

## **Unidade: Recursos hídricos, enerxéticos e minerais**

### **1.- Recursos hídricos**

**1.1. Concepto e tipos de recursos hídricos**

**1.2. Usos e xestión da auga**

**1.3. Medidas para unha axeitada xestión da auga**

### **2.- Recursos enerxéticos**

**2.1. Conceptos de enerxía e sistema enerxético**

**2.2. Fontes primarias de enerxía**

**2.3. Tipos de recursos enerxéticos**

**2.4. Recursos enerxéticos non renovables:**

**2.4.1. Combustibles fósiles: carbón, petróleo e gas natural**

**2.4.2. Enerxía nuclear de fisión**

**2.5. Recursos enerxéticos renovables**

**2.5.1. Enerxía hidráulica**

**2.5.2. Enerxías alternativas: solar, eólica, xeotérmica, da biomasa, mareomotriz, hidróxeno como combustible e fusión nuclear.**

**2.6. Uso eficiente da enerxía**

### **3.- Recursos minerais**

**3.1. Recursos minerais metálicos**

**3.2. Recursos minerais non metálicos**

**3.3. Impactos ambientais da minería**

## Unidade: Recursos hídricos, enerxéticos e minerais

**Introdución:** Se clasificamos os recursos naturais segundo a súa natureza, podemos diferenciar os seguintes tipos:

- Recursos edáficos (solo)
- Recursos biolóxicos (pesca, agricultura, gandería e forestais)
- Recursos paisaxísticos
- Recursos hídricos
- Recursos enerxéticos (renovables e non renovables)
- Recursos minerais (materias primas, metais)

Nesta unidade trataremos os tres últimos grupos de recursos (hídricos, enerxéticos e minerais), así como os seus usos e impactos

### 1.- Recursos hídricos

**1.1. Concepto e tipos de recursos hídricos:** a auga é o recurso natural máis básico e imprescindible. Os recursos hídricos están constituídos *por auga doce continental superficial e subterránea* e, en menor medida auga do mar, dunha determinada zona xeográfica, xeralmente unha cunca hidrolóxica.

Neste punto, temos que recordar que do total de auga terrestre, menos do 3% é auga doce continental, a maioría da cal forma glaciares e auga subterránea, e da que so o 1% é facilmente accesible ao constituír ríos ou lagos.

A escala planetaria, a auga é un recurso suficiente que se renova polo seu ciclo, o ciclo hidrolóxico, pero determinados factores fan que sexa un ben escaso e limitado en moitas rexións. Estes factores son:

- *a dispoñibilidade natural de auga depende do clima e do tipo de terreo, e non coincide coa zonas de máis consumo, que son grandes cidades e áreas industriais dos países desenvolvidos, polo que a demanda non está relacionada coa dispoñibilidade natural.*
- *o consumo de auga creceu de forma exponencial nas últimas décadas, a causa do aumento da poboación e do maior consumo para novos usos derivados do desenvolvemento económico.*
- *a contaminación da auga supón a perda deste recurso en moitas rexións.*
- *aprovéitanse pouco as posibilidades de reciclado e reutilización de auga*
- *a xestión da auga realízase como se fora como un recurso ilimitado*

**1.2. Usos e xestión da auga:** Diferenciamos entre uso consuntivo e non consuntivo.

<b>a) consuntivo:</b> a auga é extraída do medio natural e o seu uso reduce a cantidade e/ou calidade da auga	agropecuario
	urbano ou doméstico
	industrial
<b>b) non consuntivo:</b> non se extrae do medio natural e o seu uso non reduce a calidade nin a cantidade, polo que pode reutilizarse	enerxético
	ecolóxico ou ambiental
	recreativo e de transporte

#### a) Usos consuntivos:

- *Agropecuaria:* auga consumida en agricultura e gandería.
- *Urbano ou doméstico:* abastecemento de poboacións, comercios e servizos.
- *Industrial:* uso moi variado, como materia prima e para refrixeración. As industrias que máis auga gastan son as químicas, de aceiro, celulosas, alimentaria e petrolíferas.

#### b) Non consuntivos:

- *Enerxético:* auga dos encoros para producir enerxía eléctrica
- *Ecolóxico ou ambiental:* humedais como ecosistemas de gran valor pola súa fauna e flora e como reguladores do clima local.

- *Recreativo e de transporte*: uso de ríos, lagos, encoros e mananciais termais para ocio, deporte e saúde, así como para a navegación e comunicación.

*Diferentes usos da auga por sectores, a escala mundial:*

Hai unha gran diferenza segundo o desenvolvemento económico, tanto no total de auga consumida como na distribución sectorial. Así temos:

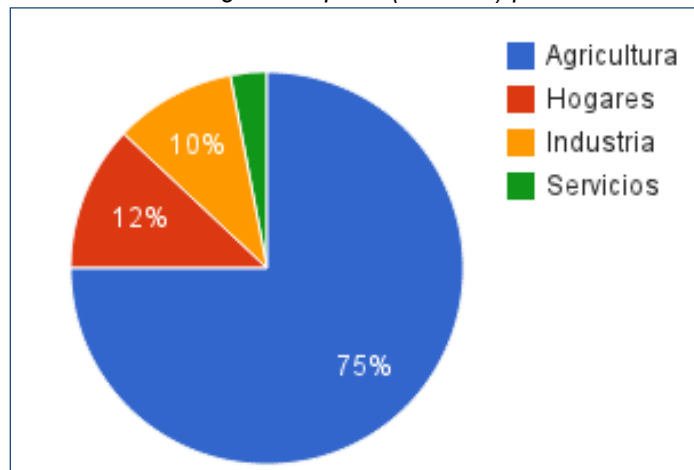
a) en países ricos		b) en países pobres	
agricultura - gandaría	60-70%	agricultura - gandaría	90% total
industria e minaría	30-20%	industria e minaría	5%
doméstico	10%	doméstico	5%

Os principais problemas do uso da auga derivan dunha mala xestión porque se utiliza coma se fose un recurso ilimitado, ademais mentres os países desenvolvidos, malgastan auga, a poboación de países pobres carece do *mínimo vital* que se estima en 80 litros por persoa e día para garantir unha boa calidade de vida, e mesmo gran parte da poboación mundial non ten acceso á auga potable, producindo numerosas mortes por enfermidades infecciosas (cólera, tifo, disenterías ou hepatite).

Podemos apreciar este diferente consumo, na seguinte táboa:

EE.UU	523 litros / persoa e día
Xapón	284
España	150
India	25
Sudán	19
Madagascar	<5

*A demanda de auga en España (hm<sup>3</sup>/ano) por sectores é:*



**1.3. Medidas para unha axeitada xestión da auga.**

Unha boa xestión debe racionalizar o consumo, evitar unha demanda excesiva, reducir as perdas na distribución e minimizar a contaminación que inutiliza os recursos hídricos. Deste xeito, propoñemos as seguintes *medidas de aforro e racionalización do consumo*, que clasificamos en tres apartados:

**a) Xerais:**

- protección de ríos, lagos, torrentes e acuíferos da contaminación,
- promover a reciclaxe da auga xa que multiplica o uso e diminúe a extracción
- protección de bosques que evitan as perdas e regulan o ciclo da auga
- regular a explotación de acuíferos profundos que non son renovables porque se formaron hai millóns de anos e se están a explotar de forma imprudente.

### b) Por sectores:

- Agricultura: o principal problema é a conversión de zonas de seca en regadíos, que gastan máis auga, e os sistemas de rego empregados son pouco eficientes neste clima: o rego por inundación produce perdas por infiltración e o rego por aspersión por evaporación. Outro impacto é o abuso de fertilizantes e pesticidas.

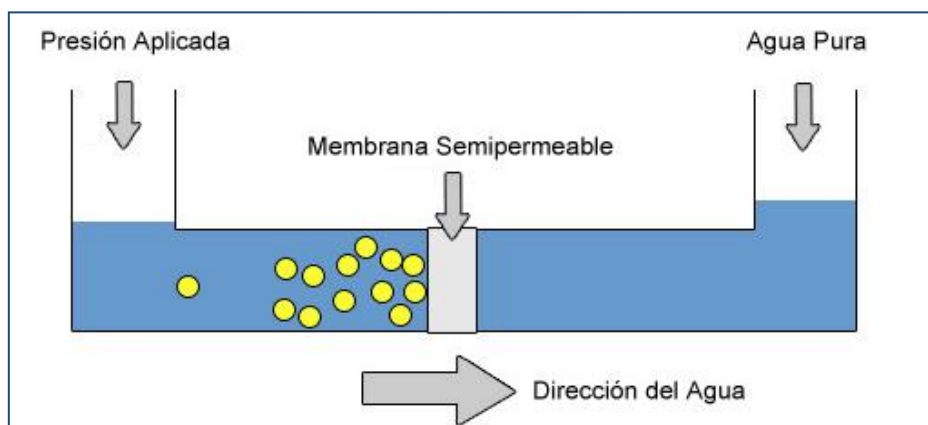
Medidas concretas de aforro: *fomentar a agricultura de acordo ao clima, mellorar as técnicas de rego (por goteo ou microirrigación), reducir o uso de pesticidas e fertilizantes* ou substituílos por abonos orgánicos e depredadores naturais.

- A industria consume grandes cantidades de auga, e contamina de forma diversa: contaminación térmica, radioactiva, metais pesados, substancias sintéticas ...  
Medidas recomendadas: *regular a produción obrigando a utilizar procesos de fabricación de baixo consumo e de reciclado de auga*, así como *limitar de forma severa todo tipo de verteduras e emisións*.
- No sector urbano é necesario *concienciar a poboación para que considere a auga un ben limitado* pechando a billa, evitar perdas por goteo, ducha en vez de baño, dosificadores na cisterna, uso de electrodomésticos de baixo consumo, substituír o céspede por especies autóctonas, non construír instalacións de alta demanda en zonas áridas (campos de golf) e garantir a depuración de augas residuais.

### c) Medidas de carácter técnico:

A crecente demanda supón realizar grandes obras que garantan a subministración en zonas deficitarias. Estas obras deben estar claramente xustificadas xa que son custosas e producen importantes impactos, ao alterar o ciclo da auga. Son:

- Encoros: a súa construción serve para regular o caudal dos ríos e controlar as enchentes, así como garantir o abastecemento a cidades, industria e agricultura, producir enerxía hidroeléctrica e permite o uso recreativo. Alteran a dinámica fluvio-mariña e inundan o territorio desprazando a poboación.
- Actuacións en curso de ríos para facilitar a circulación de auga como recuperar pendentes ou a mellora do bosque de ribeira que estabiliza as marxes e axuda ao control de inundacións.
- Transvasamentos: consiste en exportar auga dende cuncas hidrográficas excedentes ás deficitarias mediante un sistema de canles, e produce impactos sociais e ambientais, pois non garante o caudal ecolóxico dos ríos que exportan auga e favorecen a propagación de especies invasoras.
- Desalación da auga mariña: obtención de auga potable a partir de auga do mar. Consume moita enerxía, polo que so é útil en zonas áridas da costa (Almería, Murcia, Alicante e Canarias). Hai varios procedementos, dos que destaca a *ósmose inversa*, mecanismo que utiliza membranas semipermeables a alta presión capaces de reter os sales, dando como resultado auga desalgada que será aproveitable, e un residuo salino, cuxos vertidos alteran as pradarias submarinas.



- Control de acuíferos: os depósitos de auga subterránea esgótanse por sobreexplotación para a agricultura, provocando a redución do caudal de ríos e das zonas húmidas que alimentan, e na costa poden dar lugar a fenómenos de intrusión salina. O problema é maior cando se esgotan acuíferos fósiles moi profundos e sen recarga.

## 2.- Recursos enerxéticos: renovables e non renovables.

### 2.1. Conceptos de enerxía e sistema enerxético

A sociedade humana basea o seu funcionamento no uso da enerxía, de maneira que o consumo enerxético se considera un índice de desenvolvemento e benestar.

Definimos *enerxía* como a capacidade de producir traballo. Podemos considerar ao Sol como o verdadeiro motor enerxético do noso planeta, xa que a enerxía solar ao fluír pola Terra é a responsable dos procesos xeolóxicos externos, é fonte de vida e dá orixe directa ou indirectamente á maior parte dos recursos enerxéticos, xa que so as enerxías nuclear e xeotérmica derivan da enerxía interna terrestre.

*Sistema enerxético* é o conxunto de procesos realizados sobre a enerxía dende as súas fontes orixinarias (enerxía primaria) ata os seus usos finais. Consta de:

- a) Captura ou extracción de enerxía do medio natural. Chámase enerxía primaria á enerxía natural que debe ser transformada antes de poder ser utilizada. Exemplos: perforación pozo de petróleo / extracción carbón
- b) Transformación, para converter a enerxía primaria en enerxía secundaria ou útil. Exemplos: refinaría de petróleo / central térmica para obter electricidade.
- c) Distribución ou transporte da enerxía secundaria ata as zonas de uso. Exemplos: transporte de gasolina / liñas de alta tensión
- d) Utilización ou consumo da enerxía secundaria para producir traballo útil. Exemplos: uso automóbil / uso electrodomésticos

Denomínase *convertedor* a un compoñente do sistema enerxético que permite a transformación dunha forma de enerxía noutra para facilitar o seu transporte e uso. Exemplos: presa, caldeira ou motor.

Outros conceptos relacionados son:

*Calidade da enerxía*: capacidade de producir traballo útil por unidade de masa ou volume; as enerxías máis concentradas (carbón ou petróleo) son de maior calidade fronte ás máis dispersas, que son de baixa calidade aínda que sexan abundantes, como por exemplo a calor almacenada no mar.

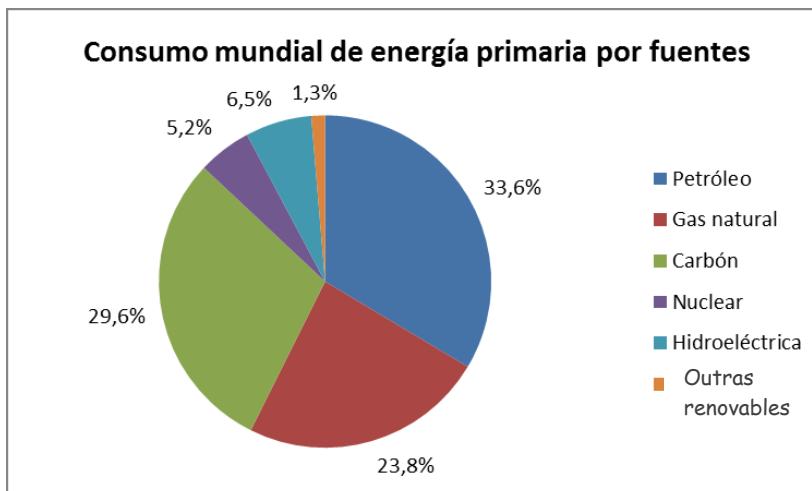
*Rendemento enerxético*: a relación entre enerxía subministrada ao sistema e a enerxía obtida, expresada en %. Sempre é menor do 100% polas perdas.

*Custo enerxético*: é o prezo que pagamos polo consumo de enerxía, onde hai que incluír os custos ocultos asociados a construción, mantemento e desmantelamento, así como os impactos ambientais asociados.

### 2.2. Fontes primarias de enerxía.

Son os recursos naturais dos que se extrae a enerxía. Se observamos a gráfica de consumo enerxético mundial, comprobamos que os *combustibles fósiles* (carbón, petróleo e gas natural) *son a fonte máis utilizada (87%)*, situación que orixina problemas porque son recursos non renovables, que poden esgotarse e que orixinan graves impactos ambientais, polo que no futuro espérase aumentar o uso de enerxías renovables e de menor impacto. É interesante destacar que as enerxías máis utilizadas (combustibles fósiles e hidráulica) proceden directa ou indirectamente da enerxía solar (fotosíntese e ciclo auga).

Consumo enerxético mundial:



Por outra banda hai unha grande desigualdade entre países, tanto no total consumido como nos recursos máis usados. Así, os países ricos co 30% da poboación consumen o 80% da enerxía, e os pobres usan máis a enerxía da biomasa (leña)

2.3. Tipos de recursos enerxéticos: podemos clasificar os recursos enerxéticos atendendo a súa capacidade de renovación, e ao seu uso actual ou futuro, tendo:

	a) Non renovables	b) Renovables
<b>Energías convencionales (uso actual)</b>	Combustibles fósiles: (carbón, petróleo, gas) Energía nuclear (fisión)	Energía hidráulica
<b>Energías alternativas (futuras)</b>	NON	Energía solar, Energía eólica, Energía mareomotriz, Energía xeotérmica, Biomasa e outras

**a) Os recursos enerxéticos non renovables** son recursos orixinados mediante procesos xeolóxicos moi lentos ao longo de millóns de anos, polo que non se rexeneran tras o seu consumo, sendo *recursos naturais de orixe xeolóxica limitados*. Xeralmente son "enerxías sucias" que producen impactos ambientais e residuos, e adoitan estar concentradas nalgúns zonas polo que son de boa calidade pero crean dependencias exteriores. Son os combustibles fósiles e a enerxía nuclear de fisión.

**b) Os recursos enerxéticos renovables** rexenéranse en ciclos curtos polo que *poden considerarse inesgotables, ou potencialmente renovables*, se o seu consumo non é superior á taxa de renovación.

Adoitan producir menos impactos ambientais, polo que se consideran case todas, enerxías limpas. A maioría son enerxías autóctonas polo que diminúen a dependencia externa e permiten diversificar o uso da enerxía ao ser aproveitada de varias formas.

Así mesmo, presentan inconvenientes como ser fontes de enerxía *irregulares* ou non permanentes, poden ser *difíciles de acumular* (solar, eólica) e o seu uso actual soe estar restrinxido, sendo a enerxía hidráulica a única enerxía renovable de uso estendido na actualidade (renovable convencional).

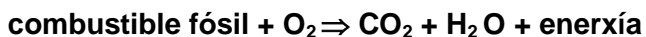
O resto das enerxías renovables como a enerxía solar, eólica, da biomasa, xeotérmica, mareomotriz e outras, son alternativas, na medida que se consideran como enerxías con maior proxección futura que actual.



## 2.4. Recursos enerxéticos non renovables:

### 2.4.1. Combustibles fósiles: Carbón, petróleo e gas natural

Principal fonte de enerxía actual, son recursos non renovables que producen impactos como o incremento do *efecto invernadoiro* ao emitir CO<sub>2</sub>. Producen enerxía mediante combustións:



- **Carbón:** Recurso enerxético non renovable, do grupo dos combustibles fósiles, que se considera unha rocha sedimentaria orgánica porque se forma a partir de *restos vexetais* que, tras rápido enterramento en medios sen osíxeno, son transformados por bacterias anaerobias en C + CH<sub>4</sub> + CO<sub>2</sub>.

Os gases formados como metano e dióxido de carbono acumúlanse nas gretas das rochas e libéranse durante a extracción, constituíndo un perigo para os labores mineiros (son moi explosivos e chámaselles xenericamente grisú).

Os ambientes onde se forma carbón son pantanos, lagoas ou deltas, e distinguimos catro tipos en función da súa antigüidade e riqueza en Carbono (C), de maneira que canta máis antigo sexa o carbón, maior será a porcentaxe de C e o seu poder calorífico. Son: **antracita** (90% de C), **hulla** (80%), **lignito** (70%), **turba** (50%).

En España destacamos dous tipos de cuncas de carbón: de antracita – hulla, en terreos paleozoicos de Asturias, León e Serra Morena, e de lignito en terreos terciarios de Cataluña, Teruel e Galicia (As Pontes, Meirama).

A explotación de lignito é máis contaminante ao ser máis impuro, porque ademais de emitir CO<sub>2</sub>, como todos os combustibles, orixina óxidos de S e N, precursores da choiva ácida. A turba é un carbón recente, que se forma en marismas e turbeiras e se utiliza como abono, xa que posúe pouco poder enerxético.

#### *Explotación e usos do carbón:*

O carbón extráese mediante minas subterráneas e a ceo aberto. A minaría subterránea ten menos impactos, pero é máis custosa e produce máis riscos sociais (accidentes, enfermidades como a silicose). A extracción a ceo aberto, en depósitos menos profundos, é máis rendible, pero ten máis impactos ambientais e paisaxísticos.

A maioría do carbón utilízase en *centrais térmicas para producir electricidade (enerxía termoeléctrica ou térmica)*: coa calor xerada na combustión se obtén vapor de auga que fai xirar unhas turbinas conectadas a un xerador eléctrico. Outros usos son a siderurxia de fundición, destilación para obter gas cidade e materia prima para plásticos e fibras sintéticas.

*Galicia é a principal produtora de enerxía termoeléctrica de España (Centrais Térmicas de Ás Pontes, Meirama e Sabón)*. Ata 2008 utilizaban unha mestura de lignito das propias minas galegas e hulla importada, para reducir as emisións, e tras o peche das minas de lignito, utilizan a hulla.

#### *Vantaxes e inconvenientes do uso do carbón:*

##### Vantaxes:

- Trátase dunha enerxía de alta calidade por ser unha enerxía concentrada
- A súa explotación permite outros usos (siderurxia, materias primas)
- Contribúe ao desenvolvemento económico das zonas ricas en depósitos

##### Inconvenientes:

- Recurso non renovable
- Graves impactos ambientais, ao ser unha enerxía sucia, que orixina:
  - Contaminación atmosférica (smog, efecto invernadoiro, choiva ácida)
  - Impacto paisaxístico, maior nas minas a ceo aberto

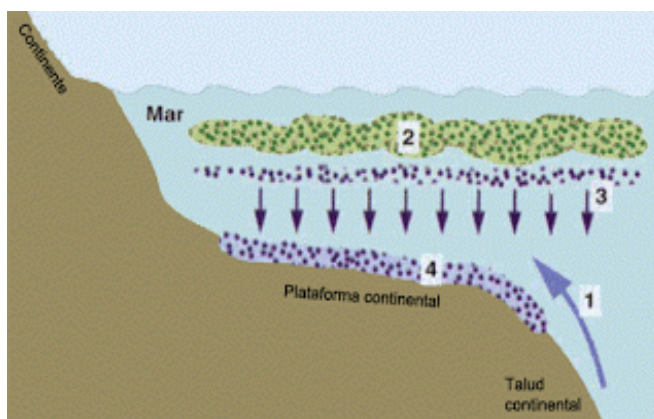
- Produce residuos (entulleiras de estériles)
- Contaminación do solo e de augas superficiais e subterráneas
- Contaminación acústica
- Importantes impactos sociais (accidentes e enfermidades profesionais).

- **Petróleo:** Recurso enerxético non renovable do grupo dos combustibles fósiles. Representa o 34% do consumo mundial. É un líquido verdoso, menos denso que a auga, formado por unha mestura de hidrocarburos líquidos, sólidos e gasosos.

Considérase unha rocha sedimentaria de orixe orgánico: *transformación bacteriana do plancto mariño enterrado en ambientes carentes de osíxeno*.

O proceso comeza en mares con condicións favorables para o crecemento masivo de plancto, que ao morrer se acumula no fondo en condicións anóxicas, mesturado con sedimentos arxilosos, dando lugar a un barro escuro que vai ser *fermentado pola acción de bacterias anaerobias*.

É o *sapropel* ou materia prima do petróleo.



A *maduración posterior*, a causa de altas presións e temperaturas, vai orixinar á mestura de hidrocarburos que forma o *petróleo*, á vez que as arxilas se compactan e forman unha rocha tipo lousa ou xisto (*rocha nai* do petróleo).

Unha vez formado, o petróleo migra cara zonas superiores, a causa da súa baixa densidade, ata que atopa unha barreira xeolóxica que sella o xacemento (falla, rocha impermeable, domo de sal, arrecife) e impide a súa perda. É unha **trampa petrolífera**, onde o petróleo se atopa enchendo os poros e gretas dunha *rocha almacén*, selado pola barreira xeolóxica e situado entre auga salgada, por baixo, e gas natural a presión, na parte superior.

Mediante prospeccións localízanse os depósitos e a explotación vai resultar doada, xa que adoita saír á presión tras a perforación, ou ben se extrae por bombeo. Os principais produtores son Oriente Medio, Mar do Norte, Venezuela, México e USA.





O transporte de petróleo cru realízase mediante barcos petroleiros e oleodutos, sendo o tráfico comercial mundial máis importante. Logo, procédese ao refinado ou destilación fraccionada, proceso que separa os distintos compoñentes, segundo o seu punto de ebulición. A cada compoñente aplícaselle o tratamento que requira, segundo vemos na táboa:

hidrocarburo	estado	produtos	usos
cadea longa	sólido	parafinas, vaselinas, alcatráns	plásticos, lubricantes, asfaltado
cadea media	líquido	queroseno, gasolina, gasóleo, fuel	automoción, centrais térmicas
cadea curta	gasoso	butano, propano, metano	calefacción, cociña

*Vantaxes e inconvenientes do uso do petróleo:*

As vantaxes son similares ás do carbón, xa que,

- É unha enerxía de alta calidade ao estar concentrada
- Permite outros usos ademais do enerxético (plásticos, lubricantes, asfaltado)
- Contribúe ao desenvolvemento económico das zonas con depósitos.

Inconvenientes:

- Trátase dun recurso non renovable
- O seu uso supón un forte dependencia externa
- Produce graves impactos ambientais, ao ser unha enerxía sucia, concretamente:
  - Contaminación atmosférica por emisión de fumes, cinzas, CO<sub>2</sub> e óxidos de S e N (smog, choiva ácida, efecto invernadoiro e cambio climático)
  - Riscos de accidente nos procesos de extracción, transporte e tratamento, destacando o risco de *marea negra* (coas consecuencias asociadas)
  - Riscos sociais derivados de accidentes ou escapes.

- **Gas natural:** recurso enerxético non renovable do grupo dos combustibles fósiles. Mesma orixe e tipo de xacementos que o petróleo, onde se sitúa na parte superior. Formado por unha mestura de gases como metano, propano, butano e hidróxeno.

Tras a súa extracción transportase por gasodutos ou barcos metaneiros e úsase como fonte de calor en cociñas, calefacción e para producir electricidade en centrais térmicas, so ou mesturado con carbón. As novas centrais de ciclo combinado con turbina de gas e turbina de vapor son máis eficientes que as tradicionais.

Importantes produtores son Alxeria, Bolivia, Venezuela, Noruega, Ucraia e Rusia.

Vantaxes:

- É unha enerxía de alta calidade
- *Menor impacto ambiental que outros combustibles fósiles* porque so libera CO<sub>2</sub> e auga, non forma fumes, nin cinzas nin óxidos de S, polo que non orixina choiva ácida nin smog, pero si efecto invernadoiro (non é unha enerxía limpa).
- Doadá extracción (emerxe ao perforar o depósito)
- Maior facilidade de transporte que outros combustibles fósiles
- Depósitos máis estendidos
- Maior poder calorífico que carbón e petróleo

Os seus inconvenientes serían:

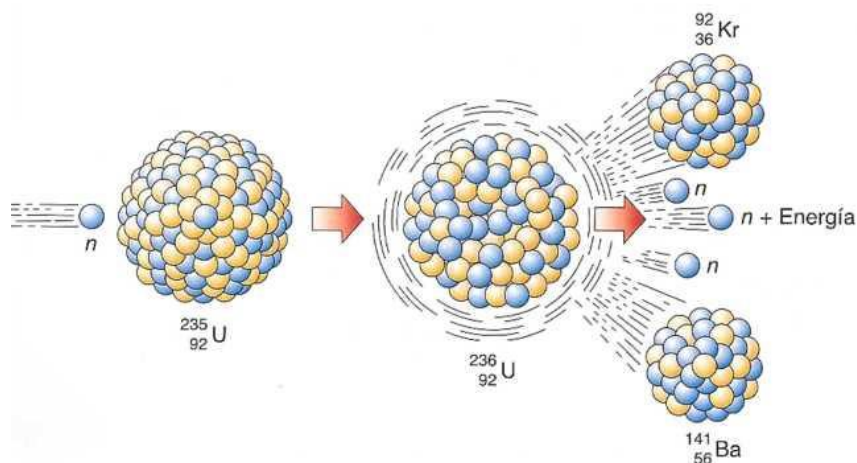
- Recurso non renovable
- Dependencia externa
- Produce impactos ambientais: *efecto invernadoiro* por emisión de CO<sub>2</sub> e polo tanto *induce ao cambio climático*.
- Riscos derivados de accidentes.

Este tipo de enerxía ten maior proxección futura que o carbón e petróleo, e preténdese convertela en **enerxía alternativa de transición**, isto é, aumentar o seu uso mentres non estean completamente desenvolvidas tecnoloxicamente as enerxías renovables limpas, por ser menos contaminante que os outros combustibles fósiles, pero non pode ser a solución definitiva porque se trata dun recurso limitado e que emite gases invernadoiro, como o CO<sub>2</sub>, principal gas responsable do cambio climático.

#### 2.4.2. Enerxía nuclear de fisión:

É a enerxía producida nas reaccións nucleares, sendo a fonte de enerxía máis polémica polos graves impactos que produce. Outro tipo de reacción nuclear é a fusión nuclear, que veremos noutro apartado (renovables).

Na Fisión nuclear átomos de elementos radioactivos como Uranio e Plutonio son bombardeados por neutróns (n) e divídense en dous elementos máis lixeiros producindo moita enerxía, e novos neutróns que amplifican o proceso dando lugar a unha **reacción en cadea**:



A enerxía libérase segundo a ecuación de Einstein, onde **E** é enerxía, **m** a masa, **c** é a velocidade da luz:  $E = m \cdot c^2$

Se o proceso se realiza de forma súbita ten lugar unha explosión nuclear ou bomba atómica, pero se se fai de forma controlada nun *reactor nuclear*, é posible utilizar esta enerxía para producir electricidade. Temos unha central nuclear.

A forma de controlar a reacción en cadea é mediante elementos moderadores que absorben neutróns, para ralentizar o proceso (normalmente grafito ou auga pesada).

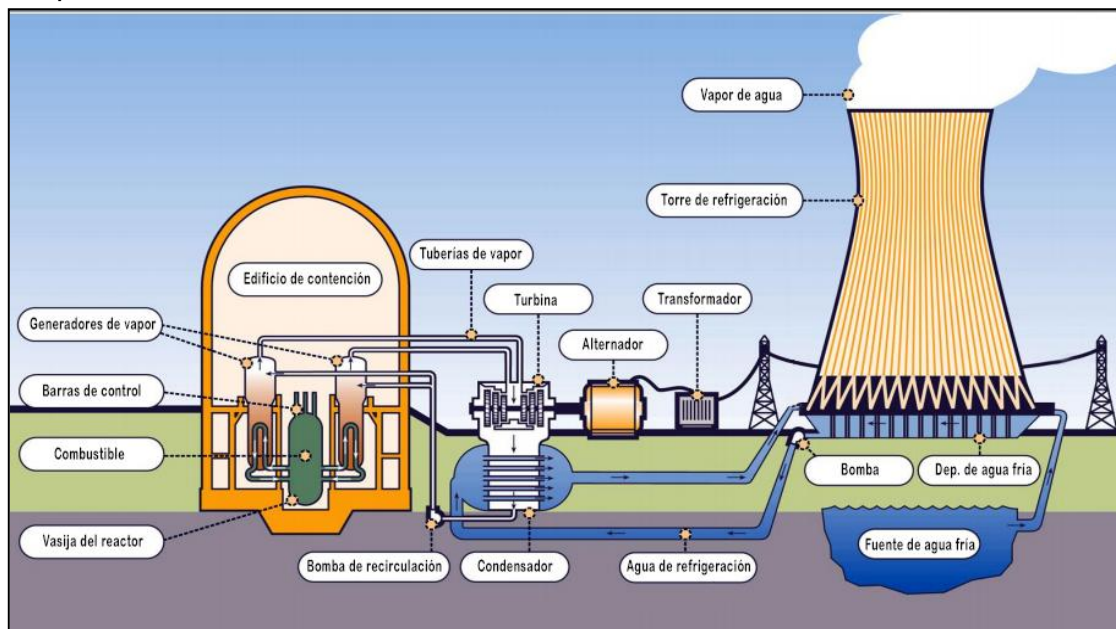
Unha central nuclear consta de:

- Reactor nuclear onde se producen as reaccións nucleares
- Elementos de control ou moderadores da reacción nuclear
- Circuito de refrixeración: extrae a calor do reactor para producir vapor de auga que moverá unhas turbinas conectadas a xeradores eléctricos. O refrixerante máis utilizado é a auga e normalmente adóitase utilizar varios circuitos independentes por seguridade.

O combustible nuclear está formado por *minerais de uranio*, que son escasos e conteñen pouca cantidade do isótopo que se necesita, o U<sup>235</sup> (<0,7%), polo que se procesa para enriquecelo e engádeselle Plutonio, que mellora a eficiencia. En poucos anos, a cantidade de U<sup>235</sup> no combustible nuclear esgótase, sendo insuficiente para manter a reacción, polo que se retira e garda provisionalmente na propia central, que se converten así en almacéns de residuos perigosos

Parte destes residuos radioactivos pódense reutilizar tras o tratamento oportuno, pero o resto deposítase finalmente en zonas especiais, os depósitos permanentes ou cemiterios nucleares, onde permanecerán activos centenas ou miles de anos.

*Esquema dunha central nuclear:*



*Vantaxes e inconvenientes da enerxía nuclear:*

- Vantaxes: na década dos anos 50 creuse que a enerxía nuclear ía ser a panacea do futuro sobre todo por ser *barata e non desprender gases contaminantes* (non libera  $\text{CO}_2$  nin óxidos de S, polo que *non produce efecto invernadoiro nin choiva ácida*), e o Uranio ten ademais un alto poder enerxético,  $10^6$  superior ao petróleo.

- Inconvenientes como a *baixa rendibilidade*, vida útil de 40 anos, dependencia exterior, e uso de minerais de uranio *non renovables* e escasos, son importantes pero de menor alcance que os derivados dos seus posibles impactos postos de manifesto tras os accidentes de Three Miles Islands (USA), Chernobyl en 1986 (300.000 vítimas), e Fukushima (Xapón), que cambiaron a perspectiva sobre esta enerxía ao pasar a considerarse *non segura e perigosa*, polo que moitos países restrinxiron o seu uso, con excepcións como Francia o país da UE que máis utiliza esta fonte de enerxía.

Estes impactos de maior gravidade son:

- *contaminación térmica* da auga de ríos ou do mar, utilizada na refraxeración;
- *contaminación radioactiva da auga, aire e solo*, que é duradeira, perigosa e transfronteiriza, a emisión de radiación por escapes accidentais ou sabotaxes, produce graves danos aos seres vivos a causa do seu *poder mutaxénico* ou capacidade para producir mutacións nos xenes que provocan enfermidades como leucemia, cancro e risco de malformación nas xeracións futuras.
- *almacenamento de residuos nucleares*: o problema dos residuos o está sen solucionar, non hai garantías de seguridade porque permanecen activos centenas ou miles de anos.

Os residuos radioactivos poden ser:

- de vida media curta ou longa (>30 anos)
- de baixa ou media actividade, os utilizados en medicina e investigación, e de alta actividade, utilizados en centrais e probas nucleares.

Ata 1982 os residuos nucleares europeos de baixa e media actividade foron enterrados nunha depresión do fondo mariño, a foxa atlántica, a 300 millas de Galicia, dentro de bidóns sen ningún tipo de control.

Moitos países utilizan *depósitos de seguridade permanente (cemiterios nucleares)*, que son lugares con especiais condicións xeolóxicas: *áreas profundas, non sísmicas, sen fracturas e sen auga subterránea* (macizos graníticos, minas de sal abandonadas), onde se illan os residuos mediante barreiras para evitar a súa dispersión no medio.

En España quedan varias centrais en activo (Ascó, Trillo...) que producen ata un 15% da electricidade e outras se pecharon por obsoletas, e de vez en cando teñen lugar “incidentes” ou avarías. A moratoria nuclear impide a construción doutras novas.

España non designou aínda o seu almacén definitivo, e mesmo se valora non construílo e almacenar todos os residuos nun único lugar (Depósito Temporal Centralizado). Mentres, son gardados de forma provisional en piscinas nas propias centrais e os de baixa actividade lévanse ao depósito de El Cabril en Córdoba.

A pesar do seu potencial perigo, o tema da enerxía nuclear volve estar de actualidade, pois os seus partidarios a destacan como solución para frear o cambio climático xa que non produce emisións de CO<sub>2</sub>, e os detractores resaltan os graves riscos da enerxía nuclear e o problema sen solución actual dos residuos radioactivos, propoñendo potenciar o uso das enerxías renovables. O debate está na sociedade.

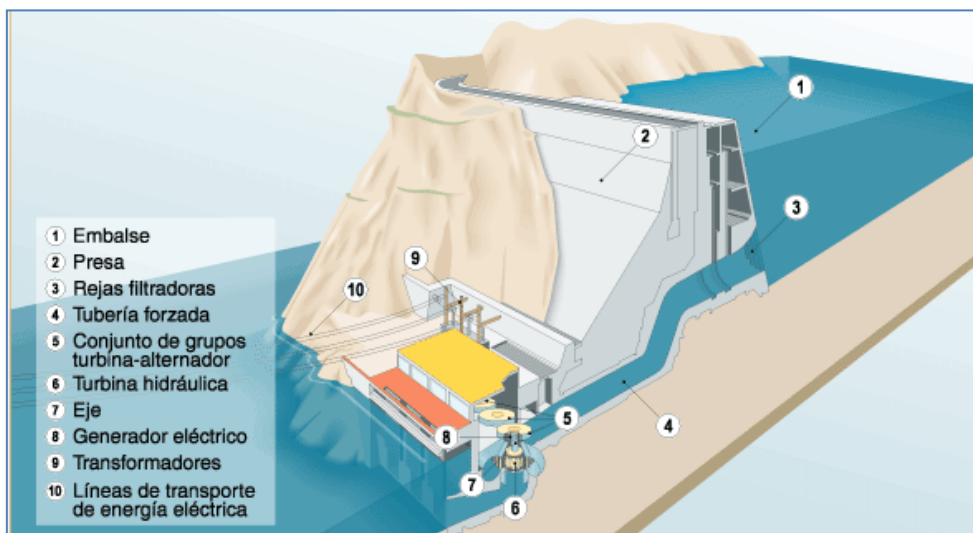
## 2.5. Recursos enerxéticos renovables

### 2.5.1. Enerxía hidráulica ou hidroeléctrica

Trátase dunha enerxía renovable convencional, que representa o 7% da enerxía actual mundial. Baséase en aproveitar a enerxía potencial da auga que flúe impulsada pola gravidade, para producir electricidade: unha central hidroeléctrica consta dun *encoro regulador ou presa* que acumula a auga, que é baixada por canalizacións ata a central onde se atopan as turbinas que impulsarán un xerador de enerxía eléctrica.

#### Vantaxes:

- É unha enerxía renovable, limpa (non produce emisións á atmosfera nin residuos) e autóctona con baixo custo de mantemento.
- Capaz de almacenar enerxía cando hai excedentes, xa que as turbinas poden devolver auga ao encoro para ser reutilizada se hai maior demanda.
- Contribúe a regular o caudal dos ríos paliando os efectos das enchentes.
- Combínase con outros usos: regadío, ocio e abastecemento de cidades.





### Impactos e inconvenientes:

- *Inunda extensas áreas* polo que destrúe ecosistemas e vales agrícolas fértiles con prexuízos para os habitantes da zona afectada.
- *Cambios na dinámica fluvial e costeira*, os encoros actúan como trampa para os sedimentos, polo que aumenta a erosión río abaixo e retroceden os deltas.
- *Redución da diversidade biolóxica* que afecta a peixes migratorios como salmóns. Para conservar a vida fluvial hai que garantir o caudal ecolóxico ou caudal mínimo necesario para manter o ecosistema.
- *Posibilidade de catástrofes* por rotura de diques, avalanchas ou terremotos.
- *Diminúe a fertilidade dos vales* fluviais que se inundaban periodicamente.
- Modificación do microclima con *aumento de néboas*
- *Impacto paisaxístico* máis ou menos grave
- *Vida útil corta*, 50-100 anos, xa que acaban enchéndose por sedimentos.

Actualmente valóranse bastante os danos ecolóxicos e sociais dos encoros, así como os derivados da enerxía minihidráulica (menor potencia: <10 MW), se ben neste caso son menores (escasos beneficios económicos para a poboación, privatización de tramos do río, inseguridade por subas bruscas de caudal, danos á flora, fauna e patrimonio cultural)

As maiores presas do mundo son Itaipú (entre Paraguai, Brasil e Arxentina), Assuán (Exipto) e Tres Gargantas (China) que desprazou do seu fogar a millóns de persoas. Galicia produce o 25% da enerxía hidroeléctrica de España, con 34 grandes centrais e 100 minicentrais.

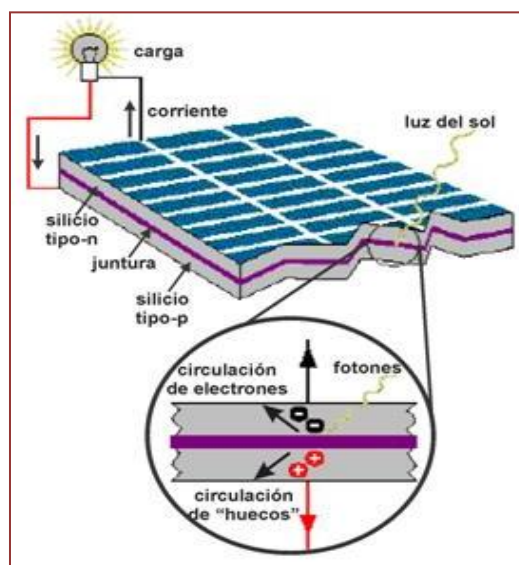
### **2.5.2. Enerxías alternativas renovables:**

Enerxías pouco usadas na actualidade, pero con gran proxección futura ao ser renovables e na súa maioría limpas. Son: solar, eólica, xeotérmica, mareomotora, biomasa, hidróxeno, fusión nuclear e outras.

- **Enerxía solar:** se ben as enerxías alternativas, agás a xeotérmica, teñen como fonte indirecta a enerxía solar, tamén se pode utilizar *enerxía solar directa* de varias formas destacando a *enerxía fotovoltaica* e a *enerxía solar térmica*.

- *enerxía fotovoltaica:* é a enerxía renovable máis nova, consiste en *transformar a luz directamente en electricidade* ao incidir sobre un material semiconductor como o silicio, que constitúe unha célula fotovoltaica. Os fotóns da luz producen un fluxo de electróns, ou o que é o mesmo, unha corrente eléctrica.
- *enerxía solar térmica:* utiliza a capacidade da enerxía solar para quentar fluídos como a auga, que se destina a diferentes usos, sobre todo calefacción e quentadores. Unha instalación solar térmica consta duns colectores planos recubertos de plástico negro expostos á luz e conectados á rede de calefacción. Instálanse en vivendas, aínda que como complemento a outros sistemas.

Vantaxes: a enerxía solar é a *forma máis limpa de producir enerxía*, sen contaminación, sen residuos nin ruído, con baixo custo de mantemento e sen dependencia externa, sendo *renovable e inesgotable* por tempo indefinido.





### Inconvenientes:

- *fonte de enerxía irregular e dispersa*
- os seus excedentes son *difíciles de almacenar*
- *é custosa polo alto prezo do silicio da célula fotovoltaica (obtido do cuarzo)*
- *non acadada demasiada potencia*, por iso investigáanse sobre novos materiais e tecnoloxías máis eficientes
- *impactos visuais e paisaxísticos*

Por estes motivos, **a súa aplicación actual é limitada**, case reducida a centros experimentais, para electrificar edificios rurais illados e para calefacción. Outros usos específicos: dispositivos de sinalización, faros, teléfonos de urxencia en estradas, satélites artificiais, estacións espaciais, instrumentos de peto e produción de hidróxeno a partir da auga. En Galicia é testemuñal.

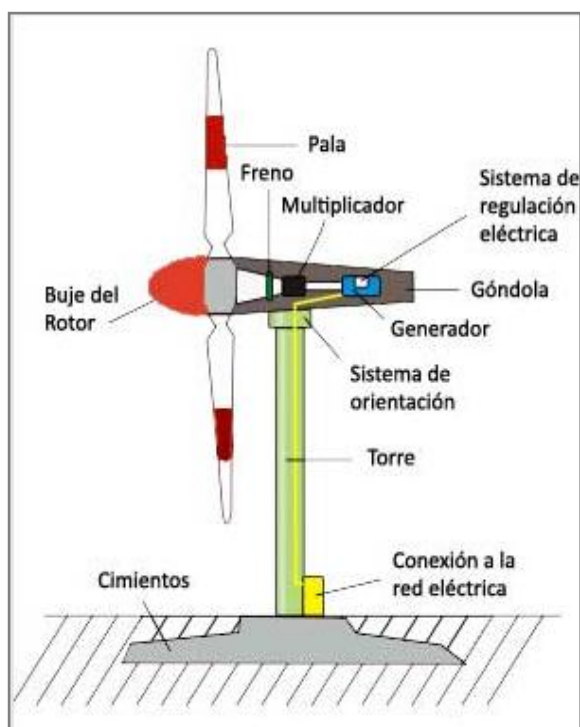
### **- Enerxía eólica**

É a enerxía do vento, que indirectamente deriva da enerxía solar. O ser humano leva tempo usando esta forma de enerxía, pero actualmente se utiliza de forma mellorada para a conversión de enerxía eólica en eléctrica mediante os *aeroxeradores* ou máquinas rotativas conectadas a xeradores eléctricos. Dispóñense illados ou de forma conxunta en parques eólicos. As instalacións máis potentes conéctanse á rede xeral e as menores como apoio.

Aplicacións: Para electrificar zonas rurais e pequenas poboacións, e usos específicos como bombeo na extracción de auga e en plantas desaladoras.

Vantaxes: *é renovable e limpa*, ao non emitir gases contaminantes nin residuos, baixo custo de instalación e mantemento, contribúe ao desenvolvemento tecnolóxico e a reducir o uso das enerxías contaminantes.

Inconvenientes: enerxía *irregular e dispersa*, ao non ser unha fonte constante de enerxía e os excedentes producidos con ventos fortes son *difíciles de almacenar*, presentan impactos locais como destrución de hábitats, modificación da paisaxe, impactos visuais, contaminación acústica que afecta as aves e perturbacións electromagnéticas.



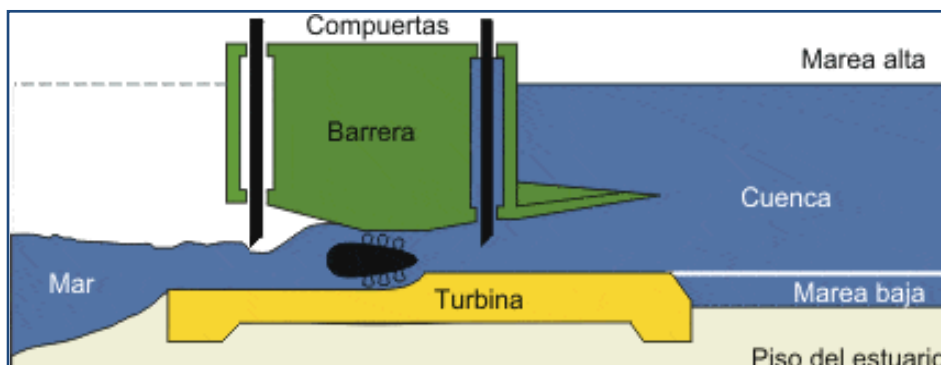
España é un dos principais produtores, destacando Andalucía e Galicia. Os muíños instálanse onde as condicións de vento sexan máis idóneas, como montañas e zonas costeiras, e mesmo hai parques eólicos mariños nalgúns países como Dinamarca.

Ata agora, a produción eólica en Galicia desenvolveu uns aspectos específicos negativos que amplifican os impactos: non se formulou como enerxía alternativa senón como adicional; non estableceu zonas protexidas de exclusión, nin a obriga de restaurar a zona ao cesar a explotación e era pouco esixente nos estudos previos de impacto ambiental. Os impactos paisaxístico-visuais son intensos ao tratarse dun elevado número de aerogeneradores.

### - Mareomotriz e enerxía das ondas

Os movementos do mar, ondas e mareas, pódense aproveitar para impulsar diferentes mecanismos capaces de xerar electricidade. O aproveitamento enerxético realízase mediante turbinas instaladas en zonas da costa con ondada ou onde os desniveis de marea sexan superiores a 10 m. Un sistema aínda máis novo é aproveitar a diferenza de temperatura entre a auga superficial e a do fondo para xerar electricidade (*enerxía mareotérmica*).

De momento é unha enerxía experimental (Francia, Noruega, Canadá). En España estase a probar no Cantábrico.



### - Enerxía xeotérmica:

Consiste en aproveitar a calor interna terrestre como fonte de enerxía, sendo a única enerxía ademais da nuclear, que non ten a súa orixe na solar. A enerxía calorífica do interior terrestre extráese en forma de vapor ou auga quente, que se usa directamente en calefacción ou se utiliza para facer xirar turbinas conectadas a xeradores eléctricos para producir electricidade.

Considérase sostible porque a taxa de extracción é moi pequena en comparación co contido calorífico da Terra, pero debe ser monitorizada para evitar o esgotamento local, xa que algúns pozos individuais poden arrefriarse ou secarse, polo que o máis correcto é considerala *potencialmente renovable*.

Utilízase sobre todo en rexións volcánicas onde a temperatura interna terrestre é maior (Islandia, Nova Zelandia, Canarias, Italia, Xapón, USA).

#### Vantaxes:

Fonte de enerxía potencialmente renovable e limpa, porque non emite gases e non produce residuos, e é de doada explotación.

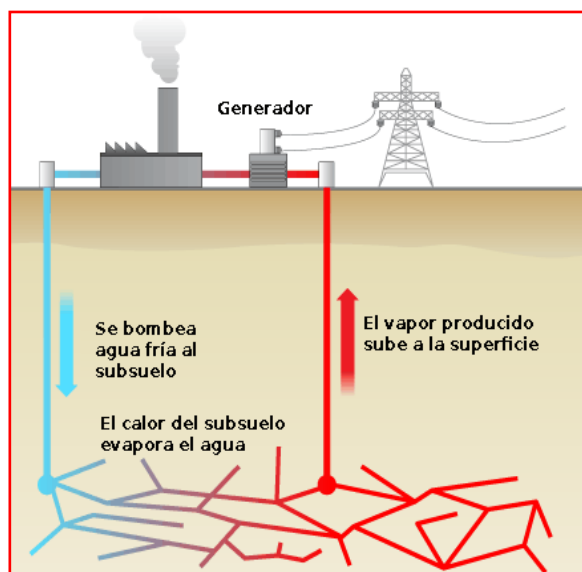
Outra forma de aproveitamento diferente a enerxética é o uso de fontes termais como lugares de ocio ou medicinal en balnearios.

#### Inconvenientes:

Depósitos escasos e uso restrinxido ás zonas próximas, ao ser difícil de transportar.

As perforacións profundas poden ser custosas (ata 3 km).

Risco de esgotamento dalgúns pozos ao arrefriarse ou secarse.



En Galicia abundan as fontes termais, estando a súa orixe relacionada coa intensa fracturación das rochas do subsolo, polas que penetra auga da choiva ata zonas profundas, para retornar á superficie a maior temperatura tras unha media de 28 anos.

- **Enerxía da biomasa:** comprende todo tipo de materia orgánica susceptible de ser usada como combustible para producir enerxía, polo que inclúe unha gran variedade de produtos dende vexetais (cultivos enerxéticos) ata residuos orgánicos de orixe forestal, agrícola, gandeira e urbana. Procede directamente do sol a través da fotosíntese e, a diferenza dos combustibles fósiles, é *potencialmente renovable*.

Tradicionalmente vense usando a biomasa da leña, pero agora aproveitase mediante dous tipos de procesos: *centrais de biomasa e produción de biocombustibles*.

**a) Centrais de biomasa.-** Son centrais térmicas que utilizan calquera tipo de residuos orgánicos para producir enerxía por incineración ou combustión. Os residuos poden ser de orixe doméstica (papel, cartón e restos de alimentos), materiais desbotados como pneumáticos ou de orixe agrícola – forestal (restos de podas, codias, serradura, cascas, oruxo de oliva ou uva). A enerxía obtida é utilizada para conseguir calor e vapor de auga, e producir electricidade de forma similar ás centrais térmicas de carbón, ou tamén a partir dos procesos de incineración de lixo.

**b) Biocombustibles.-** Son combustibles gasosos ou líquidos obtidos a partir da biomasa vexetal, xa que vexetais e residuos orgánicos poden transformarse por *fermentación bacteriana* en combustibles biolóxicos tanto líquidos como gasosos.

Son biocombustibles líquidos:

- Biodiésel, obtido a partir de aceites usados ou plantas oleaxinosas como xirasol, colza, oliva, millo, soia, palma e ricino, e poden ser usados en motores diésel de forma pura ou mesturada con gasóleo.
- Bioetanol, obtido por fermentación alcohólica de vexetais ricos en amidón como patacas ou cereais, ou sacarosa (remolacha, caña) e utilízase en motores mesturado con gasolina.

Biocombustible gasoso: Biogás, mestura de metano e dióxido de carbono, producido por fermentación anaerobia de residuos orgánicos en vertedoiros ou depuradoras.

*Vantaxes e inconvenientes da "Enerxía da biomasa":*

Vantaxes:

- É unha fonte de enerxía barata, autóctona e *potencialmente renovable*.
- O seu uso fai *máis eficaces os sistemas de tratamentos de lixo*
- Favorece á *limpeza do monte* e contribúe a evitar incendios forestais.
- Pode representar unha *nova alternativa* para a produción agrícola.
- Emiten *menos CO<sub>2</sub>* que os combustibles tradicionais, pois hai que descontar o absorbido na fotosíntese.

Inconvenientes:

- *Non é unha enerxía limpa* pois presenta os impactos asociados á queima de combustibles: emisión de CO<sub>2</sub> e outros gases, contribuindo ao incremento do efecto invernadoiro.
- Os biocombustibles *teñen maior poder corrosivo* que os carburantes tradicionais e son *menos eficaces* en frío.
- O uso de biocombustibles *reduce a produción de alimentos* a favor dos cultivos enerxéticos, podendo aumentar a fame pola escaseza e elevados prezos de alimentos básicos como o millo. Un informe da ONU cualifica a produción masiva de biocombustibles en lugar de alimentos como “atentado contra a humanidade”.

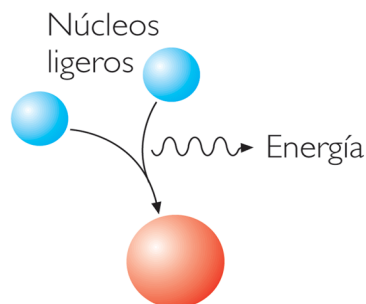
- Contribúe ao aumento da *deforestación* para favorecer cultivos enerxéticos, anulando así a vantaxe da menor emisión de gases invernadoiro.
- Por estes motivos moitos científicos propoñen o uso de *biocombustibles de segunda xeración*, obtidos a partir de todo tipo de residuos orgánicos, e non a partir de agrocombustibles (cultivos enerxéticos).

- **O Hidróxeno como combustible:** moitas das enerxías renovables alternativas para o futuro presentan o inconveniente da súa irregularidade e dispersión, así como a dificultade de almacenar os excedentes. É o caso da enerxía solar e eólica

Unha solución achegada é utilizar esta enerxía sobrante e non almacenable en producir Hidróxeno por descomposición da auga (hidrólise da auga en  $H_2 + O_2$ ), e utilizar o hidróxeno como combustible porque *a súa combustión non é contaminante ao producir so vapor de auga e enerxía*, polo que non orixina nin efecto invernadoiro nin choiva ácida. É unha enerxía limpa, doada de almacenar e transportar e renovable porque se obtén da auga. Todas estas características levan a pensar que *o hidróxeno pode ser o combustible do futuro*.

Alguns científicos poñen en dúbida estes proxectos porque *o hidróxeno non é unha fonte primaria de enerxía*, ao non existir como elemento libre na Terra, senón que se obtén da auga, de maneira que a enerxía gastada na súa produción é igual á obtida na súa combustión, xa que *a súa obtención é un proceso custoso que require enerxía* (electrolise). De aí que se dubide das súas posibilidades. Os que defenden o seu uso, alegan que a enerxía empregada en obter hidróxeno sería a sobrante doutros procesos como a solar ou eólica, que ao non poder almacenarse, se perdería.

- **Fusión nuclear:** proceso que xera a enerxía nas estrelas. Trátase dun tipo de reacción nuclear moi diferente da fisión, pois consiste na unión de núcleos lixeiros para formar núcleos máis pesados, liberando unha grande cantidade de enerxía, de acordo á ecuación de Einstein. Mediante fusión nuclear núcleos de hidróxeno colisionan e únense para formar helio.



A fusión nuclear necesita unhas temperaturas elevadísimas de millóns de grados, nas que os átomos se atopan nun estado especial da materia chamado plasma. Ata agora só se conseguiu utilizar esta enerxía con fins bélicos: a bomba H, onde unha explosión atómica previa produce as condicións necesarias, pero non se logrou controlar o proceso de fusión nuclear para uso pacífico.

Crese que pode ser posible nun futuro, aínda que os aspectos teóricos están máis avanzados que a práctica. Así se investiga o confinamento magnético, o uso de raios láser especiais, explosións de raios X e mesmo a posibilidade da fusión fría.

Para moitos, a fusión nuclear é a auténtica *enerxía do futuro* porque garante unha subministración inesgotable de combustible, un isótopo de hidróxeno, o deuterio, abundante na auga, ademais non produce residuos perigosos, non hai riscos de accidentes nin de contaminación radioactiva e sería unha enerxía renovable.

**2.6. Uso eficiente da enerxía:** O aumento da poboación mundial e do consumo enerxético exercen tal presión sobre o planeta, que se non se buscan novas fontes e non se realiza unha axeitada planificación, pode chegarse a un colapso do sistema económico e ambiental.

### O aproveitamento eficaz da enerxía baséase no aforro e supón:

- *Utilizar os recursos non renovables de forma transitoria* para substituílos por enerxías alternativas renovables e limpas nun futuro non afastado
- O uso de recursos renovables non pode ser superior á *súa taxa de renovación*
- Cumprir os acordos internacionais do Cumio do Clima para *reducir as emisións* responsables do efecto invernadoiro (Protocolo de Kyoto).
- Educar e concienciar a poboación no *consumo responsable* e no *aforro enerxético*. Algunhas medidas posibles de aforro enerxético serían:
  - favorecer a *coxeración*: produción combinada de dúas formas útiles de enerxía a partir dunha mesma fonte, como electricidade e calor, aumentando así o rendemento. Útil na industria láctea e conserveira.
  - potenciar o uso de *electrodomésticos máis eficientes* (clase A)
  - mellorar a *construción* das vivendas (arquitectura bioclimática baseada no aproveitamento pasivo da enerxía solar, de forma similar ás vivendas tradicionais adaptadas ao clima)
  - mellorar o *illamento* das casas evitando perdas de calor, diminuír o gasto de calefacción e refrixeración, con temperaturas non moi altas en inverno nin moi baixas en verán (20° C inverno / 25°C verán)
  - favorecer o *transporte público* e utilizar menos os vehículos privados
  - *diminuír o consumo de produtos de elevado custo enerxético*, como envases desbotables, que rematan no cubo do lixo, para de novo consumir enerxía no proceso de eliminación.

### 3.- Recursos minerais non enerxéticos (metais e materias primas)

Moitos minerais e rochas son fonte de materias primas para a industria polo que constitúen importantes *recursos de orixe xeolóxica non renovables*.

Denomínase *depósito ou xacemento* a toda concentración natural de minerais que pode explotarse. Consta de dous compoñentes: *mena* ou parte do depósito que contén o mineral de interese económico, e *ganga* ou minerais acompañantes. Trátase de conceptos relativos que poden variar co avance tecnolóxico.

#### *Usos e aplicacións dos recursos minerais:*

A industria mundial depende de *oitenta minerais*, de distribución e abundancia moi irregular. Para satisfacer as elevadas demandas dalgúns minerais e evitar o esgotamento de moitos depósitos propónse *fomentar o reciclado de metais e substituílos por outros materiais* como cerámicas, plásticos, fibras de carbono, etc.

Os recursos minerais divídense en dous grandes grupos:

1.- *Recursos minerais metálicos*: sulfuros e óxidos dos que se obteñen metais de interese industrial como ferro, chumbo, aluminio, cobre, cinc, mercurio, manganeso, estaño, wolframio e outros. Importantes minas en España, algunhas explotadas dende a antigüidade, como as de cobre (Riotinto), mercurio (Almadén), ouro (Médulas).

En Galicia destacaron as explotacións de *wolframio, estaño e ferro*, a partir de wolframita, casiterita e limonita–siderita, pero a maioría destas minas están pechadas pola baixa rendibilidade. Houbo explotacións importantes en Santa Comba, Carballo, Bandeira, Lousame (W, Sn); A Pontenova, Viveiro, Serra de Lastra (Fe).

A empresa Alumina–Aluminio (Xove) produce a transformación de *bauxita*, mineral importado de Guinea, en *aluminio*, metal de importantes usos na actualidade por ser lixeiro e resistente. O proceso de obtención de aluminio é o proceso industrial que máis enerxía eléctrica consume porque se fai por electrolise. Outra desvantaxe é que non se completa aquí o ciclo de fabricación.



2. -*Recursos minerais non metálicos*: máis competitivos na actualidade. Son:

- cuarzo (óptica, informática, vidro, células fotovoltaica). Explótase en Galicia
- caolín (arxila branca, materia prima da porcelana). Explótase en Galicia
- rochas industriais utilizadas en construción como granito, lousas e mármore. Galicia é unha importante produtora mundial de granito (Porriño) e lousa (Courel, Valdeorras).
- áridos e calcarias: en construción e para fabricar cemento
- xofre (de volcáns ou a partir de pirita, para fabricar ácido sulfúrico)
- fluorita, en siderurxia (Asturias)
- rochas salinas: en alimentación (halita), fertilizantes (silvina, magnesita), medicina e construción (xeso)
- de orixe orgánica: fosfatos, fertilizantes de grande interese pola súa escaseza (Sahara)

### 3.- *Impactos ambientais da minaría*

Os recursos minerais explótanse de dúas formas: *minas subterráneas* para obter minerais profundos e *minas a ceo aberto* para depósitos pouco profundos e explotación de rochas (canteiras)

A minaría produce graves impactos ambientais en todas as fases da explotación, maiores nas minas a ceo aberto. Destacamos:

- impactos morfolóxicos (alteracións do relevo), visuais e paisaxísticos
- edáficos (sobre o solo) e ecolóxicos, sobre a flora e fauna principalmente
- hidrolóxicos (contaminación das augas superficiais e subterráneas)
- atmosféricos (emisións gases contaminantes, nubes de po) e acústicos
- sociais: accidentes e enfermidades profesionais (silicose), maiores na minaría subterránea.

A lexislación actual obriga a realizar un plan de restauración unha vez concluída a explotación, con medidas como *reforestar a zona*, *construír balsas de depuración*, *encher ocos* e *restituír o relevo*. Os mellores resultados conséguense na recuperación paisaxística, pero recuperar o solo, a calidade das augas e a flora e fauna é máis dificultoso. A recuperación das minas de lignito en Galicia (Meirama, Ás Pontes) clausuradas en 2008, realizouse mediante un polémico proxecto de rehabilitación paisaxística en forma de lagos para zonas de ocio.

