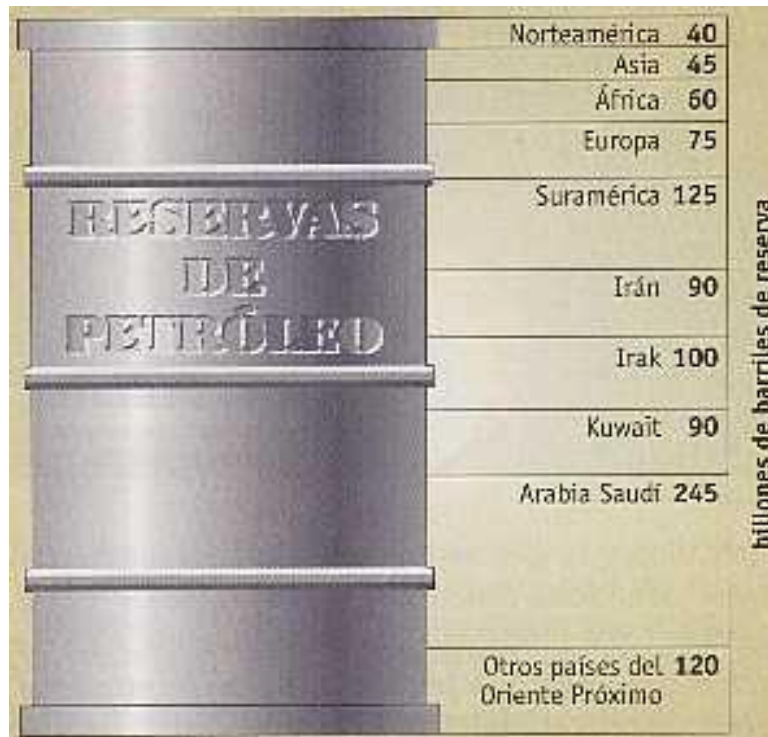
A composición dos crus é moi variable dependendo do lugar no que se formaron. Non só distínguense uns crus doutros polas súas diferentes proporcións nas distintas fraccións de hidrocarburos, senón tamén porque teñen distintas proporcións de xofre, nitróxeno e das pequenas cantidades de diversos metais, que teñen moita importancia dende o punto de vista da contaminación.

Reservas de petróleo e de gas natural



Reservas de petróleo e gas natural no mundo

Pódese atopar petróleo e gas natural en todos os continentes distribuídos de forma moi irregular. Enormes campos petrolíferos que conteñen arredor da metade do petróleo mundial atópanse no **Oriente Próximo**. Tamén existen grandes cantidades de petróleo no Golfo de México, Mar do Norte e o **Artico** (tanto en Alasca coma en Rusia). Pénsase que debe haber notables reservas nas plataformas continentais, aínda que por diversos problemas a maioría deles non están aínda localizados e explotados.



É moi difícil estimar para cantos anos temos petróleo e gas natural. É difícil facer este cálculo porque depende de moitas variables descoñecidas. Non sabemos cantos depósitos novos vanse descubrir. Tampouco **qual** vai a ser o ritmo de consumo, porque é probable que cando vaian escaseando e os seus prezos suban se busque con máis empeño outras fontes alternativas de enerxía e o seu ritmo de consumo diminúa. Por isto as cifras que se adoitan dar son moi pouco fiables. En 1970 había reservas coñecidas de petróleo para uns 30 anos (ata o ano 2000) e de gas natural para uns 40 anos. En cambio en 1990 había suficientes depósitos localizados de petróleo para outros 40 anos (ata o 2030) e de gas natural para uns 60 anos; é dicir, nestes anos descubriuse máis do que se consumiu. Por todo isto pódese dicir que hai **reservas para un tempo comprendido entre varias decenas e uns 100 anos**.

Outro importante problema relacionado co petróleo é que se

consume maioritariamente en rexións onde non se produce. Así entre Estados Unidos e Europa occidental consúmese case a metade do petróleo mundial. Os países do Golfo Pérsico que só consumen o 4,5% mundial producen, en cambio, o 26%.. Esta diferenza agravarase no futuro porque a maior parte das novas reservas se están a descubrir nos países menos consumidores. Así se calcula que Estados Unidos ten reservas para uns 10 anos ou Europa para uns 13, mentres que os países do Golfo acumulan o 57% das reservas coñecidas.

Consumo de petróleo

O consumo mundial de petróleo foi crescendo ata alcanzar o seu máximo en 1978 ano no que se explotaron algo máis de 3000 millóns de toneladas. Despois o consumo diminuíu ata o ano 1982 e dende entón foi aumentando pero aínda sen chegar ás cifras de 1978. O consumo medio no mundo, por habitante e ano en 1993 era dunhas **0,6 toneladas**

Este descenso se ha debido á diminución do consumo nos países desenvolvidos. Por exemplo, en Norteamérica o consumo por habitante e ano era dunhas 4 toneladas en 1978, con moito o máis alto do mundo, e en cambio en 1993 foi dunhas 3 toneladas. O consumo nos países desenvolvidos, agás Norteamérica é duns 1,4 toneladas por habitante e ano, mentres que nos países non desenvolvidos o consumo é de menos de 0,5 toneladas, aínda que o consumo total destes países, por motivos demográficos e de desenvolvemento se está a manter en crecemento continuo.

Problemas ambientais no uso do petróleo e o gas natural

Estes combustibles causan contaminación tanto ao usalos como ao producilos e transportalos.

Un dos problemas máis estudados na actualidade é o que xorde da inmensa cantidade de CO₂ que estamos a emitir á atmosfera ao queimar os combustibles fósiles. Como estudamos con detalle, este gas ten un importante **efecto invernadeiro** e poderíase estar a provocar un queimamento global de todo o planeta con cambios no clima que poderían ser catastróficos.

Outro impacto negativo asociado á queima de petróleo e gas

natural é a, neste [chuvia ácida](#) caso non tanto pola produción de óxidos de xofre, coma no caso do carbón, senón sobre todo pola produción de óxidos de nitróxeno.

Os danos derivados da produción e o transporte prodúcense sobre todo por [vertidos de petróleo](#) os, accidentais ou non, e polo traballo nas refinarías.

Enerxía nuclear

A enerxía nuclear procede de reaccións de **fisión** ou **fusión** de átomos nas que se liberan xigantescas cantidades de enerxía que se usan para producir electricidade.

En 1956 púxose en marcha, en Inglaterra, a primeira planta nuclear xeradora de electricidade para uso comercial. En 1990 había 420 reactores nucleares comerciais en 25 países que producían o 17% da electricidade do mundo.

Nos anos cincuenta e sesenta esta forma de xerar enerxía foi acollida con entusiasmo, dado o pouco [combustible](#) que consumía (cun solo quilo de uranio podía producir tanta enerxía como con 1000 toneladas de carbón). Pero xa na década dos 70 e especialmente na dos 80 cada vez houbo máis voces que alertaron sobre os **perigos da radiación**, sobre todo en caso [accidentes](#) de. O risco de accidente grave nunha central nuclear ben construída e manexada é moi baixo, pero algúns destes accidentes, especialmente o de **Chernobyl** (1986) que sucedeu nunha central da URSS construída con moi deficientes medidas de seguridade e sometida a uns riscos de funcionamento tolos, fixeron que en moitos países a opinión pública maioritariamente opuxérase á continuación ou ampliación dos programas nucleares. Ademais xurdiu outro problema de difícil solución: o do almacenamento dos [residuos nucleares](#) alta actividade.

Obtención de enerxía por fisión nuclear convencional.

O sistema máis usado para xerar enerxía nuclear utiliza o **uranio** como combustible. En concreto úsase o [isótopo](#) 235 do uranio que é sometido a **fisión** nuclear nos reactores. Neste proceso o núcleo do átomo de uranio (ou-235) é bombardeado por neutróns e rompe orixinándose dous átomos dun tamaño aproximadamente metade do de uranio e liberándose dous ou tres neutróns que inciden sobre átomos de ou-235 veciños, que volven romper, orixinándose unha reacción en cadea.

A fisión controlada do ou-235 libera unha grande cantidade de enerxía que se usa na planta nuclear para converter auga en vapor. Con este vapor móvese unha turbina que xera electricidade.

O mineral de uranio atópase na natureza en cantidades limitadas. É polo tanto un **recurso non renovable**. Adoita acharse case sempre xunto a rochas sedimentarias. Hai depósitos importantes deste mineral en Norteamérica (27,4% das reservas mundiais), **Africa** (33%) e Australia (22,5%).

O mineral do uranio contén tres isótopos: Ou-238 (99,28%), ou-235 (0,71%) e ou-234 (menos que o 0,01%). Dado que o ou-235 atópase nunha pequena proporción, o mineral debe ser **enriquecido** (purificado e refinado), ata aumentar a concentración de ou-235 a un 3%, facéndoo así útil para a reacción.

O uranio que se vai usar no reactor prepárase en pequenas pastillas de dióxido de uranio duns milímetros, cada unha das cales contén a enerxía equivalente a unha tonelada de carbón. Estas pastillas póñense en varas, duns 4 metros de longo, que se reúnen en grupos dunhas 50 a 200 varas. Un reactor nuclear típico pode conter unhas 250 destas agrupacións de varas.

Producción de electricidade na central nuclear

Unha central nuclear ten catro partes:

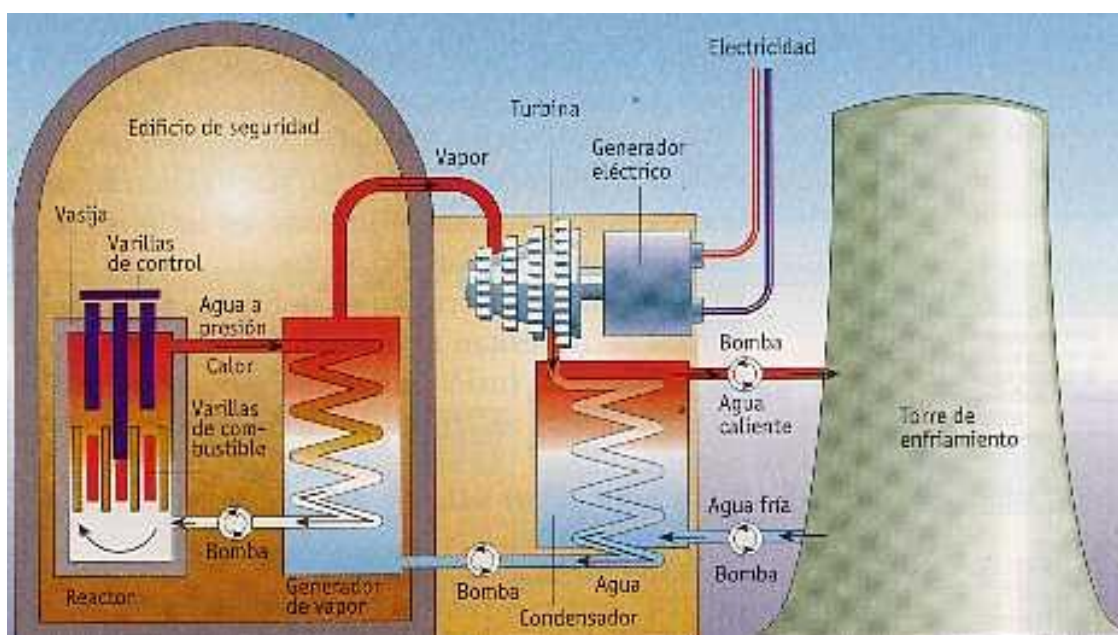
1. O **reactor** no que se produce a fisión
2. O **xerador de vapor** no que a calor producida pola fisión se usa para facer ferver auga
3. A **turbina** que produce electricidade coa enerxía contida no vapor
4. O **condensador** no cal se arrefría o vapor, converténdoo en auga líquida.

A reacción nuclear ten lugar no reactor, no están as agrupacións de **varas de combustible** intercaladas cunhas decenas de **barras de control** que están feitas dun material que absorbe os neutróns. Introducendo estas barras de control máis ou menos contrólase o ritmo da fisión nuclear axustándoo ás necesidades de xeración de electricidade.

Nas centrais nucleares habituais hai un circuíto primario de auga no que esta se quenta pola fisión do uranio. Este circuíto forma un sistema pechado no que a auga circula baixo presión, para que permaneza líquida a pesar de que a temperatura que alcanza é duns 293° C.

Coa auga do circuíto primario quéntase outro circuíto de auga, chamado secundario. A auga deste circuíto secundario transfórmase en vapor a presión que é conducido a unha turbina. O xiro da turbina move un xerador que é o que produce a corrente eléctrica.

Finalmente, a auga é arrefriada en torres de arrefriamento, ou por outros procedementos.



Esquema do funcionamento dunha central nuclear

Medidas de seguridade

Nas centrais nucleares habituais o núcleo do reactor está colocado dentro dunha vasilla xigantesca de aceiro deseñada para que se acontece un accidente non saia radiación ao ambiente. Esta vasilla xunto co xerador de vapor están colocados nun edificio construído con grandes medidas de seguridade con paredes de formigón armado dun a dous metros de espesor deseñadas para soportar terremotos, furacáns e ata colisións de avións que chocasen contra el.

Repercusións ambientais da enerxía nuclear

Unha das vantaxes que os defensores da enerxía nuclear lle atopan é que é moito **menos contaminante** que os combustibles fósiles. Comparativamente as centrais nucleares emiten moi poucos contaminantes á atmosfera.

Os que se opoñen á enerxía nuclear argumentan que o feito de que o carbón e, en menor medida o petróleo e o gas, sexan sucios non é un dato a favor das centrais nucleares. Que o que hai que lograr é que se diminúan as emisións procedentes das centrais que usan carbón e outros combustibles fósiles, o que tecnoloxicamente é posible, aínda que encarece a produción de electricidade.

Problemas de contaminación radiactiva

Nunha central nuclear que funciona correctamente a liberación de radiactividade é mínima e perfectamente tolerable xa que entra nas marxes de radiación natural que habitualmente hai na biosfera.

O problema xurdiu cando aconteceron accidentes nalgunhas das máis de 400 centrais nucleares que hai en funcionamento. Unha planta nuclear típica non pode explotar coma se fose unha bomba atómica, pero cando por un accidente se producen grandes temperaturas no reactor, o metal que envolve ao uranio se funde e escapan radiacións. Tamén pode escapar, por accidente, a auga do circuíto primario, que está contida no reactor e é radiactiva, á atmosfera.

A probabilidade de que acontezan estes accidentes é moi baixa, pero cando suceden as súas consecuencias son moi graves, porque a radiactividade produce graves danos. E, de feito houbo accidentes graves. Dous foron máis recentes e coñecidos. O de, [Three Mile Island, en Estados Unidos, y el de Chernobyl](#) na antiga URSS.

Almacenamento dos residuos radiactivos

Cos adiantos tecnolóxicos e a experiencia no uso das centrais nucleares, a seguridade é cada vez maior, pero un problema de moi difícil solución permanece: o almacenamento a longo prazo dos residuos radiactivos que se xeran nas centrais, ben sexa no funcionamento habitual ou no desmantelamento, cando a central xa cumpriu o seu ciclo de vida e debe ser pechada.

Fusión nuclear

Cando dous núcleos atómicos (por exemplo de hidróxeno) únense para formar un maior (por exemplo helio) prodúcese unha reacción nuclear de fusión. Este tipo de reaccións son as que se están a producir no sol e no resto das estrelas, emitindo xigantescas cantidades de enerxía.

Moitas persoas que apoian a enerxía nuclear ven neste proceso a solución ao problema da enerxía, pois o combustible que require é o hidróxeno, que é moi abundante. Ademais é un proceso que, en principio, produce moi escasa contaminación radiactiva.

A principal dificultade é que estas reaccións son moi **difíciles** de controlar porque se necesitan temperaturas de decenas de millóns de graos centígrados para inducir a fusión e aínda, a pesar de que se está a investigar con moito interese, non hai reactores de fusión traballando en ningún sitio.

Fisión nuclear do plutonio. O Uranio 238, que é o principal compoñente do mineral uranio e ademais é un subproduto da fisión do $U-235$, pode ser convertido en Plutonio, **Pu-239**, un isótopo artificial que é fisionable e se pode usar como combustible. Desta forma multiplícase por moito a capacidade de obter enerxía do uranio. Por exemplo, se o $U-238$ almacenado nos cemiterios nucleares dos Estados Unidos convertécese en plutonio, podería subministrar toda a electricidade que ese país vai necesitar nos próximos 100 anos. Pero a tecnoloxía necesaria para este proceso ten moitos riscos e problemas, o que fai que neste momento estea moi pouco estendido o seu uso. Ademais, o Plutonio non se usa solo para a obtención de enerxía por fisión nuclear, senón que tamén é o material co que se fabrican as armas nucleares, e moitos países instalarían plantas de obtención de plutonio, non para usalo como combustible, senón, sobre todo, para fabricar armas nucleares, co risco que supón a multiplicación deste tipo de armas.

Accidentes nucleares

Three Mile Island

Three Mile Island é unha central nuclear de Estados Unidos na que en 1979 tivo lugar o peor accidente sufrido por un reactor nuclear nese país. O núcleo do reactor sufriu unha fusión parcial e grazas ao bo funcionamento do edificio protector só houbo un mínimo escape da perigosa radiactividade, que non causou danos de ningún tipo. Demostrouse que as medidas de seguridade das centrais ben construídas funcionan correctamente

Non obstante a situación foi perigosa e o receo da opinión pública fronte ás centrais nucleares aumentou moito como consecuencia dese accidente. Como contrapartida positiva, a raíz deste accidente incrementáronse as medidas de seguridade nas centrais e os seus arredores, incluíndo os plans de evacuación das áreas que rodean á central.

Chernobyl

Na central nuclear de **Chernobyl**, na antiga Unión Soviética, tivo lugar, o 26 de abril de 1986, o que foi o peor accidente que nunca aconteceu nunha planta nuclear. Ese día unhas explosións nun dos reactores nucleares botaron grandes cantidades de material radiactivo á atmosfera. Esta radiación non só afectou ás proximidades senón que se estendeu por grandes extensións do Hemisferio Norte, afectando especialmente os países da antiga URSS e os do Nordés de Europa.



*Intensidade da radiación en Europa como consecuencia do accidente de **Chernobyl***

Como consecuencia deste accidente moitas persoas sufriron **gravísimas** exposicións á radiactividade e moitos morreron e morrerán. Mais de 300 000 persoas tiveron que ser evacuadas dos arredores da central.

Para intentar paliar os efectos do accidente a central foi encapsular en 300 000 toneladas de formigón e varios edificios e grandes cantidades de chan tiveron que ser descontaminar.

Aínda que se fixeron grandes labores de limpeza toda esa zona ten que enfrontarse con grandes problemas a medio e longo prazo.

Entre o 15 e o 20% das terras agrícolas e dos bosques de Belorrusia están tan contaminados que non se poderán usar durante os próximos cen anos. Os casos de leucemia aumentaron notablemente e a saúde duns 350 000 ucraínos está sendo examinada continuamente para detectar o antes posible as moi probables secuelas da exposición a grandes doses de radiactividade.

Dous feitos tiveron especial influencia neste desastre. Por unha parte o deseño da planta, no que o reactor non está aloxado nun edificio protector e é moi inestable a baixa potencia. De feito estes reactores non se usan nos países occidentais pola súa falta de seguridade. Outro segundo punto foi a falta de capacitación científica e técnica dos responsables da central, que actuaron cunha irresponsabilidade increíble. Esta catástrofe, o mesmo que outros moitos desastres ambientais na antiga URSS e na súa área de influencia, están directamente relacionados cos graves defectos sociais, económicos e humanos do sistema comunista que ocultaba sistematicamente a verdade sobre a súa tecnoloxía e os riscos e danos de todo tipo, creando unha imaxe da realidade falsa e totalmente manipulada.

Enerxía hidroeléctrica

O aproveitamento da enerxía potencial acumulada na auga para xerar electricidade é unha forma clásica de obter enerxía. Arredor do 20% da electricidade usada no mundo procede desta fonte. É, polo tanto, unha enerxía renovable pero non alternativa, estritamente falando, porque se vén usando dende hai moitos anos como unha das fontes principais de electricidade.

A enerxía hidroeléctrica que se pode obter nunha zona depende das canles de auga e desniveis que teña, e existe, polo tanto, unha cantidade máxima de enerxía que podemos obter por este procedemento. Calcúlase que se se explotase toda a enerxía hidroeléctrica que o mundo enteiro pode dar, só se cubriría o 15% da enerxía total que consumimos. En realidade estase a utilizar arredor do 20% deste potencial, aínda que en España e en xeral nos países desenvolvidos, a porcentaxe de explotación chega a ser de máis do 50%.

Dende o punto de vista ambiental a enerxía hidroeléctrica é unha das máis limpas, aínda que isto non quere dicir que sexa totalmente inocua, porque os pantanos que hai que construír

supoñen un impacto importante. O pantano altera gravemente o ecosistema fluvial. Destrúense hábitats, modifícase o caudal do río e cambian as características da auga como a súa temperatura, grao de osixenación e outras. Tamén os pantanos producen un importante impacto paisaxístico e humano, porque con frecuencia a súa construción esixe trasladar pobos enteiros e sepultar baixo as augas terras de cultivo, bosques e outras zonas silvestres.

Os pantanos tamén teñen algúns impactos ambientais positivos. Así, por exemplo, foron moi útiles para algunhas aves acuáticas que substituíron os humedais costeiros que usaban para alimentarse ou criar, moitos dos cales desapareceron, por estes novos hábitats. Algunhas destas aves variaron mesmo os seus hábitos migratorios, buscando novas rutas de paso pola Península a través de determinados pantanos.

A construción de pantanos é cara, pero o seu custo de explotación é baixo e é unha forma de enerxía rendible economicamente. Ao formularse a conveniencia de construír un pantano non hai que esquecer que a súa vida é duns 50 a 200 anos, porque cos sedimentos que o río arrastra se vai enchendo pouco a pouco ata inutilizarse.

Enerxía solar

A enerxía que procede do sol é fonte directa ou indirecta de case toda a enerxía que usamos. Os combustibles fósiles existen grazas á fotosíntese que converteu a radiación solar nas plantas e animais das que se formaron o carbón, gas e petróleo. O ciclo da auga que nos permite obter enerxía hidroeléctrica é movido pola enerxía solar que evapora a auga, forma nubes e lévaas terra dentro onde caerá en forma de chuvia ou neve. O vento tamén se forma cando unhas zonas da atmosfera son quentadas polo sol en maior medida que outras.

O aproveitamento directo da enerxía do sol faise de diferentes formas:

a) Quentamento directo de locais polo sol

En invernadoiros, vivendas e outros locais, aprovéitase o sol para quentar o ambiente. Algúns deseños arquitectónicos buscan

aproveitar ao máximo este efecto e controlalo para poder restrinxir o uso de calefacción ou de aire acondicionado.

b) Acumulación da calor solar

Consegue paneis ou estruturas especiais colocadas en lugares expostos ao sol, como os tellados das vivendas, nos que se quenta algún fluído que se almacena a calor en depósitos. Úsase, sobre todo, para quentar auga e pode supoñer un importante aforro enerxético se temos en conta que nun país desenvolvido máis do 5% da enerxía consumida se usa para quentar auga.

c) Xeración de electricidade

Pódese xerar electricidade a partir da enerxía solar por varios procedementos. No sistema termal a enerxía solar úsase para converter auga en vapor en dispositivos especiais. Nalgúns casos úsanse espellos cóncavos que concentran a calor sobre tubos que conteñen aceite. O aceite alcanza temperaturas de varios centos de graos e con el quéntase auga ata ebulición. Co vapor xérase electricidade en turbinas clásicas. Con algúns dispositivos destes conséguense rendementos de conversión en enerxía eléctrica da orde do 20% da enerxía calirífica que chega aos colectores. A luz do sol pódese converter directamente en electricidade usando o efecto fotoeléctrico. As células fotovoltaicas non teñen rendementos moi altos. A eficiencia media na actualidade é dun 10 a un 15%, aínda que algúns prototipos experimentais logran eficiencias de ata o 30%. Por isto necesítanse grandes extensións se se quere producir enerxía en grandes cantidades.

Un dos problemas da electricidade xerada co sol é que só se pode producir durante o día e é difícil e cara para almacenar. Para intentar solucionar este problema estanse a investigar diferentes tecnoloxías. Unha delas usa a electricidade para disociar a auga, por electrólise, en osíxeno e hidróxeno.

Despois o hidróxeno úsase como combustible para rexenerar auga, producindo enerxía pola noite. A produción de electricidade por estes sistemas é máis cara, en condicións normais, que polos sistemas convencionais. Só nalgunhas situacións especiais compensa o seu uso, aínda que as tecnoloxías van avanzando rapidamente e no futuro poden xogar un importante papel na produción de electricidade.

En moitos países en desenvolvemento estanse a usar con grande aproveitamento nas casas ou granxas aos que non chega a subministración ordinaria de electricidade porque están moi lonxe das centrais eléctricas.

Enerxía eólica

Os muíños de vento usáronse dende hai moitos séculos para moer o gran, bombear auga ou outras tarefas que requiren enerxía. Na actualidade, sofisticados muíños de vento úsanse para xerar electricidade, especialmente en áreas expostas a ventos frecuentes, como zonas costeiras, alturas montañosas ou illas.

O impacto ambiental deste sistema de obtención de enerxía é baixo. É sobre todo estético, porque deforman a paisaxe, aínda que tamén hai que considerar a morte de aves por choque coas aspas dos muíños.

Enerxía de biomasa

A biomasa inclúe a madeira, plantas de crecemento rápido, algas cultivadas, restos de animais, etc. É unha fonte de enerxía procedente, en último lugar, do sol, e é renovable sempre que se use axeitadamente. A biomasa pode ser usada directamente como combustible. Arredor da metade da poboación mundial segue dependendo da biomasa como fonte principal de enerxía. O problema é que en moitos lugares se está a queimar a madeira e destruindo os bosques a un ritmo maior que o que se repoñen, polo que se están a causar graves danos ambientais: deforestación, perda de biodiversidade, desertización, degradación das fontes de auga, etc. Tamén se pode usar a biomasa para prepara combustibles líquidos, como o metanol ou o etanol, que logo se usan nos motores.

O principal problema deste proceso é que o seu rendemento é baixo: dun 30 a un 40% da enerxía contida no material de orixe pérdese na preparación do alcohol. Outra posibilidade é usar a biomasa para obter biogás. Isto faise en depósitos nos que se van acumulando restos orgánicos, residuos de colleitas e outros materiais que poden descompoñerse, nun depósito ao que se chama dixestor. Nese depósito estes restos fermentan pola acción dos microorganismos e a mestura de gases producidos pódense almacenar ou transportar para ser usados como combustible.

O uso de biomasa como combustible presenta a vantaxe de que os gases producidos na combustión teñen moito menor proporción de compostos de xofre, causantes da chuva ácida, que os procedentes da combustión do carbono. Ao ser queimados engaden

CO₂ ao ambiente, pero este efecto pódese contrarrestar con seménteas de novos bosques ou plantas que retiran este gas da atmosfera. Na actualidade estanse a facer numerosos experimentos con distintos tipos de plantas para aproveitar da mellor forma posible esta prometedora fonte de enerxía.

Enerxía dos océanos

Dos océanos pódese obter enerxía por varios procedementos. Así temos:

a) Mareas

As mareas poden ter variacións de varios metros entre a baixamar e a preamar. A maior diferenza dáse na Baía de Fundy (Nova Escocia) na que a diferenza chega a ser de 16 metros. Para aproveitar as mareas constrúense presas que pechan unha baía e reteñen a auga a un lado ou outro, deixándoa saír nas horas intermareais. En China, Canadá, Francia e Rusia hai sistemas deste tipo en funcionamento. Nunca poderá ser unha importante fonte de enerxía a nivel xeral porque poucas localidades reúnen os requisitos para construír un sistema deste tipo. Por outra parte a construción da presa é cara e alterar o ritmo das mareas pode supoñer impactos ambientais negativos nalgúns dos máis ricos e importantes ecosistemas como son os esteiros e as marismas.

b) Ondas

Desenvolvéronse diversas tecnoloxías experimentais para converter a enerxía das ondas en electricidade, aínda que aínda non se logrou un sistema que sexa economicamente rendible.

c) Gradientes de temperatura

A temperatura da auga é máis fría no fondo que na superficie, con diferenzas que chegan a ser de máis de 20° C. Nalgúns proxectos e estacións experimentais úsase auga quente da superficie para poñer amoníaco en ebulición e bombéase auga fría para refrixerar este amoníaco e devolveo ao estado líquido. Neste ciclo o amoníaco pasa por unha turbina xerando electricidade. Este sistema atópase moi pouco desenvolvido, aínda que se demostrou que se produce máis electricidade que a que se consume no bombeo da auga fría dende o fondo. Tamén é importante estudar o impacto ambiental que tería bombear tanta auga fría á superficie.

Enerxía xeotermica

A temperatura da Terra aumenta coa profundidade e pódese usar esa enerxía coas tecnoloxías apropiadas. Algúns países como Islandia ou Nova Zelandia utilizan moi eficazmente esta fonte de enerxía. Son países situados en zonas nas que a pouca profundidade hai temperaturas moi altas e unha parte importante das súas necesidades enerxéticas as obteñen desta fonte. Outros países están a aumentar o uso desta fonte de enerxía, aínda que a produción mundial segue sendo moi pequena. Dende o punto de vista ambiental a enerxía xeotermal ten varios problemas. Por unha parte a auga quente extraída do subsolo é liberada na superficie contaminando termicamente os ecosistemas, ao aumentar a súa temperatura natural. Por outra parte a auga extraída ascende con sales e outros elementos disoltos que contaminan a atmosfera e as augas se non é purificada.

Eficiencia enerxética. **Uso eficiente da enerxía.**

É imprescindible reducir a dependencia da nosa economía do petróleo e os combustibles fósiles. É unha tarefa urxente, segundo moitos dos estudosos do ambiente, porque a ameaza do cambio climático global e outros problemas ambientais son moi serios e porque, a medio prazo, non podemos seguir baseando a nosa forma de vida nunha fonte de enerxía non renovable que se vai esgotando. Ademais isto débemolo facer compatible, por un deber elemental de xustiza, con lograr o acceso a unha vida máis digna para todos os habitantes do mundo.

Para lograr estes obxectivos son moi importantes dúas cousas:

- Por unha parte aprender a obter enerxía, de forma económica e respectuosa co ambiente, das fontes alternativas das que falamos en páxinas anteriores.
- Pero máis importante aínda, é aprender a usar eficientemente a enerxía. Usar eficientemente a enerxía significa non a empregar en actividades innecesarias e conseguir facer as tarefas co mínimo consumo de enerxía posible. Desenvolver tecnoloxías e sistemas de vida e traballo que aforren enerxía é o máis importante para lograr un auténtico desenvolvemento, que se poida chamar sostible. Por

exemplo, pódese aforrar enerxía nos automóbiles, tanto construíndo motores máis eficientes, que empreguen menor cantidade de combustible por quilómetro, como con hábitos de condución máis racionais, como conducir a menor velocidade ou sen aceleracións bruscas.

Técnicas de aforro de enerxía

As luces fluorescentes, que usan a cuarta parte da enerxía que consumen as incandescentes; o mellor illamento nos edificios ou os motores de automóbil de baixo consumo son exemplos de novas tecnoloxías que influíron de forma moi importante no aforro de enerxía. Entre as posibilidades máis interesantes de aforro de enerxía están:

1. - coxeración

Chámase coxeración de enerxía a unha técnica na que se aproveita a calor residual. Por exemplo utilizar o vapor quente que salgue dunha instalación tradicional, como podería ser unha turbina de produción de enerxía eléctrica, para subministrar enerxía para outros usos. Ata agora o usual era deixar que o vapor se arrefriase, pero nesta técnica, coa calor que lle queda ao vapor quéntase auga, cocíñase ou úsase noutros procesos industriais.

Esta técnica emprégase cada vez máis en industrias, hospitais, hoteis e, en xeral, en instalacións nas que se produce vapor ou calor, porque supón importantes aforros enerxéticos e polo tanto económicos, que compensan os investimentos que hai que facer para instalala.

2. - Illamento de edificios

Pódese aforrar moita enerxía illando axeitadamente as vivendas, oficinas e edificios que necesitan calefacción ou aire acondicionado para manterse confortables. Construír un edificio cun bo illamento costa máis diñeiro, pero co tempo é máis económico porque aforra moito gasto de calefacción ou de refrixeración do aire.

En chalés ou casas pequenas medidas tan simples como plantar árbores que dean sombra en verán ou que corten os ventos dominantes en inverno, se demostrou que aforran entre un 15% a un 40% do consumo de enerxía que hai que facer para manter a casa comfortable.

3. -Aforro de combustible no transporte

En España, o transporte emprega algo menos da metade de todo o petróleo consumido no país. En todo o mundo os automóviles, especialmente, xunto aos demais medios de transporte, son os principais responsables do consumo de petróleo e da contaminación e do aumento de CO₂ na atmosfera. Por isto, calquera aforro de enerxía nos motores ou o uso de combustibles alternativos que contaminen menos, teñen unha gran repercusión.

As melloras no deseño aerodinámico dos automóviles, a súa diminución de peso e as novas tecnoloxías usadas nos motores permiten construír xa, automóviles que fan 25 km por litro de gasolina e se están a probar distintos prototipos que poden facer 40 km e máis por litro.

Tamén se están a construír interesantes prototipos de coches que funcionan con electricidade, con metanol ou etanol ou con outras fontes de enerxía alternativas que contaminan menos e aforran consumo de petróleo. Os coches eléctricos poden chegar a ser interesantes cando os seus custos e rendementos sexan competitivos, pero sempre que usen electricidade producidas por medios limpos. Se consumen electricidade producida nunha central térmica, xeran máis contaminación que un coche de gasolina. Por isto só interesan coches eléctricos que consuman electricidade producida con gas ou, mellor, con enerxía solar ou hidróxeno.

O uso de hidróxeno como combustible é especialmente interesante. Os científicos están a estudar o xeito de produci-lo con axuda de células fotovoltaicas a electricidade das cales se usa para descompoñer a auga por electrólise en hidróxeno e osíxeno. Despois o hidróxeno úsase como combustible no motor do coche. Volve unirse co osíxeno nunha reacción que produce moita enerxía, pero que non contamina practicamente nada pois rexenera vapor de auga, non forma CO₂ nin óxidos de xofre, e os poucos óxidos de nitróxeno que se forman son doados de controlar. Por agora construíronse algúns prototipos, pero aínda os seus custos e as súas prestacións non son suficientemente bos para comercializalos.

Sen dúbida, o futuro do transporte irá por combustibles alternativos e motores que consuman menos, pero ademais do avance tecnolóxico, é necesario que a lexislación favoreza a implantación dos novos modelos.

4. - Industrias e reciclaxe

Nos países industriais a industria utiliza entre a cuarta parte e un terzo do total de enerxía consumido no país. Nos últimos anos notouse un notable avance na redución do consumo de enerxía por parte das industrias. As empresas decatáronse de que unha das maneiras máis eficaces de reducir custos e mellorar os beneficios é usar eficientemente a enerxía.

Reciclar as materias primas é unha das maneiras máis eficaces de aforrar enerxía. Aproximadamente as tres cuartas partes da enerxía consumida pola industria úsase para extraer e elaborar as materias primas. Se os metais se sacan da ferralla só necesítase unha fracción da enerxía empregada para extraelos dos minerais. Así por exemplo, reciclar o aceiro emprega só o 14% da enerxía que se usaría para obtelo do seu mineral. E no caso do aluminio a enerxía empregada para reciclalo é só a 5% da que se usaría para fabricalo novo.

Aforro de enerxía no mundo

Nos países desenvolvidos, o consumo de enerxía nos últimos vinte anos, non só non creceu como se previra, senón que diminuíu. As industrias fabrican os seus produtos empregando menos enerxía; os avións e os coches consumen menos combustible por quilómetro recorrido e gasta menos combustible na calefacción das casas porque os illamentos son mellores. Calcúlase que dende 1970 á actualidade se usa un 20% de enerxía menos por persoa, de media, na xeración da mesma cantidade de bens. En cambio nos países en desenvolvemento, aínda que o consumo de enerxía por persoa é moito menor que nos desenvolvidos, a eficiencia no uso de enerxía non mellora. Sucede isto, entre outros motivos, porque moitas veces as tecnoloxías que implantan son anticuadas.