

Consumo energético y medio ambiente

datos para un debate

Enrique Delgado Huertos
Universidad de Valladolid

	Lig.	Car.	Petr.	GN	Nucl.	Eóli.	Sol ¹⁴	Minh.
Calentamiento Global	c	c	c	c				
Disminución Capa Ozono								
Acidificación	c	c	c	c				
Radiaciones Ionizantes							m	
Degradación Calidad Aguas*							m	
Contaminación por Metales Pesados								
Sustancias Carcinógenas								
Niebla de Verano								
Niebla de Invierno								
Generación Residuos**								
Agotamiento Recursos Energéticos								

m: minería
t: transporte
c: explotación central

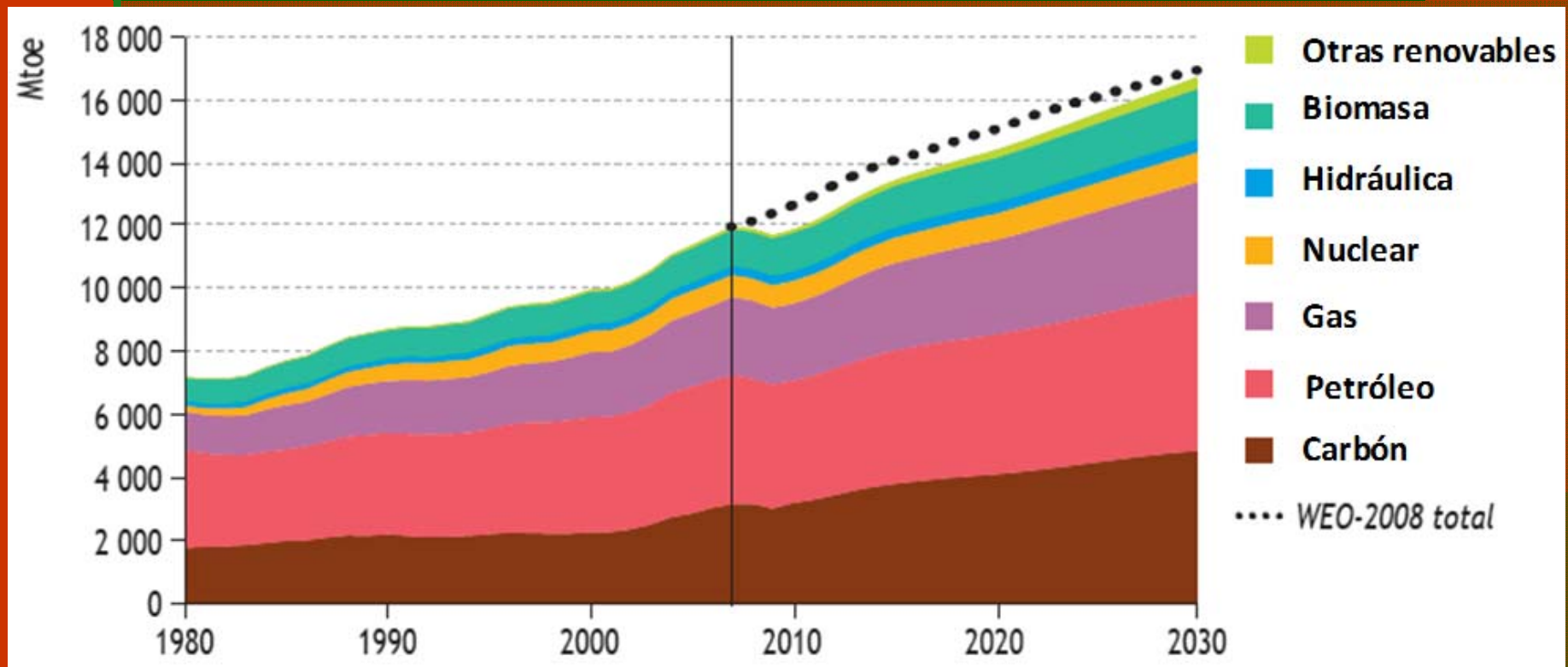
Grande
Significativo
Pequeño
Negligible

*: marinas, continentales, eutrofización
**: incluye residuos y residuos radiactivos

Figura 4: Matriz de impactos ambientales por categorías

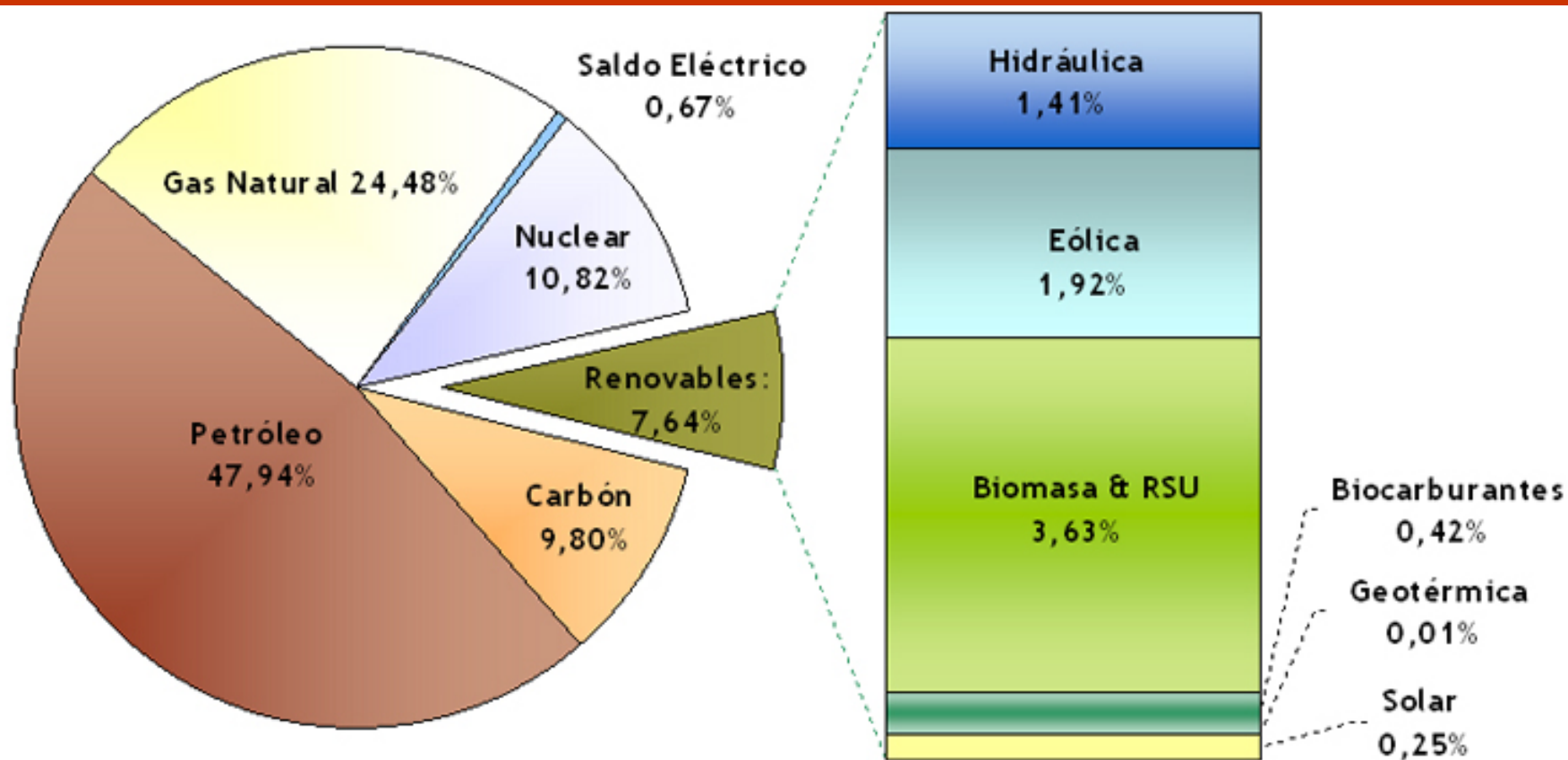
Lig. Lignito
Car. Carbón
Petr: Fuel oil
GN: Gas
Nucl: Nuclear
Eoli. Eólica
Sol. Solar
Minih: Minihidráulica

Evolución del consumo mundial de energía primaria en el escenario de referencia (Mtep)



Fuente: Energía y Sociedad. 2008

Consumo de Energía Primaria por Fuentes, España 2008



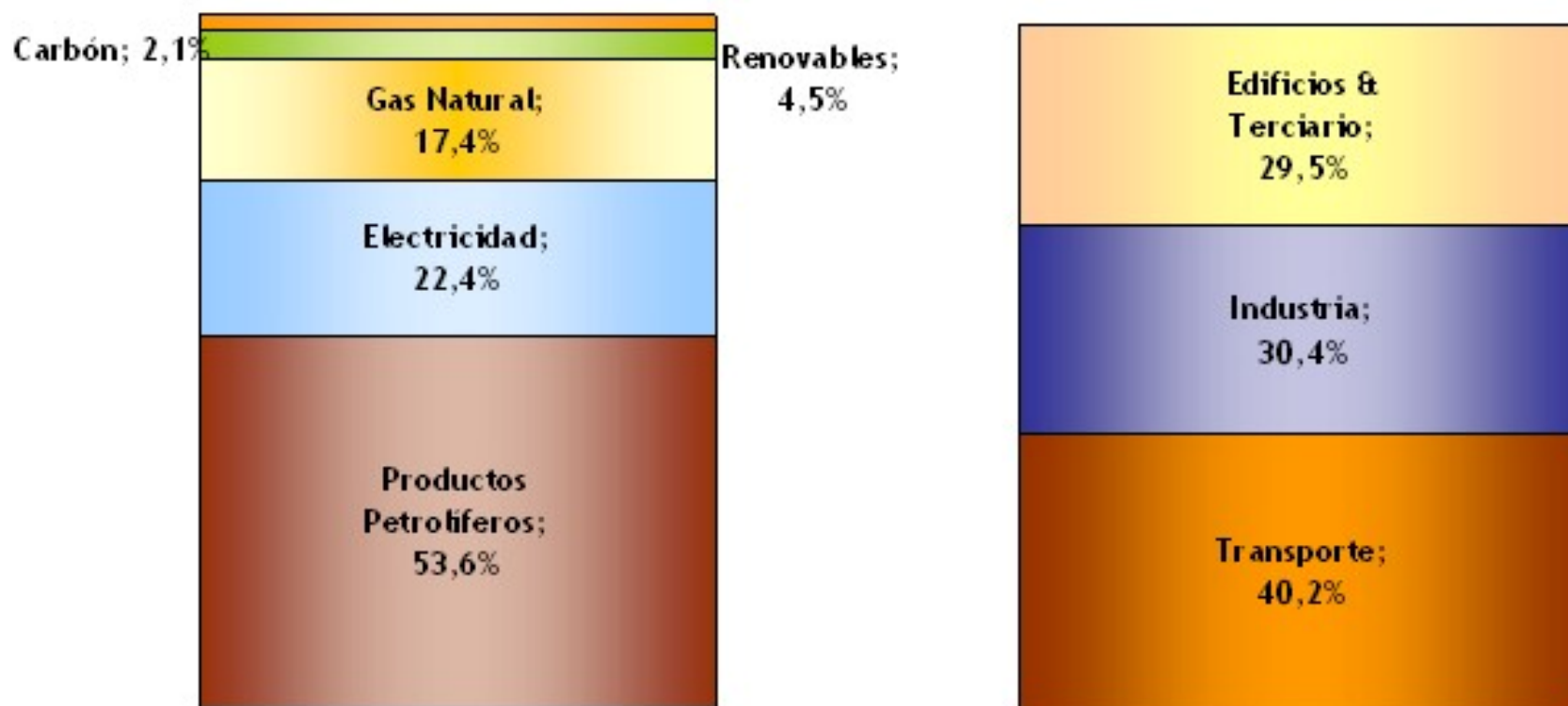
Fuente: MITYC/IDAE

Consumo de Energía Final (ktep) en España: Global y Sectorial, 2008

Sector	Carbón	Productos Petroliferos	Gases	Energías Renovables	Energía Eléctrica	TOTAL
Industria	2.059	4.477	12.518	1.498	9.410	29.962
Transporte	0	38.529	0	610	479	39.617
Usos Diversos	20	9.891	4.614	2.315	12.224	29.064
<i>Residencial</i>	17	5.153	3.613	2.155	5.532	16.471
<i>Servicios</i>	3	2.140	728	115	6.225	9.211
<i>Agricultura</i>	0	2.597	273	44	467	3.382
TOTAL	2.079	52.896	17.132	4.423	22.113	98.643
Δ 2008/2007	-10,3%	-4,3%	-0,8%	3,6%	-0,2%	-2,6%

Fuente: IDAE/MITYC/INE. Datos Provisionales

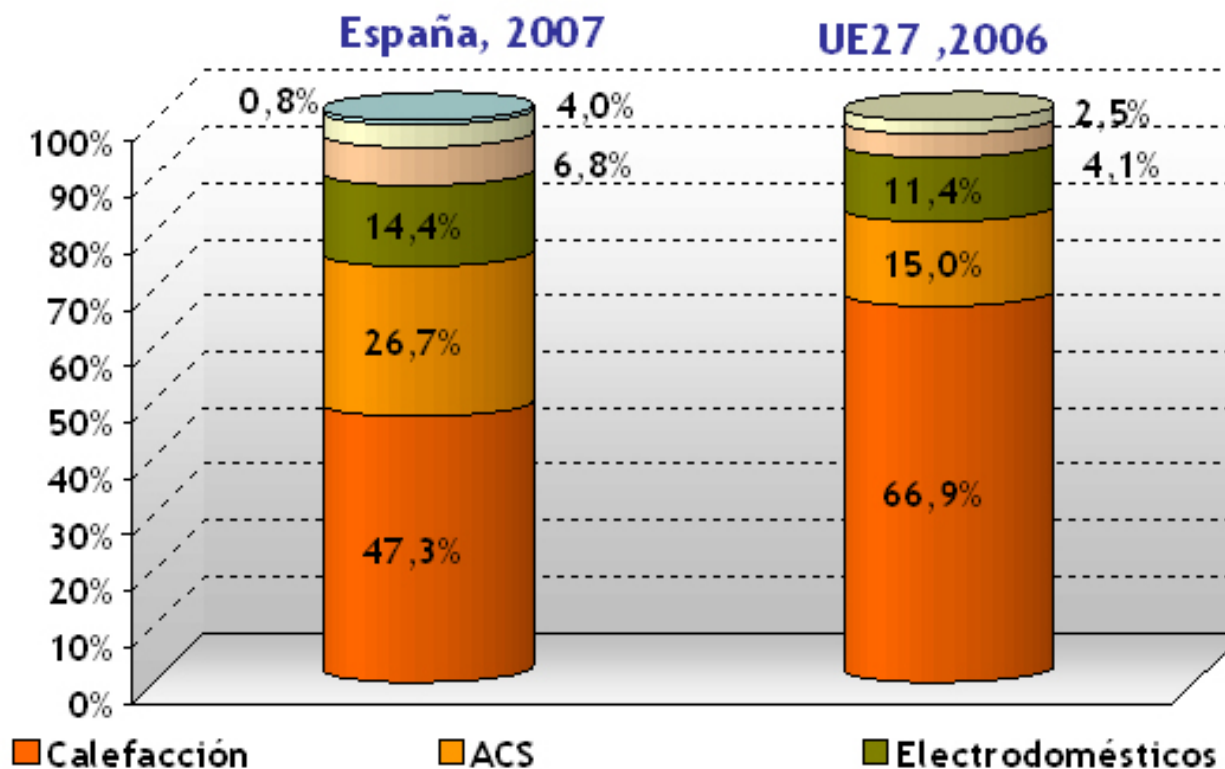
Consumo de Energía Final por Fuentes y Sectores de Uso Final en España, 2008



Fuente: MITYC/IDAE

Nota: Usos No Energéticos Excluidos

Consumo de los hogares por usos

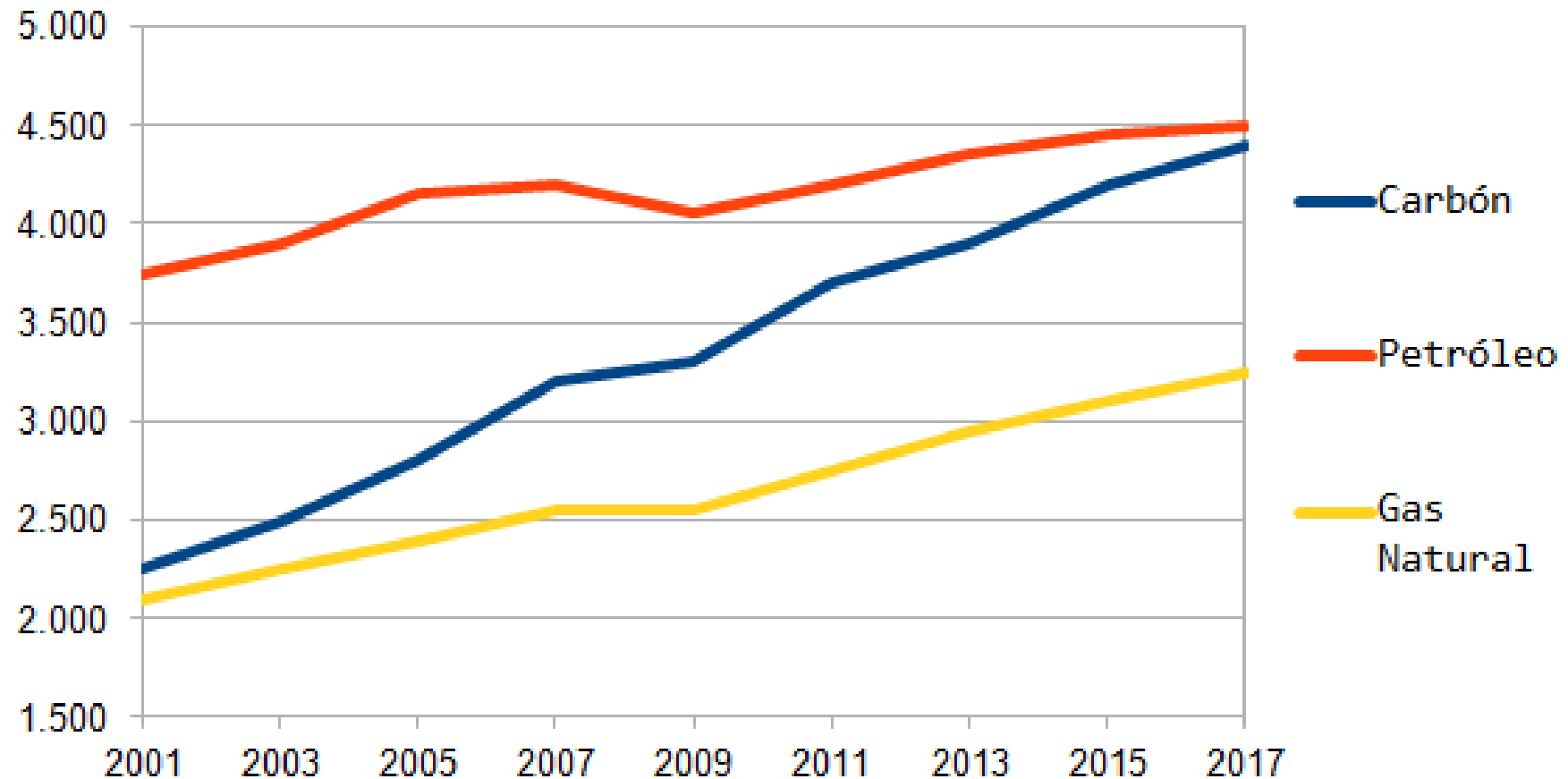


Fuente MITYC/IDAE 2008

Fuentes de energía

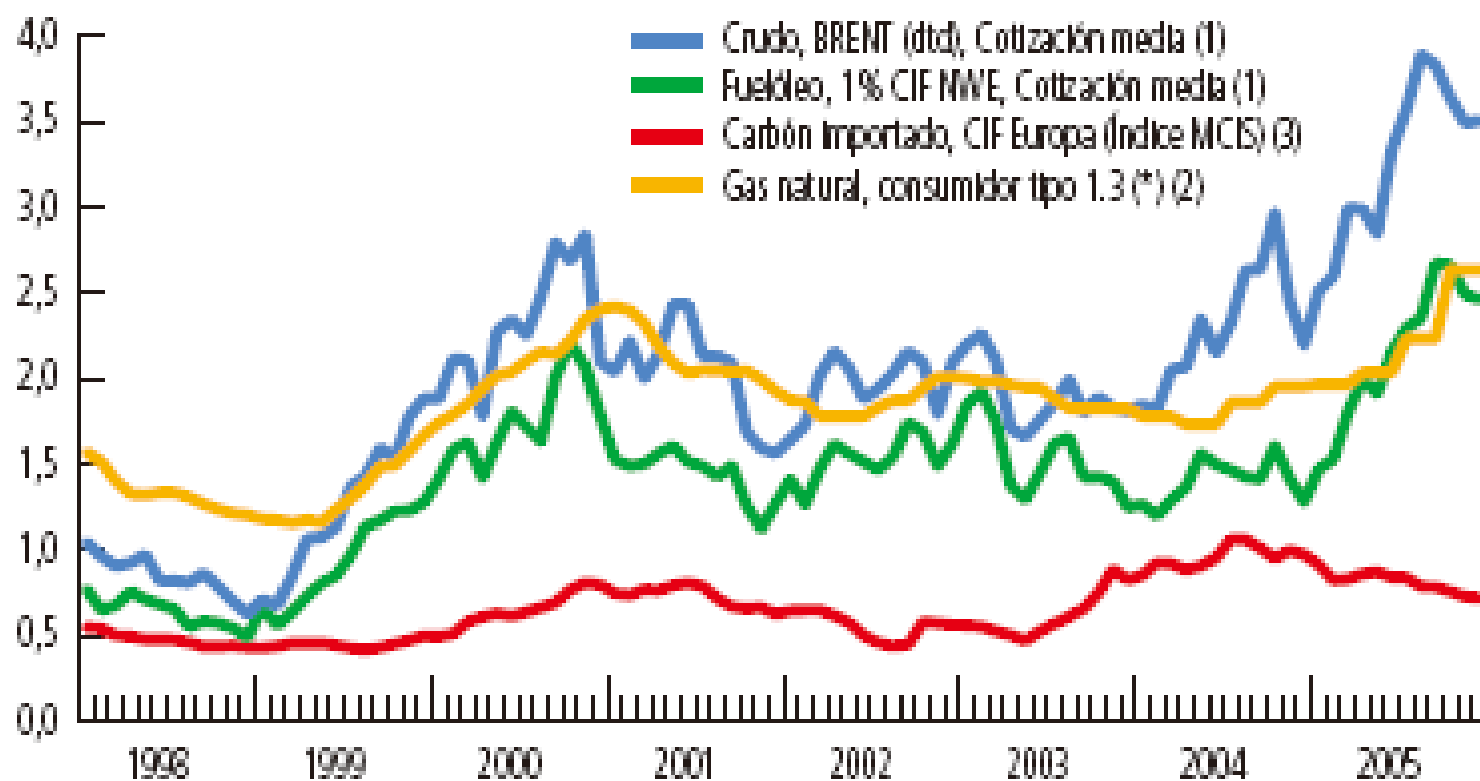
- Fósiles o No renovables
 - Carbón
 - Petróleo
 - Gas natural
 - Nuclear

Demanda global energía combustibles fósiles Millones de tep. Años 2001-2017(p)



Fuente: Agencia Internacional de
la Energía

EVOLUCIÓN DE LOS PRECIOS DE LOS COMBUSTIBLES FÓSILES (c€/termia de PCI)



(*) Consumidor tipo considerado: Tipo 1.3, P>60bar, Q>1000GWh; utilización: 300d/a. Datos a 31-12-2005.

Fuentes: (1) Platt's Oilgram Price Report. (2) Boletín Oficial del Estado (BOE). (3) McCloskey's Coal Report.

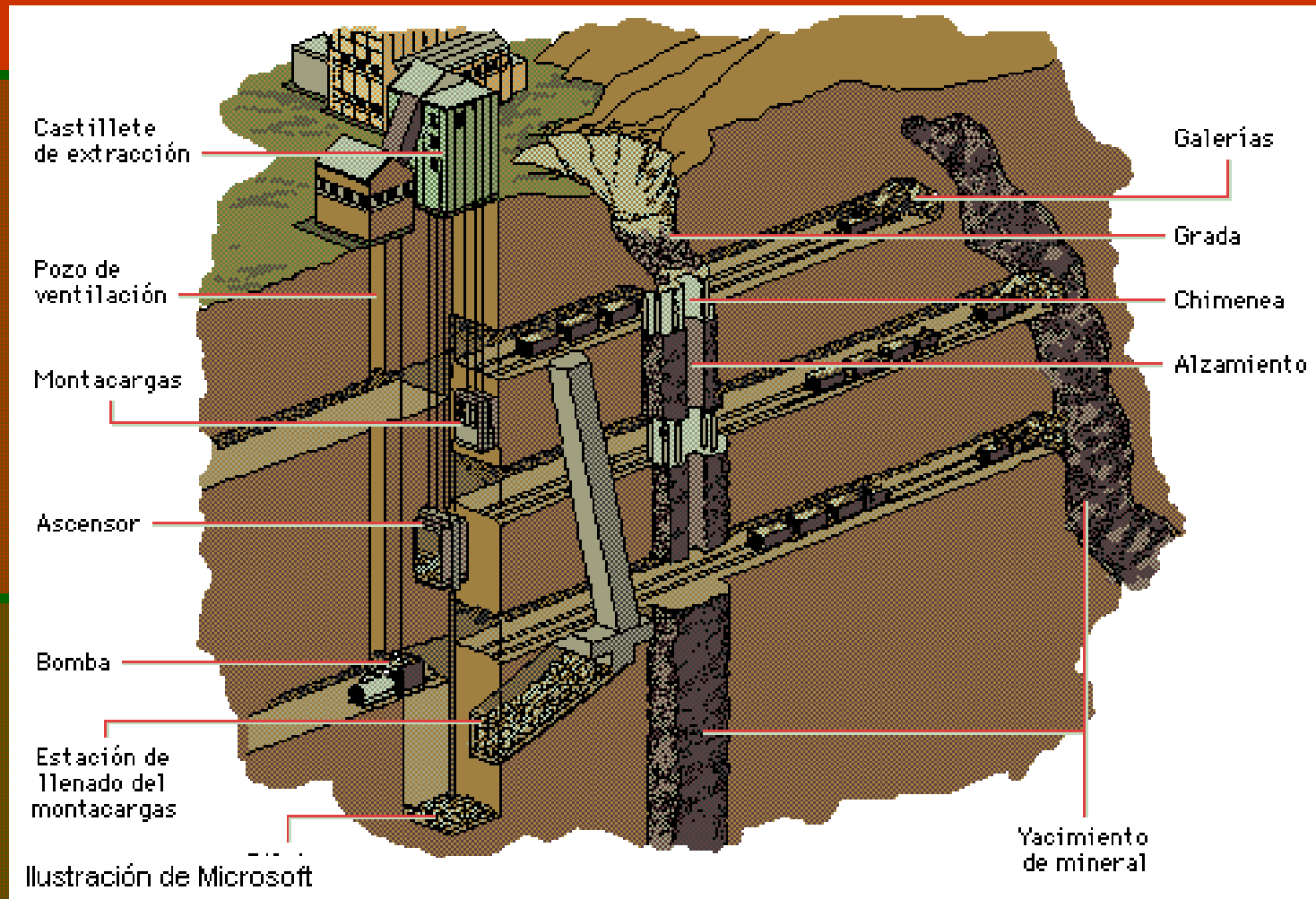
El carbón

- Extracción
- Evolución del consumo
- Usos
- Impactos ambientales

La minería subterránea y los riesgos de salud

- Aunque a nivel mundial la minería sólo emplea al 1% del total de trabajadores, es responsable del 8% de accidentes mortales (cerca de 15,000 víctimas al año).
- La mayoría de mineros están expuestos a niveles peligrosos de ruido que suelen exceder los 85 dB y en algunos casos el nivel pico de 140 dB. El impacto de la broca y la vibración de la cubierta son las principales fuentes de ruido. La pala neumática y el motor de winze también generan un nivel de ruido dañino para la salud.
- La silicosis o neumoconiosis, definida por la OIT como enfermedad provocada por acumulación de polvo en los pulmones. La relativa ausencia de aire en la mina se compensa incrementando la capacidad respiratoria hasta llegar a los 100 L/minuto lo que trae consigo el incremento de las partículas de polvo aspiradas.

La minería subterránea de carbón



Fuente; blogs.lainformacion.com

Los impactos ambientales de la minería a cielo abierto

- Genera el 75% de los residuos industriales en España.
- Altera la capa superficial de la tierra.
- Contribuye a la deforestación y pérdida de ecosistemas
- Los componentes químicos y los residuos sólidos finos contaminan las aguas superficiales y los acuíferos.
- Perjudica los cultivos cuando se ven afectados por las aguas que arrastran partículas mineras.
- Emite gases, polvo en suspensión, ruido y vibraciones
- Transforma el paisaje y afecta a las poblaciones.



Fuente: consciencia-
global.blogspot.com

Mina a cielo abierto en Laciana (Asturias)



Fuente: ecobierzo.org

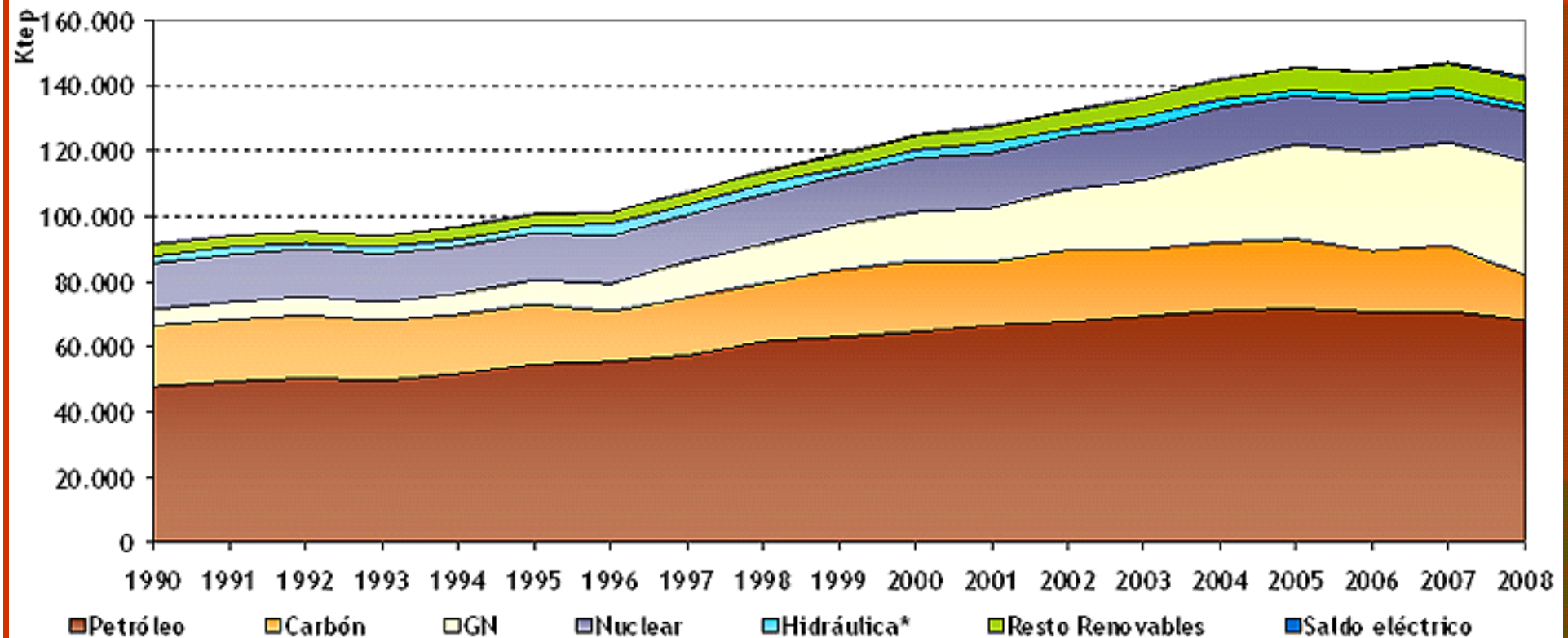
Mina de carbón a cielo abierto en Estercuel (Teruel)



Una minería más sostenible

- **Extracción selectiva de los materiales y utilización de redes de drenaje y depuración de vertidos**
- **Reutilización de los escombros, que pueden ser aprovechados como material para firmes de carretera, hormigones, materiales cerámicos; como fuente de energía en el caso del carbón; como fertilizante para la agricultura; o como elemento para restaurar suelos degradados**
- **Restauración del terreno, rellenando la cavidad minera utilizando las balsas y escombreras. Cuando esto no es posible, se utiliza la denominada "minería de transferencia", que recupera una zona del yacimiento mediante los materiales que se extraen en otra zona del mismo.**
- **Mantenimiento de los diques de contención de lodos, con lo que se pueden evitar catástrofes ecológicas como la de las minas de Aznalcollar (Sevilla).**
- **Remediación de los terrenos favoreciendo la formación de micorrizas, usando lodos ricos en nutrientes, o añadiendo cal para neutralizar la acidificación. Posteriormente, se procede, en una primera fase, a la introducción de leguminosas.**

Evolución de Consumo de Energía Primaria por Fuentes en España, 1990-2008



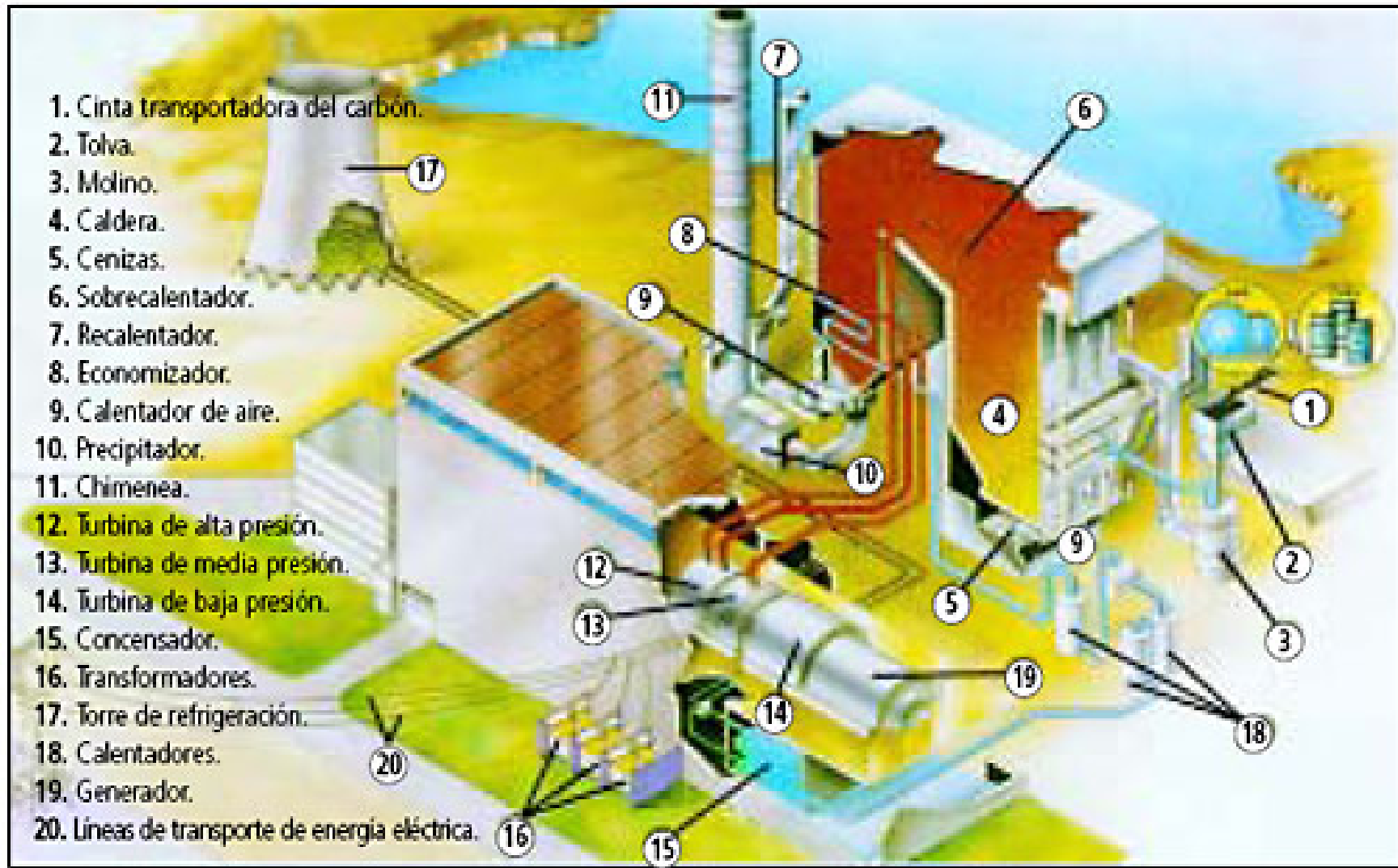
Fuente: MITYC/IDAE

* Incluye Mini Hidráulica

El uso del carbón

- En la industria química
- En la siderurgia
- En las centrales térmicas
- En la calefacción de los hogares

CORTE DE UNA CENTRAL TERMOELÉCTRICA CLÁSICA



Centrales térmicas en España



Impacto ambiental del carbón

- En el proceso de combustión, además de monóxido y CO_2 , se liberan sustancias contaminantes como cenizas, dióxido de azufre y óxido de nitrógeno (SO_x y NO_x), y diferentes partículas de elementos pesados, como el mercurio, que traen aparejados **efectos nocivos** como la **lluvia ácida**, el **efecto invernadero** y la **formación de smog**.

El petróleo

- Evolución del consumo
- Usos
- Impactos ambientales

Evolución mundial del consumo de petróleo



Fuente: El País 13/04/2010

Las reservas de petróleo

- Según diversos estudios, en 2002 quedaban en el mundo entre 990.000 millones y 1,1 billones de barriles de crudo por extraer. Esto significa que al ritmo actual de consumo mundial estas reservas se agotarían hacia el año 2043, fecha que podría ser más cercana si el consumo de energía aumentara, como se prevé que ocurra por parte de los países en vías de desarrollo. Sin embargo, estas previsiones no incluyen el hallazgo de nuevos pozos o la posibilidad de extraer petróleo de zonas que en la actualidad son consideradas reservas naturales y, por lo tanto, no perforables. La dependencia del petróleo de nuestra sociedad queda patente con el siguiente dato: en 1880 la producción mundial, localizada casi por completo en Estados Unidos, era inferior al millón de toneladas. Hoy, la producción supera los 3.500 millones de toneladas

Los usos del petróleo

- El petróleo tiene una gran variedad de compuestos. Se pueden obtener por encima de los 2.000 productos.
 - **Gases:** gas propano y butano
 - **Combustibles:** como la gasolina, diesel, queroseno, fuel-oil
 - Asfalto, alquitrán y aceites lubricantes
 - **Plásticos:** polietileno, polipropileno, PVC, poliestireno (PS), poliuretano, melamina
 - **Tejidos:** nylon.
 - Pinturas, detergentes, plaguicidas, resinas, parafinas, medicamentos, etc.

La Fórmula 1 y el petróleo

- Un coche de fórmula 1 consume entre 58 y 68 litros / 100 Km. y expulsa 1,5 kg de CO² por Km. recorrido..
- El mundial de Fórmula 1 consume un total de 23.500 neumáticos al año.

Petróleo: impactos ambientales

- En la extracción
 - Deforestación: construcción de las plataformas de perforación, campamentos, helipuertos y pozos, así como carreteras de acceso, el tendido del oleoductos y líneas secundarias.
 - Erosión, ruido, calor, luz, que producen alteraciones en el comportamiento de la fauna
 - Desechos contaminantes durante la perforación: cortes (mezcla heterogénea de rocas que puede incluir, entre otros, metales pesados y sustancias radioactivas) y lodos de perforación (lubricantes y refrigerantes).
 - Los lodos de producción que contienen: metales pesados tóxicos, sales inorgánicas, detergentes, polímeros orgánicos, inhibidores de la corrosión y biocidas.



Fuente: diversidadambiental.org

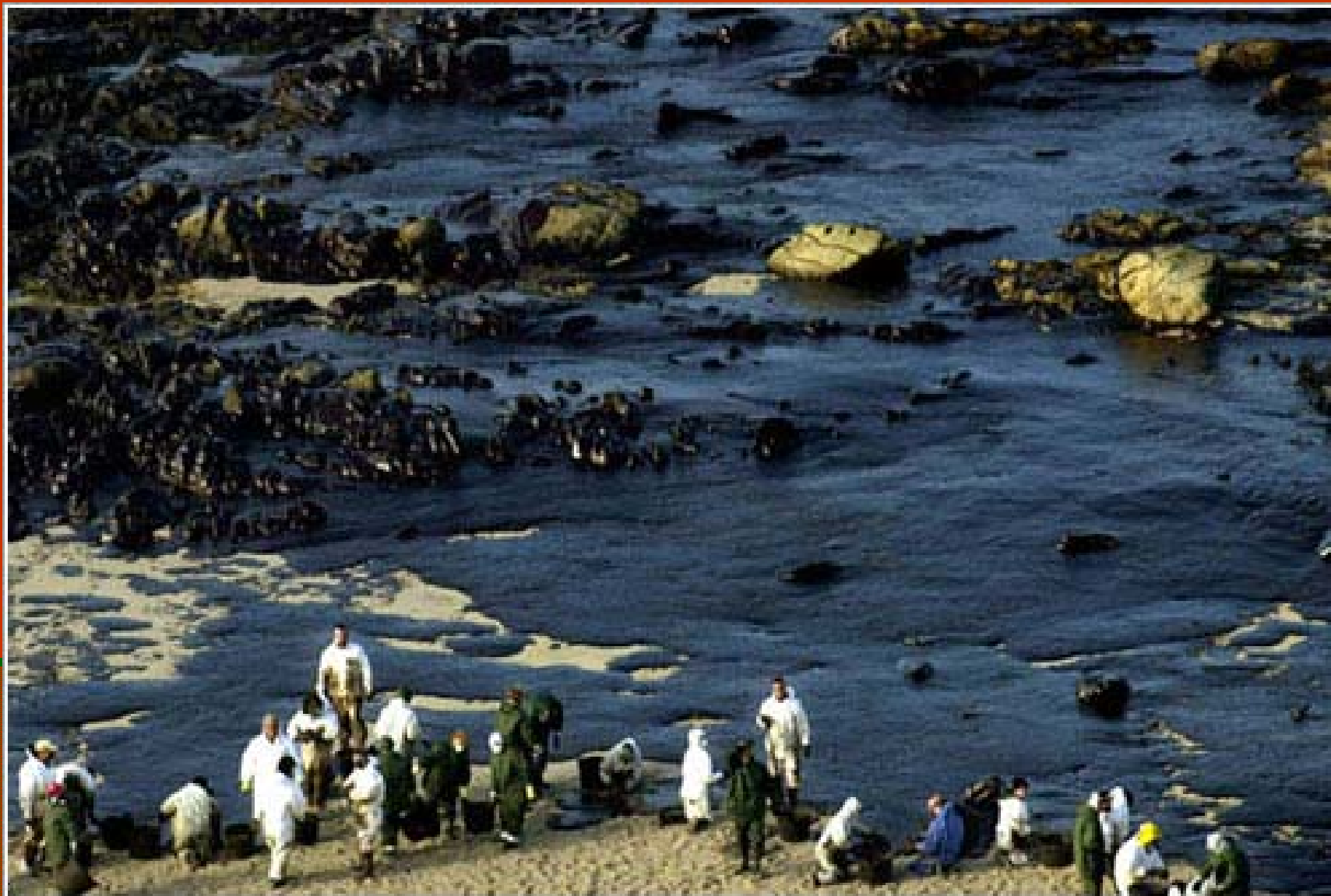
Petróleo: impactos ambientales

- En el transporte

- Derrame y Mareas negras

- El medio acuático pierde la capacidad de sostener la flora y fauna acuática. Muchas de las sustancias que contiene el crudo se depositan en los sedimentos y son de difícil degradación y fácilmente bioacumulables.
 - Un derrame petrolero altera la composición de las poblaciones de peces, pues desaparecen las especies sensibles a la contaminación, y se seleccionan las especies más resistentes.
 - La contaminación del suelo por petróleo y sus compuestos asociados hace que los compuestos solventes se filtren, y los sólidos y grasas permanezcan en la superficie o sean llevados hacia horizontes más profundos provocando la desaparición de los microorganismos del suelo

Voluntarios en la Marea Negra del Prestige. 2001



Fuente: Información.com. Microservos.

Petróleo: impactos ambientales

- En el transporte

- Oleoductos

- Fugas, averías, rupturas, deforestación

- Barcos petroleros. Riesgos:

- Colisiones, incendios y explosiones, hundimientos, emisión de gases, residuos de la limpieza de los tanques.

Accidentes de petroleros que vertieron más de 10.000 toneladas
 (no se contabilizan los que no afectaron directamente a la costa)

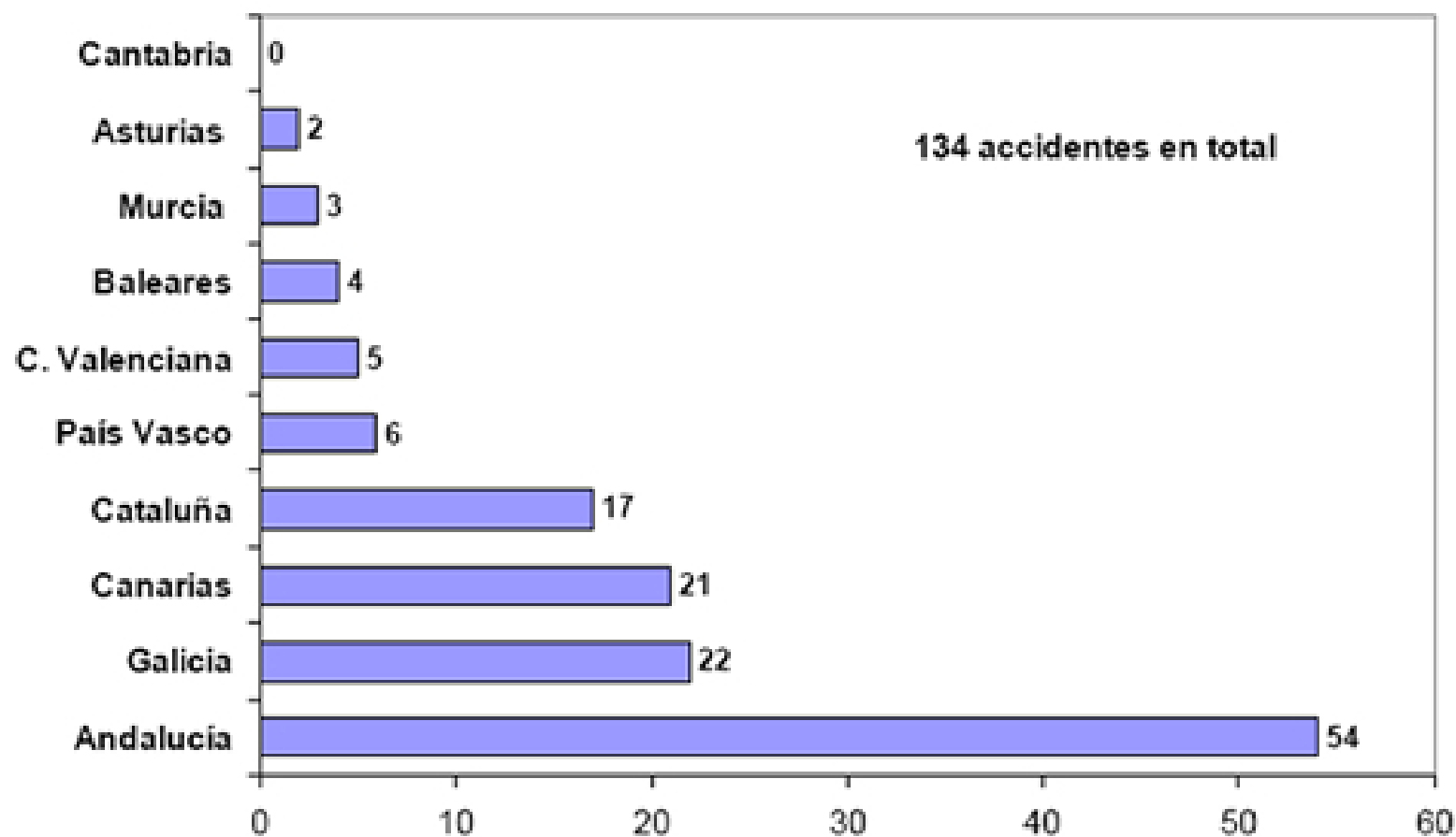


Accidentes ocurridos en Galicia

1970	Polycommander	1992	Mar Egeo	Galicia , además, sufrió dos mareas de vertidos tóxicos	1973	Erkowit
1976	Urquiola	2002	Prestige		1987	Casón
1979	Andros Patria					

La Voz

Nº ACCIDENTES DE BUQUES PETROLEROS EN LAS COSTAS ESPAÑOLAS, 1991-2007.



Fuente: Dir. Gral. de la Marina Mercante. MF

Tomado de: Indicadores ambientales (MMARM)

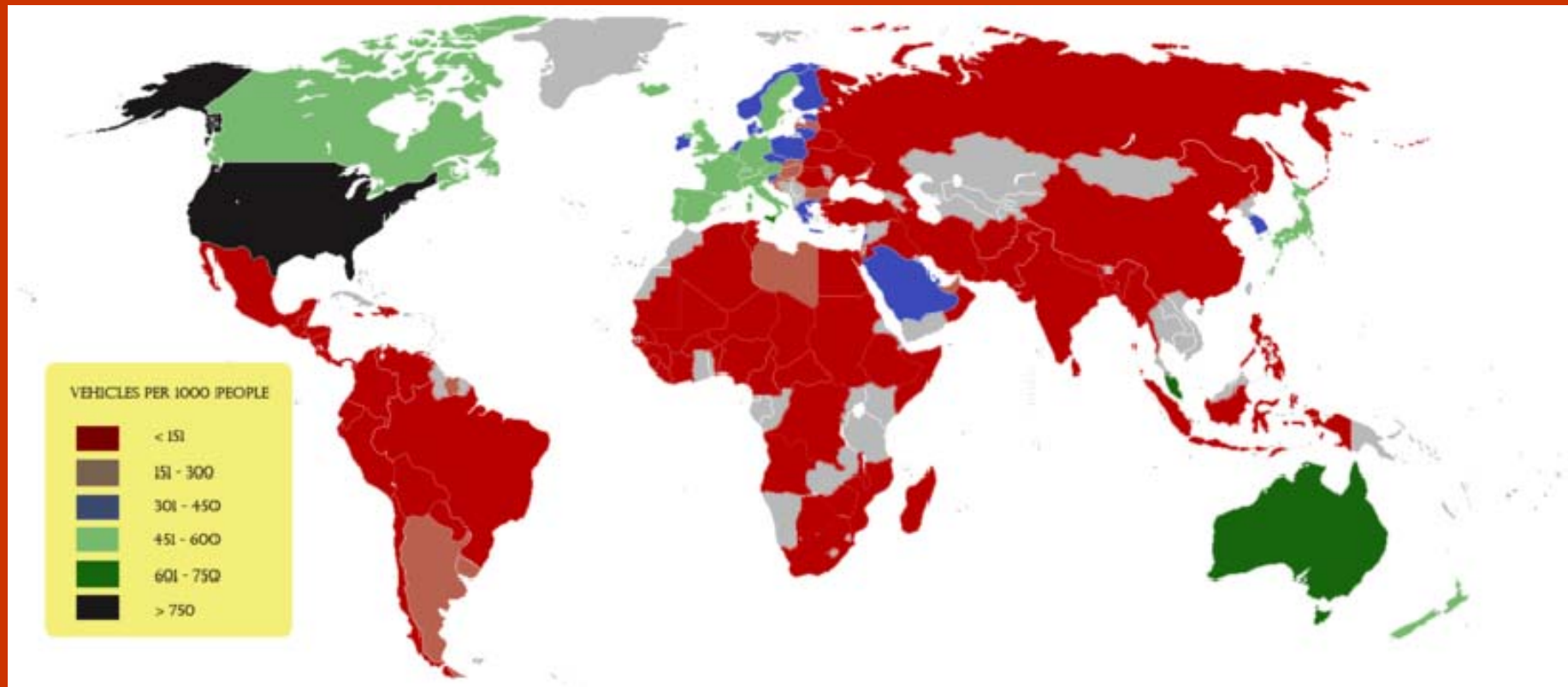
Petróleo: impactos ambientales

- En el refinado. Las refinerías
 - Consumo intensivo de energía
 - Emisiones gaseosas de CO² y óxidos nitrosos y sulfurosos.
 - Consumo de agua: La refinería de Extremadura estima en 4 Hm³/año
 - Vertidos de aguas residuales: la mitad del consumo estimado.
 - Residuos sólidos:
 - Residuos peligrosos (asbestos, catalizadores con metales pesados, alquitranes ácidos, lodos, o materiales contaminados con aceite).

Petróleo: impactos ambientales

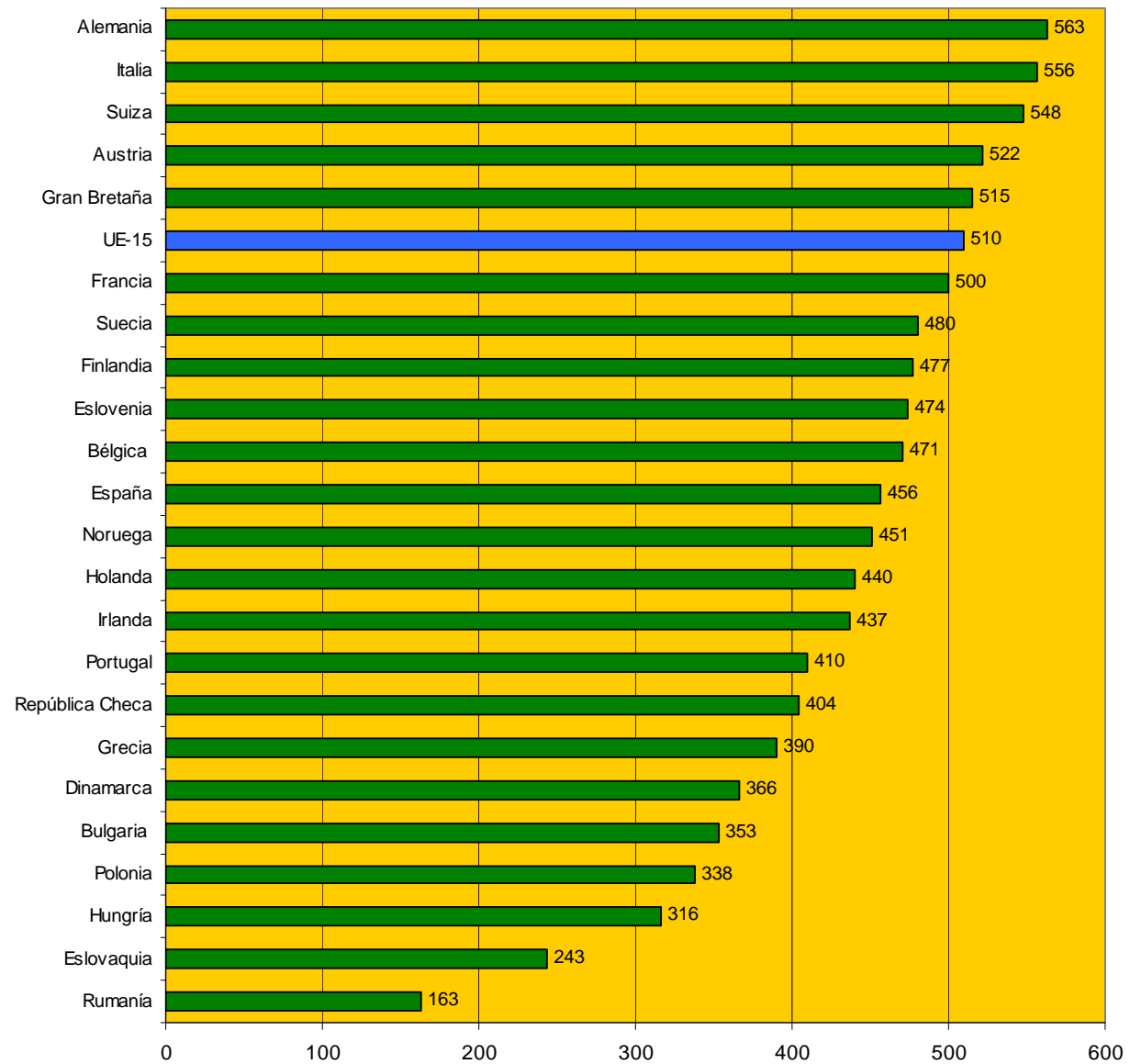
- En el consumo
 - Emisiones de Gases: CO², monóxido de carbono.
 - Residuos plásticos:
 - Acumulados en los giro que son un vórtice de corrientes marinas causadas por la circulación del viento entre los continentes. Hay cinco mayores giros subtropicales y es ahí donde los desechos plásticos se amontonan formando tremendas montañas de plástico que dañan la vida marina,
 - Los nurdles o granza son unas bolitas de plástico, generalmente de menos de cinco milímetros de diámetro, que se mezclan con el zooplancton, pasando a ser ingeridos por los peces junto al plancton.

Vehículos por cada 1000 habitantes



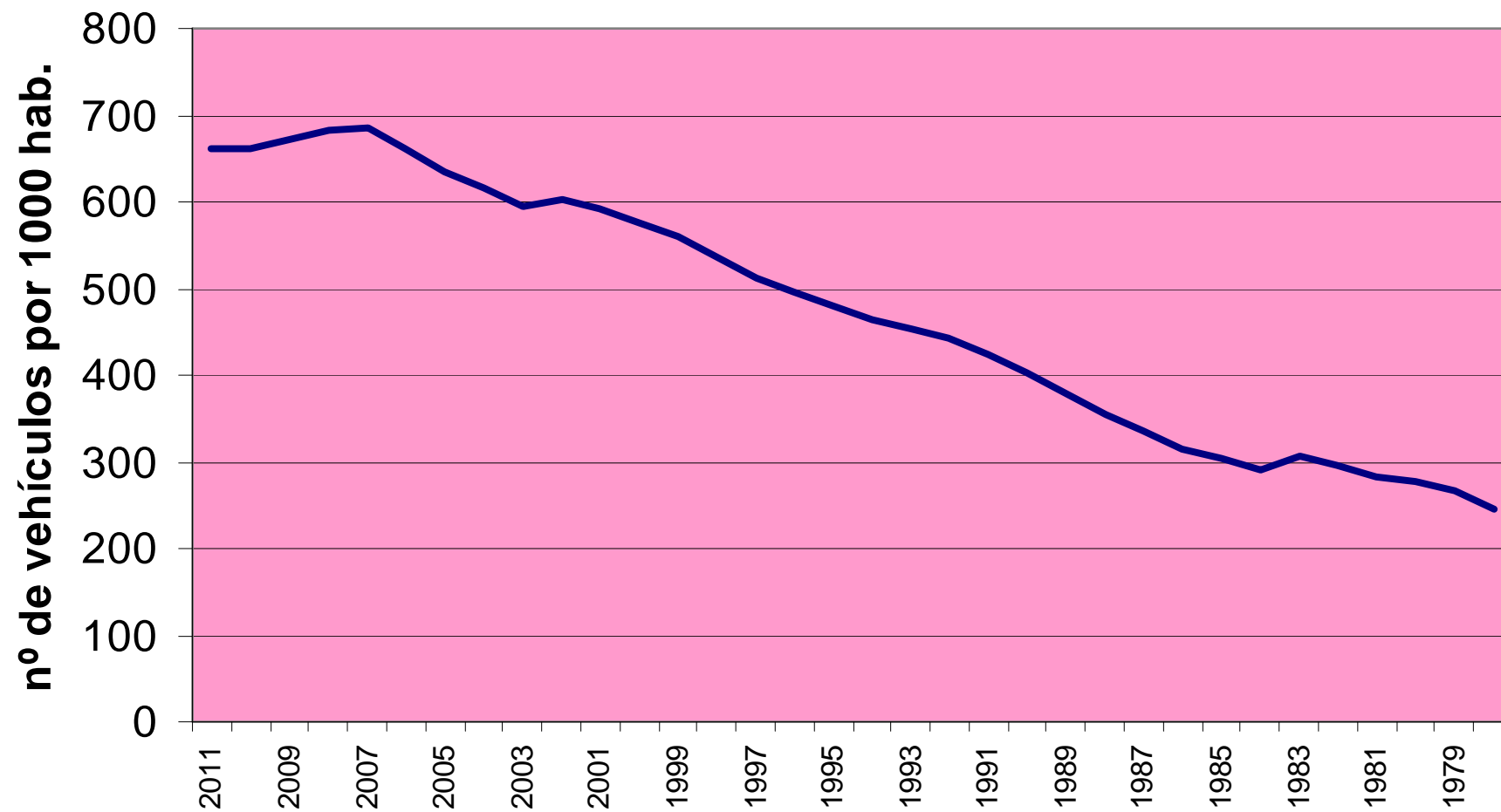
Fuente: World vehicles per capita.svg

Número de Vehículos por cada 1000 hab. 2006



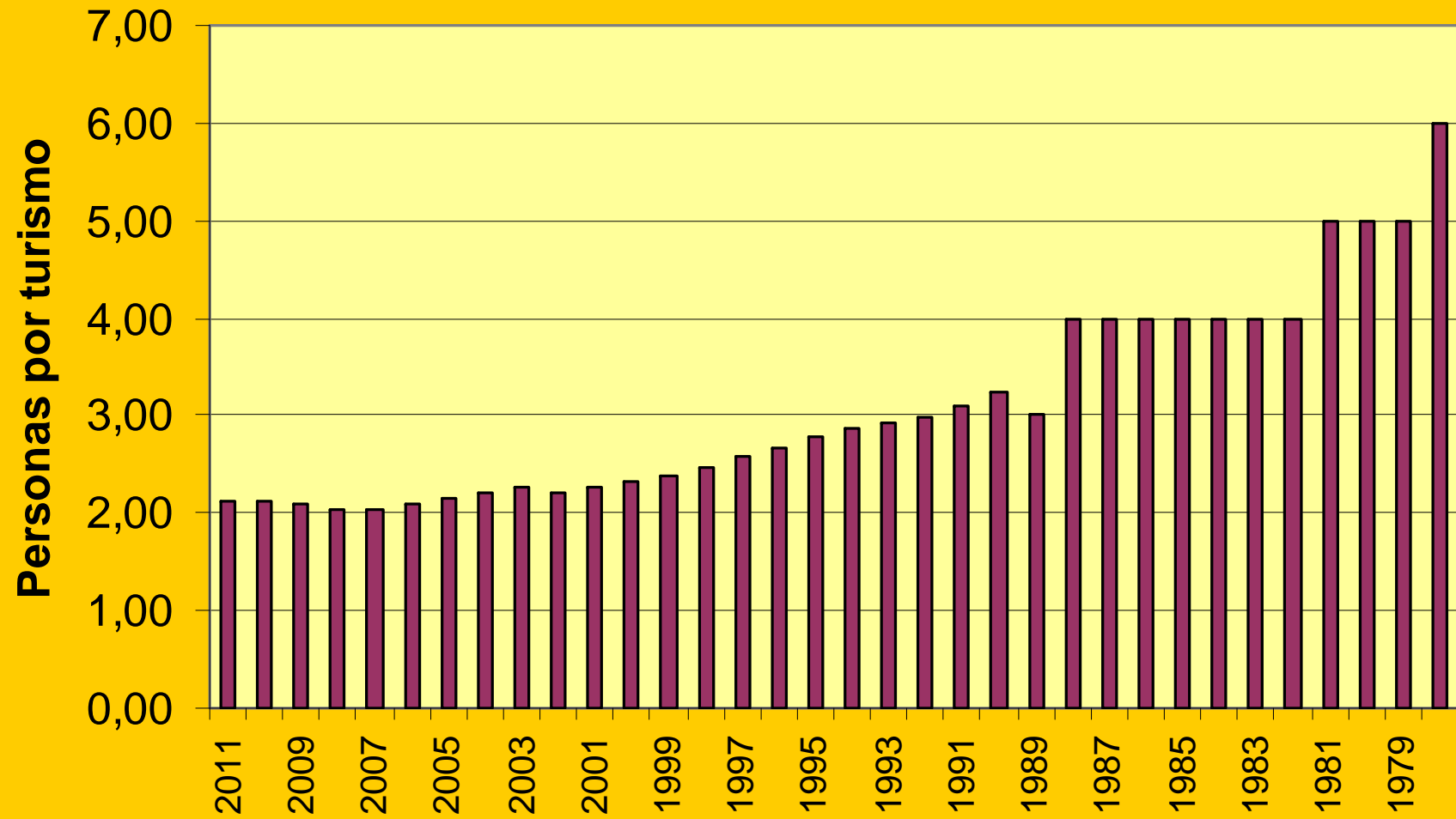
Fuente: OSE-Eurostat.
Elaboración propia

España. Evolución del Parque por 1000 habitantes 1978-2011



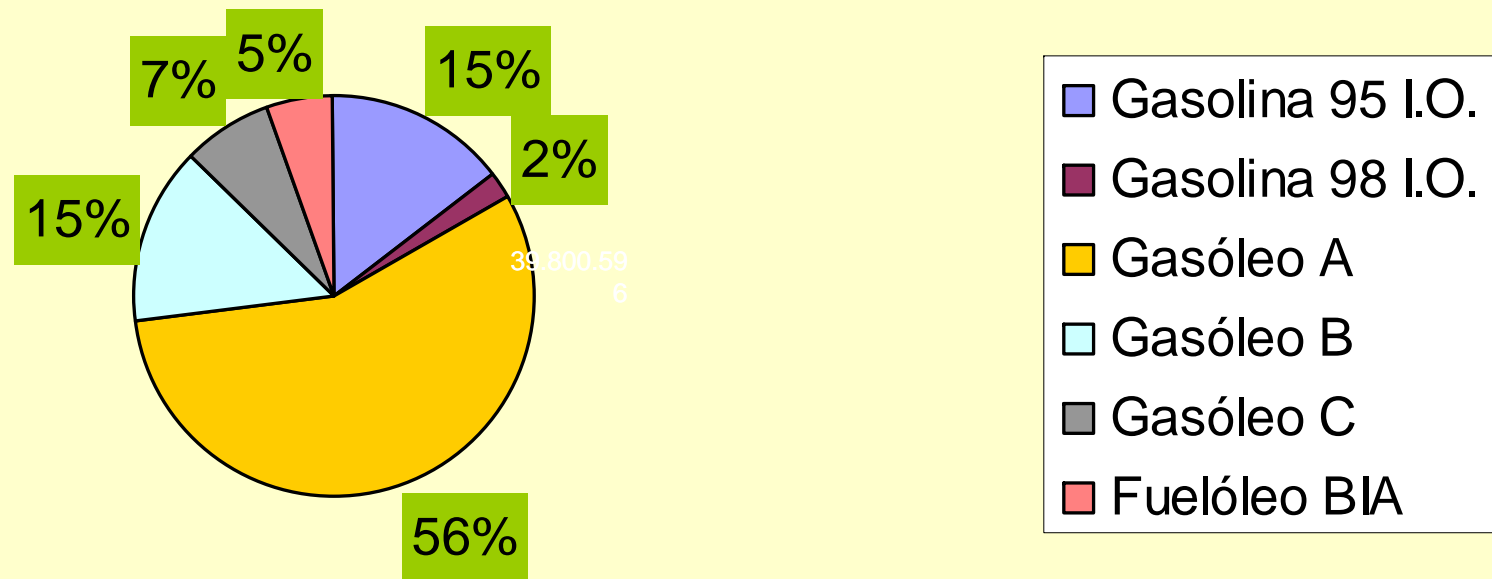
Fuente: DGT. Elaboración propia

España. Evolución de los habitantes por turismo. 1978-2011



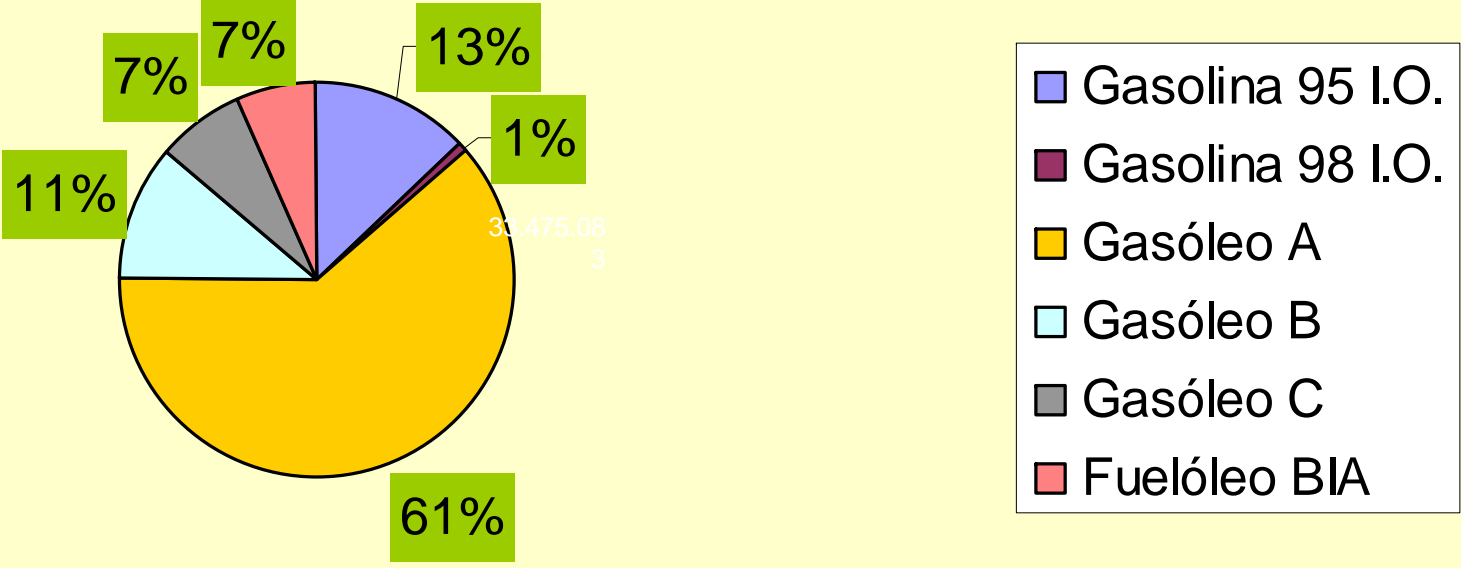
Fuente: DGT. Elaboración propia

España 2004. Consumo de gasolinas, gasóleo y fuel



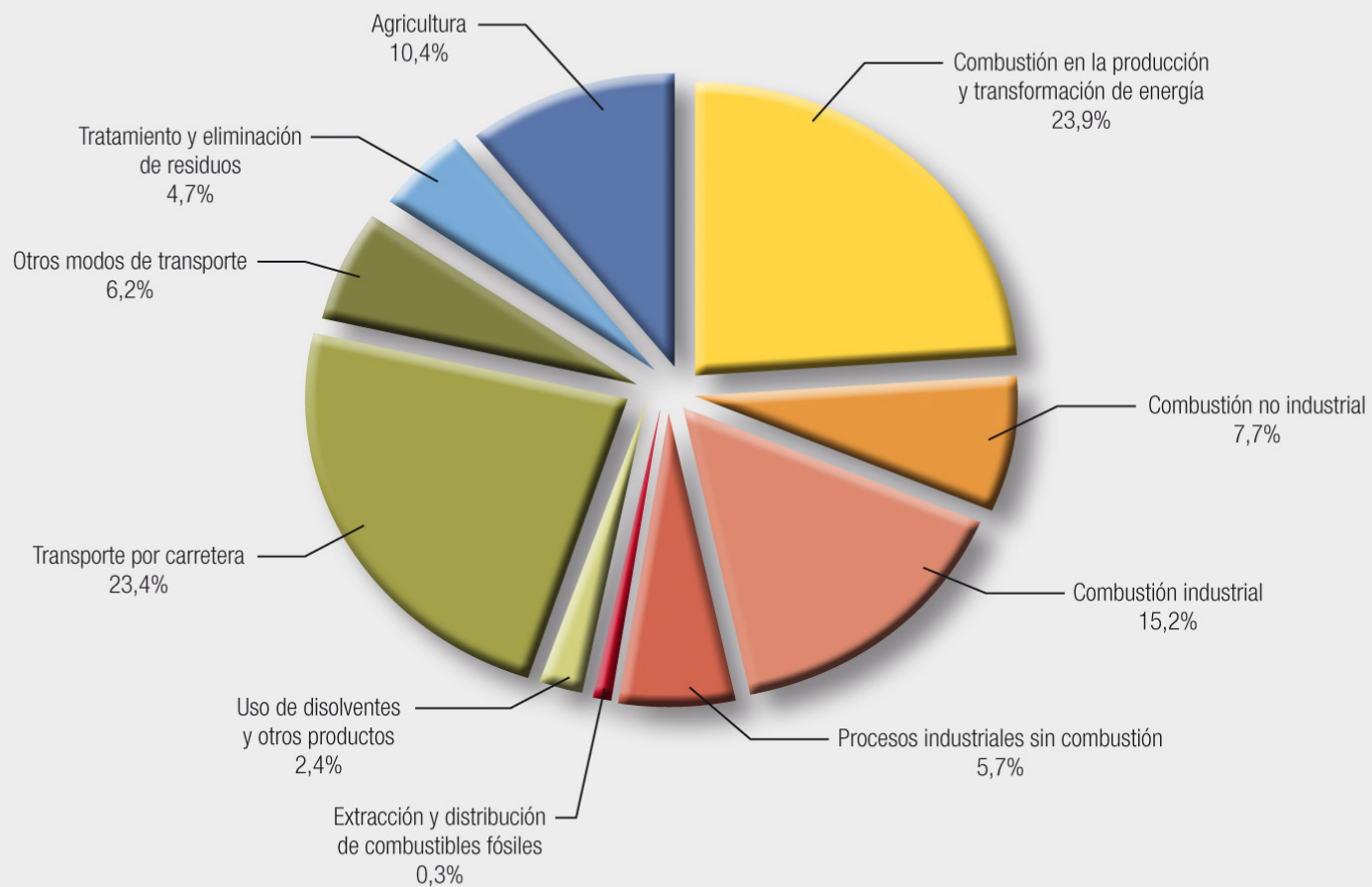
Consumo total 39.800.596 Tn

España 2013. Consumo de gasolinas, gasóleo y fuel



Consumo total 33.475.083 Tn.

/// Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) por sectores. Año 2009 //



Fuente: Observatorio de la Sostenibilidad en España (OSE), a partir de datos de Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM), 2010.

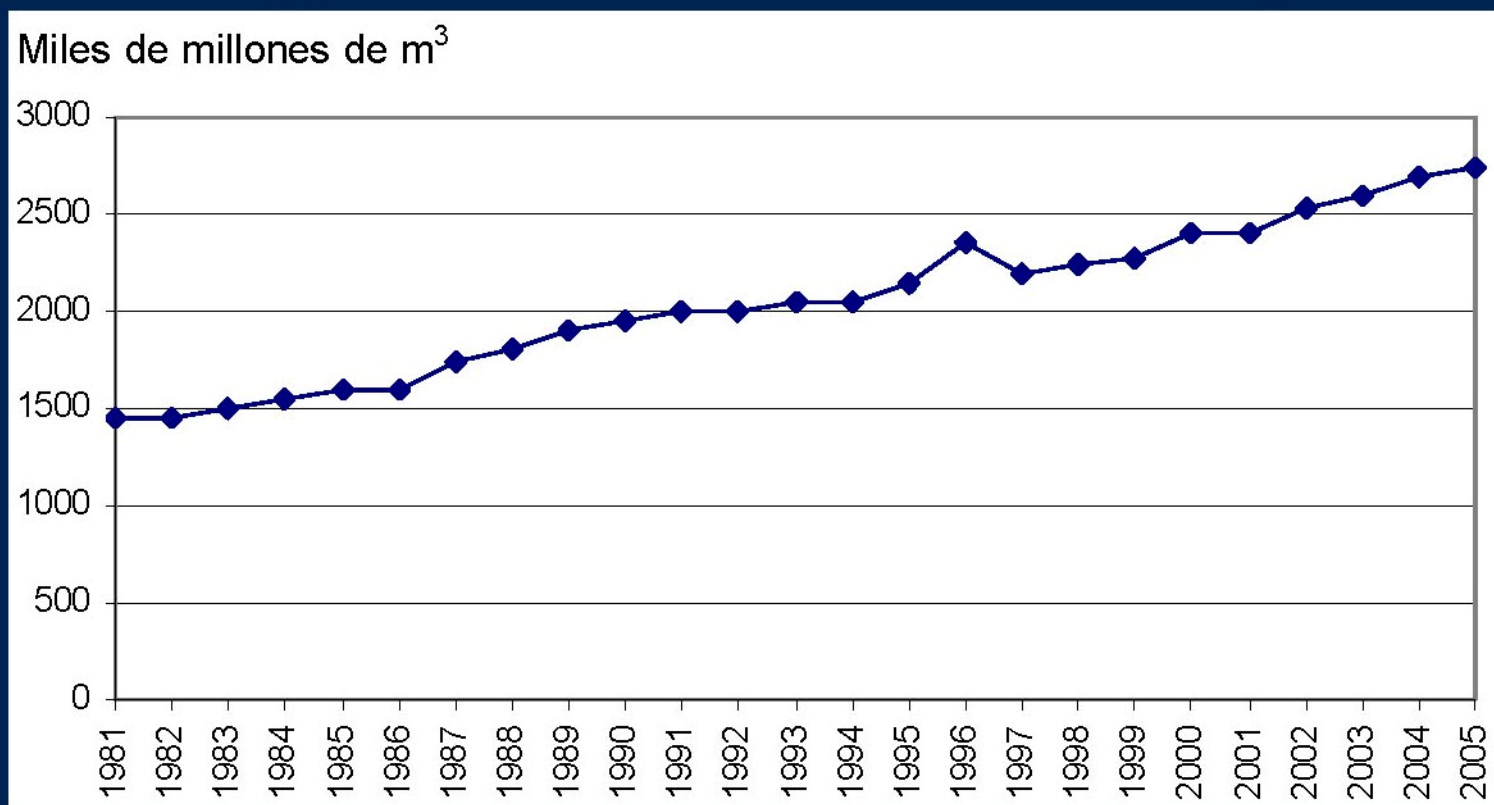
El Gas natural

- Evolución del consumo
- El transporte del gas
- Impacto ambiental

El gas natural

- El gas natural es un compuesto no tóxico, incoloro e inodoro, constituido por una mezcla de hidrocarburos en la que su principal componente es el metano (CH_4), una molécula sencilla formada por un átomo de carbono y 4 átomos de hidrógeno.
- Se estima que la reservas mundiales son de más de 146 billones de metros cúbicos, los cuales, con el nivel actual de consumo, permitirían cubrir la demanda de más de 60 años. El descubrimiento de nuevos yacimientos y las nuevas técnicas de extracción, no obstante, pueden aumentar este cálculo.

Evolución mundial del consumo mundial de Gas natural



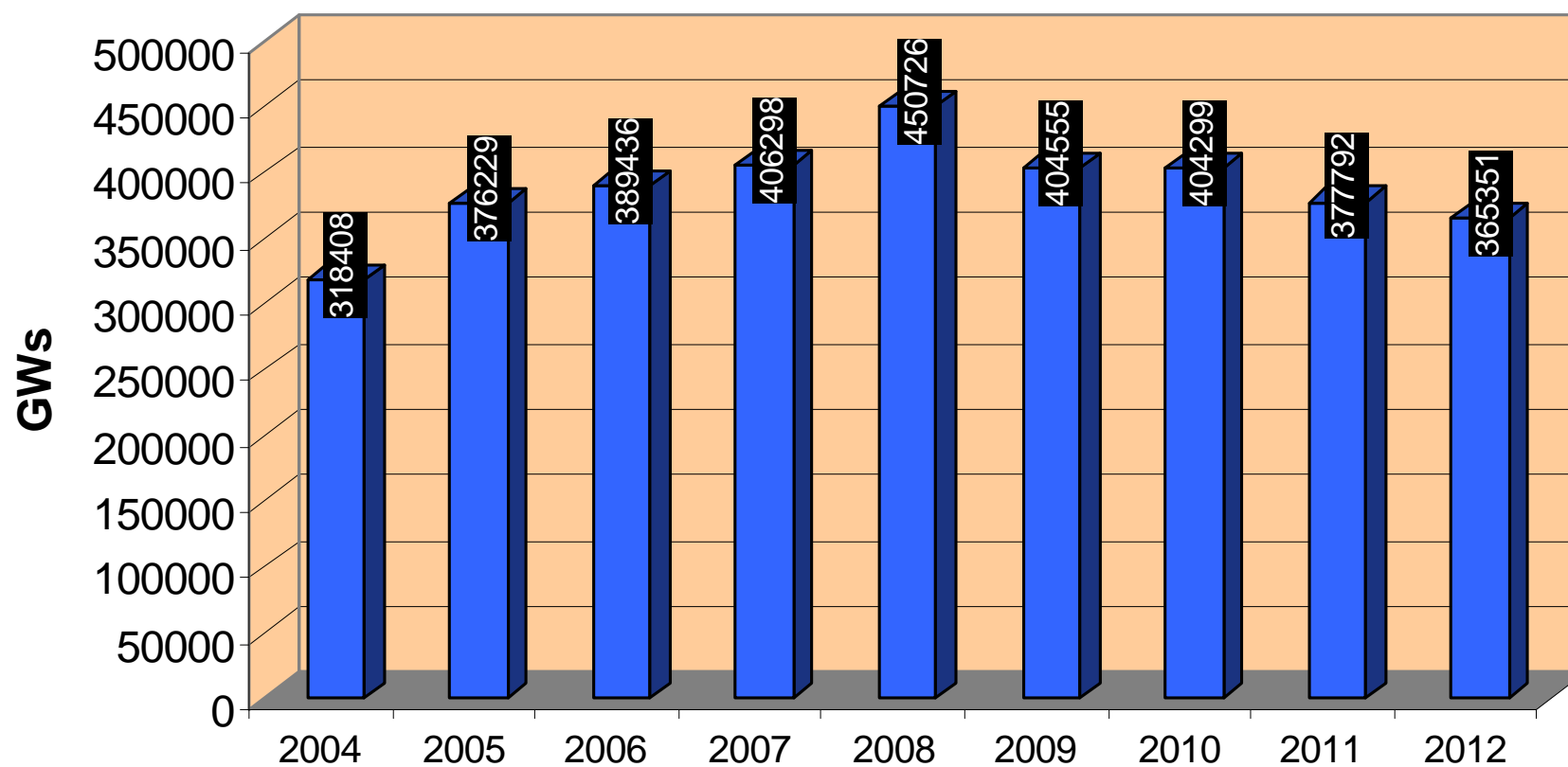
Participación gas natural en consumo energía primaria

21% en 1981

24% en 2005

Gas natural: evolución del consumo

Evolución del consumo de Gas natural España 2004-2012



Fuente: CORES. Elaboración propia

El transporte del gas natural

- El transporte se realiza a través de gasoductos terrestres y marinos de centenares de kilómetros de longitud, cuando el yacimiento y el lugar de destino están conectados mediante esta red de conductos, o de grandes barcos metaneros o criogénicos que lo transportan, en forma líquida (el gas se licua a una temperatura de unos 160 grados bajo cero para reducir su volumen del orden de unas 600 veces, lo que facilita el transporte).
- Cuando el gas circula por los gasoductos lo hace a una presión muy elevada – entre 36 y 70 atmósferas –, y es impulsado cada centenar de kilómetros por medio de estaciones que lo comprimen y lo reenvían a la tubería.

Barco metanero



Fuente: fullquimica.com

Red española de gasoductos

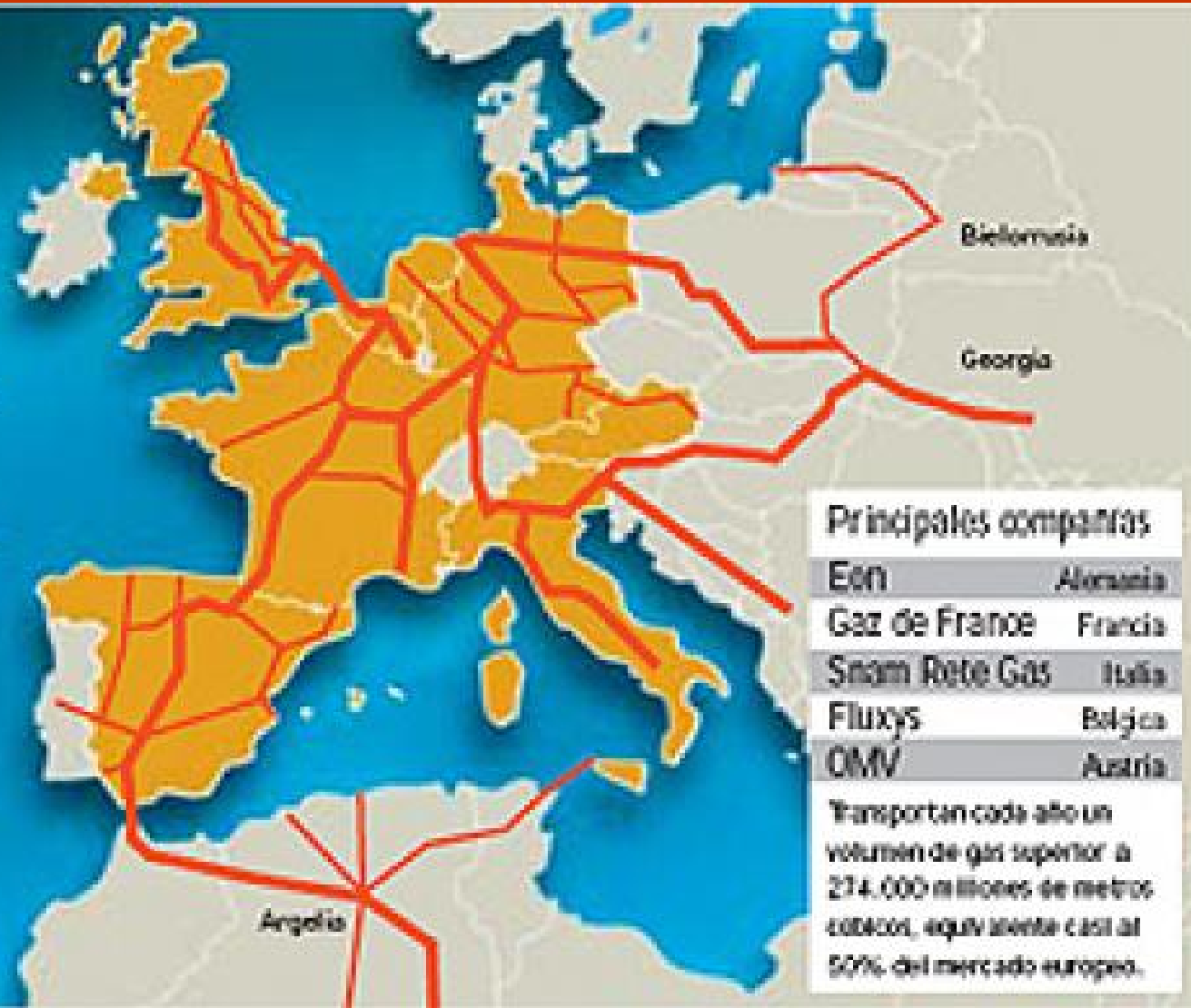


Fuente: Enagas

Red europea de gasoductos

La red de distribución de gas europea

Los principales gasoductos europeos suman más de **107.000 km** que recorren Reino Unido, Holanda, Bélgica, Alemania, Austria, Italia, Francia y España.



Fuente: wormius. El blog de F. Ezquerro

Usos del gas natural

- En la industria

- La ausencia de impurezas – de cenizas o azufre – y el elevado poder calorífico del gas natural hace que se haya convertido en prácticamente imprescindible en sectores como el de la cerámica, el vidrio, la porcelana, la metalurgia, el alimentario, el textil o el del papel. En la industria química, el gas natural juega un doble papel ya que, además de servir de fuente de calor, es una materia primaria para la obtención de diversos productos como el metano, que constituye el producto base en la producción de hidrógeno, metanol, amoníaco o acetileno.

- En los hogares

- Para cocinar, lavar y secar, para obtener agua caliente, calefacción o climatización en verano. Las calderas de calefacción se denominan mixtas, porque producen calor y agua caliente a la vez, y pueden ser individuales o colectivas.

Usos del gas natural

■ En el transporte

- Las propiedades físico-químicas del metano hacen de este gas un excelente combustible, debido a su bajo índice de contaminación atmosférica, y al bajo impacto acústico de los motores. En forma de gas natural comprimido (GNC), el metano se ha utilizado en numerosas experiencias que han demostrado su viabilidad como alternativa a los combustibles fósiles tradicionales. En todo el mundo, ya circulan más de un millón de vehículos impulsados con GNC, que producen hasta un 50% menos de emisiones de CO₂ y un 80% menos de óxidos de nitrógeno (NO_x) que los vehículos accionados por gasolina o gasóleo, y no emiten plomo, azufre ni compuestos aromáticos..

Bus urbano con gas natural. Barcelona



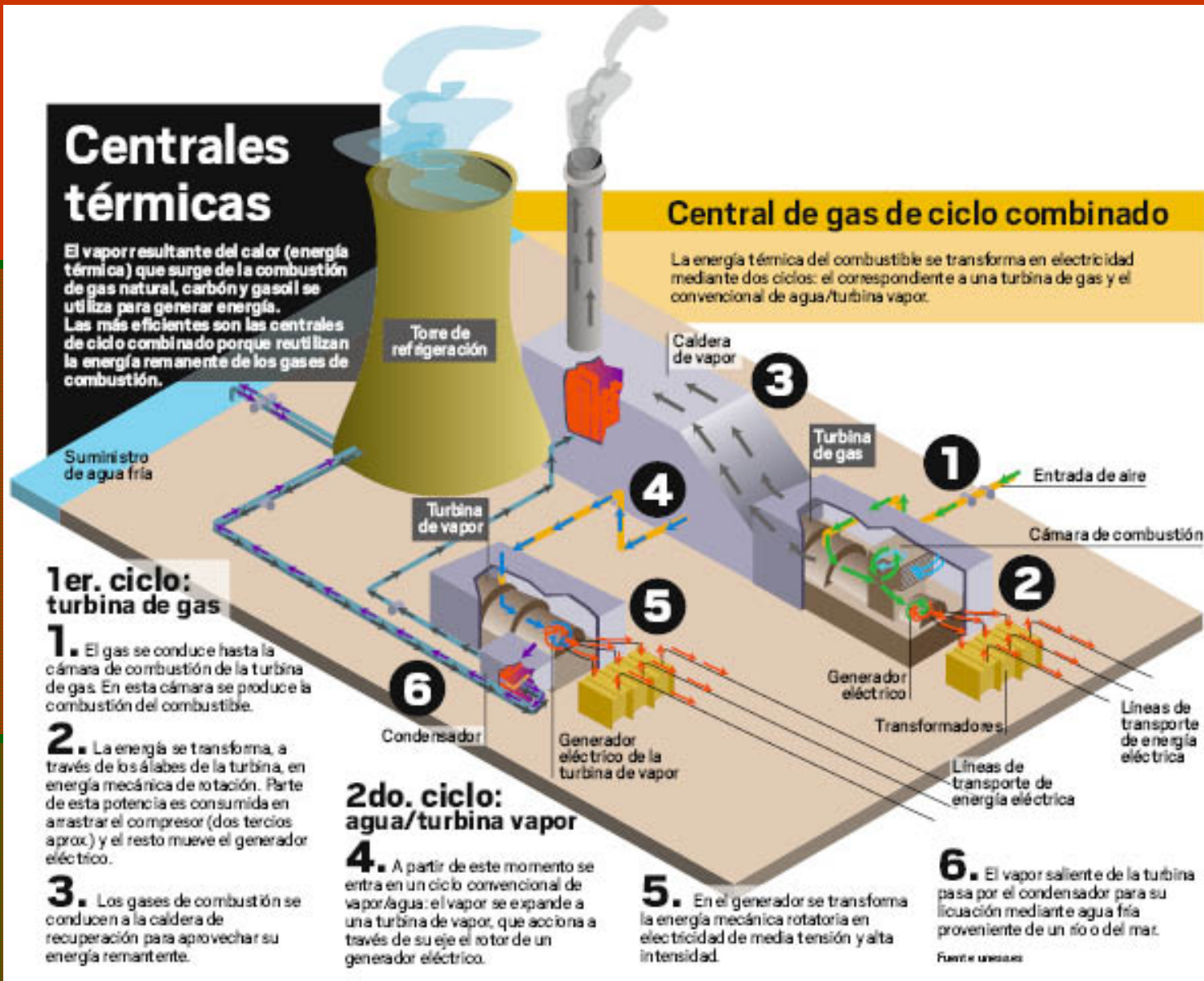
FOTO: Enrique Delgado. 2002

Usos del gas natural

- En la producción de energía eléctrica
 - Las centrales térmicas convencionales, que generan electricidad mediante un sistema caldera-turbina de vapor con un rendimiento global de un 33%.
 - Las centrales de cogeneración termoeléctrica, en las que se obtiene calor y electricidad aprovechando el calor residual de los motores y las turbinas. El calor producido sirve para generar calefacción y aire acondicionado o para calentar agua sanitaria, y la electricidad se utiliza o se envía a la red eléctrica general. Su rendimiento eléctrico depende de la tecnología utilizada, pero puede oscilar entre el 30 y el 40%, mientras que el rendimiento térmico está alrededor del 55%.
 - Las centrales de ciclo combinado (CCGT), que combinan una turbina de gas y una turbina de vapor, y tienen un rendimiento global de un 57% respecto a la energía primaria.

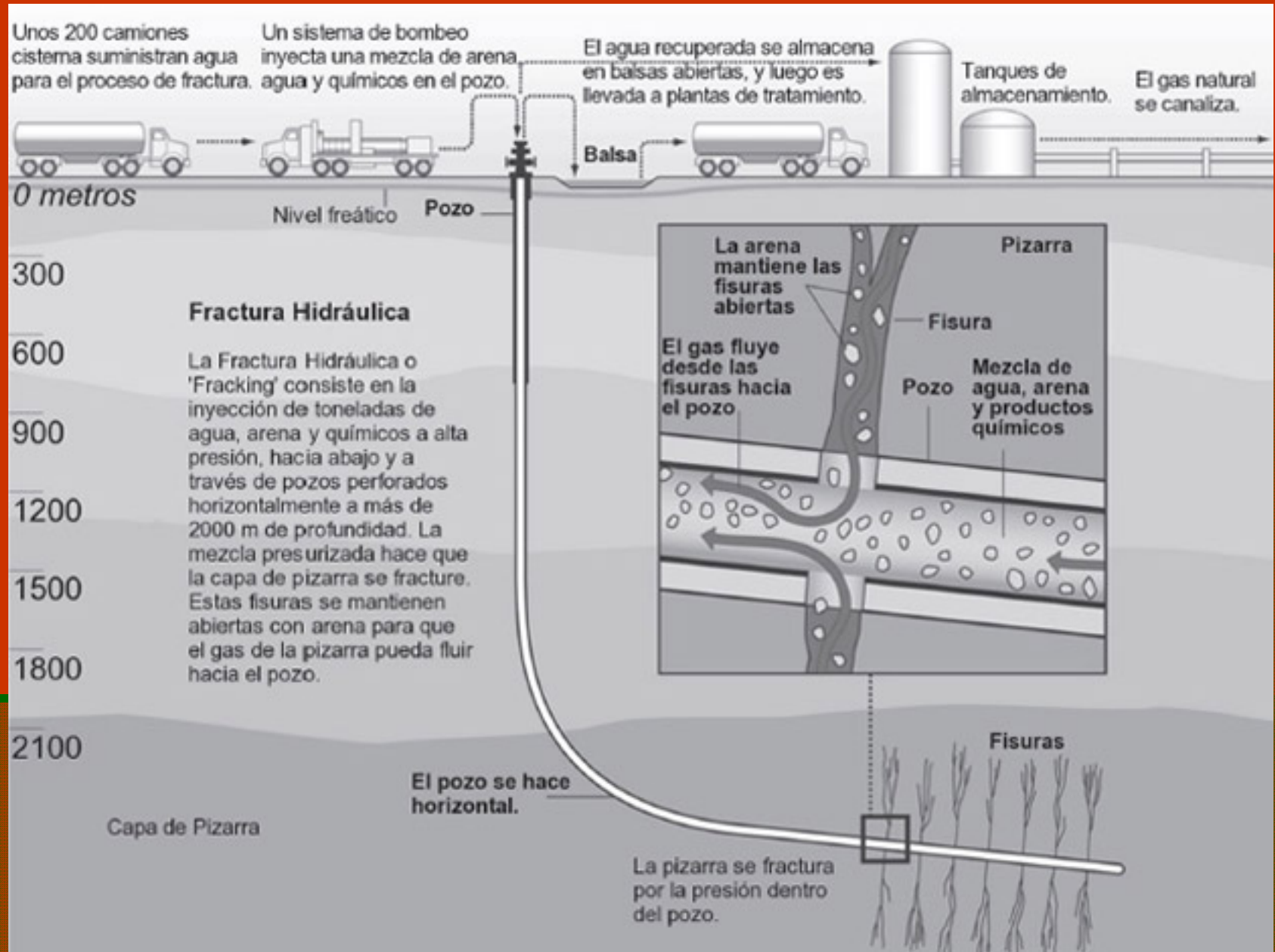
Centrales térmicas

El vapor resultante del calor (energía térmica) que surge de la combustión de gas natural, carbón y gasoil se utiliza para generar energía. Las más eficientes son las centrales de ciclo combinado porque reutilizan la energía remanente de los gases de combustión.



La Fracturación Hidráulica, el *fracking*

- La Fractura Hidráulica, combinada con la perforación horizontal a grandes profundidades, es una técnica agresiva usada para explotar las últimas reservas de gas natural en pizarras.
- Se emplea para extender las pequeñas fracturas varios cientos de metros, inyectando un fluido a una elevada presión (entre 345 y 690 atmósferas).
- Cada pozo es sometido a un gran número de fuertes compresiones y descompresiones que ponen a prueba la resistencia de los materiales y la correcta realización de la cementación, de las uniones, del sellado, etc.
- Aproximadamente un 98% del fluido inyectado es agua y un agente de apuntalamiento, (normalmente arena) que sirve para mantener abiertas las fracturas formadas, permitiendo así la extracción posterior del gas a través del tubo de producción. El 2% restante son productos químicos que sirven para lograr una distribución homogénea del agente de apuntalamiento, facilitar el retroceso del fluido, inhibir la corrosión, limpiar los orificios y tubos y como antioxidante, biocida/bactericida...



¿COMO FUNCIONA LA FRACTURACIÓN HIDRÁULICA?

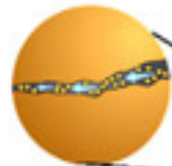
1. Una mezcla de millones de litros de agua tratada químicamente, arena y productos químicos tóxicos se inyecta a alta presión en los pozos perforados.

2. Líquidos tóxicos usados en la fracturación se derraman de las tuberías, válvulas abiertas y vehículos de transporte contaminando los arroyos locales

3. El líquido de la fracturación se filtra por las fisuras y contamina los acuíferos.

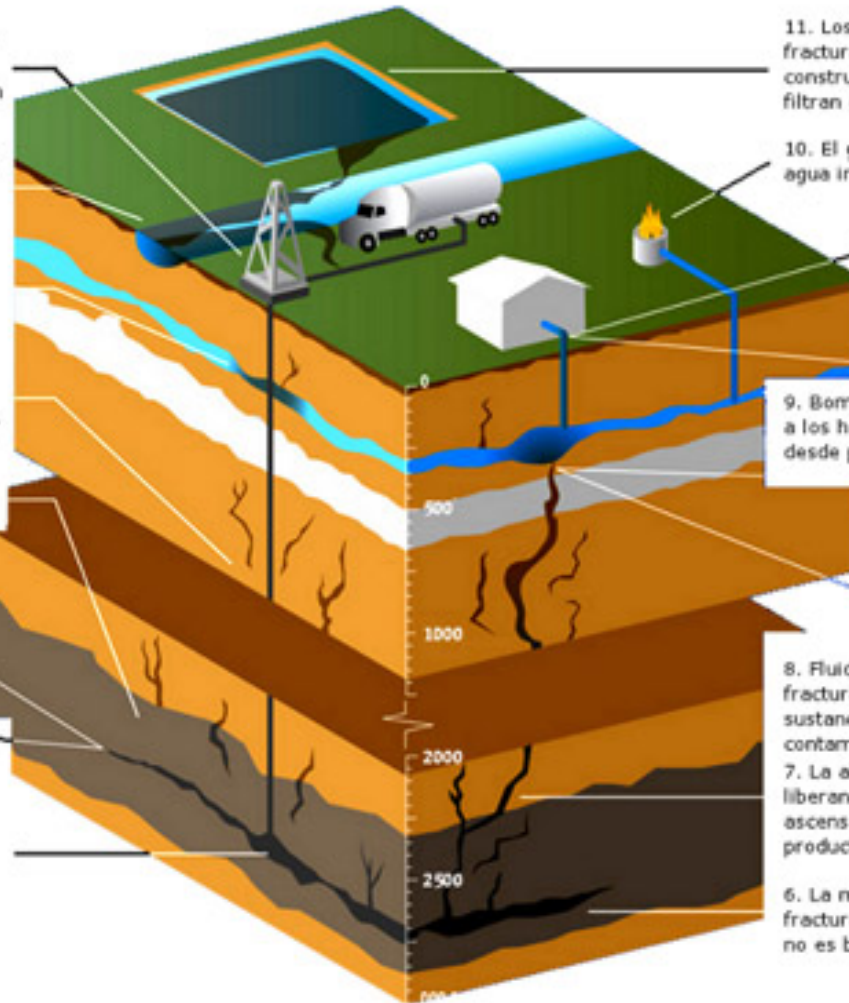
4. El fluido de la fracturación es bombeado 2000 metros o más hacia abajo, y una distancia similar en horizontal para liberar el gas natural.

Formación rocosa contenedora de gas



Agentes de sostén, como la arena tratada químicamente y cerámica mantienen las fracturas abiertas.

5. El fluido inyectado a alta presión crea fracturas y libera el gas natural.



11. Los fluidos tóxicos resultado de la fracturación se vierten en balsas mal construidas, a veces sin aislamiento, y se filtran en los arroyos y acuíferos locales.

10. El gas metano concentrado origina agua inflamable y gases venenosos.



9. Bomba de agua residencial bombean a los hogares agua insana para su uso desde pozos de acuíferos contaminados.



8. Fluidos tóxicos producto de la fracturación con benceno, metano y otras sustancias cancerígenas penetran y contaminan los acuíferos locales.

7. La alta presión genera más fracturas, liberando gas metano y forzando el ascenso por las grietas del líquido tóxico producto de la fracturación.

6. La mayoría del líquido usado en la fracturación permanece en el subsuelo y no es biodegradable.

Los problemas del fracking según Greenpeace

■ Agua:

- La fractura hidráulica consume enormes cantidades de agua. Se requieren entre 9.000 y 29.000 metros cúbicos de agua para las operaciones de un solo pozo. Esto podría causar problemas con la sostenibilidad de los recursos hídricos.
- Se sabe muy poco de los peligros ambientales asociados con los productos químicos que se añaden a los fluidos usados para fracturar la roca, productos que equivalen a un 2% del volumen de esos fluidos. Se sabe que hay al menos 260 sustancias químicas presentes en alrededor de 197 productos, y algunos de ellos se sabe que son tóxicos, cancerígenos o mutagénicos. Estos productos pueden contaminar el agua debido a fallos en la integridad del pozo y a la migración de contaminantes a través del subsuelo.
- Entre un 15% y un 80% del fluido que se inyecta para la fractura vuelve a la superficie como agua de retorno, y el resto se queda bajo tierra, conteniendo los aditivos de la fractura. Entre las sustancias disueltas a partir de la formación rocosa, donde está el gas durante el proceso de fractura, se encuentran metales pesados, hidrocarburos y elementos naturales radiactivos.

Los problemas del fracking según Greenpeace

■ Agua:

- ✚ No se puede descartar una posible contaminación de los acuíferos subterráneos y de las aguas superficiales debido a las operaciones de la fractura hidráulica y a la disposición de las aguas residuales, ya sea a través de una planta de tratamiento de agua o directamente a las aguas superficiales. Estos productos químicos pueden, por lo tanto, ser vertidos en los acuíferos y fuentes de aguas subterráneas que alimentan los suministros públicos de agua potable. Incluso pequeñas cantidades de hidrocarburos cancerígenos son perjudiciales para los seres humanos. En algunos casos, estas aguas residuales son mínimamente procesadas antes de ser vertidas a las aguas que alimentan los suministros públicos, y a veces son retenidas en los estanques que más tarde pueden verter estos productos químicos al medio ambiente.

Los problemas del fracking según Greenpeace

- **Contaminación atmosférica**
- Se ha registrado benceno, un potente agente cancerígeno, en el vapor que sale de la "pozos de evaporación", donde a menudo se almacenan las aguas residuales del fracking. Las fugas en los pozos de gas y en las tuberías también pueden contribuir a la contaminación del aire y a aumentar las emisiones de gases de efecto invernadero. El gran número de vehículos que se necesitan (cada plataforma de pozos requiere entre 4.300 y 6.600 viajes en camión para el transporte de maquinaria, limpieza, etc.) y las operaciones de la propia planta también pueden causar una contaminación atmosférica significativa si tenemos en cuenta los gases ácidos, hidrocarburos y partículas finas.

Los problemas del fracking según Greenpeace

- **Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)**
 - Es crucial conocer y cuantificar las fugas de metano a la atmósfera y cuestiona ya a la industria del fracking que asegura que son inferiores al 2%. Sin embargo, un reciente estudio de la Universidad de Colorado, en Boulder, determina que en el área conocida como la cuenca Denver-Julesburg (EE.UU) las fugas son del 4%, sin incluir las pérdidas adicionales en el sistema de tuberías y distribución. Esto es más del doble de lo anunciado. Cabe recordar que el metano tiene una capacidad como gas de efecto invernadero 25 veces superior al dióxido de carbono.
 - Los promotores del fracking defienden que el uso de este gas permitiría ser más independientes energéticamente y disminuir la quema de carbón. Sin embargo, los expertos determinan que, a menos que las tasas de fuga de metano extraído, por esta técnica, se pueda mantener por debajo del 2%, la sustitución de este gas por el carbón no es un medio eficaz para reducir la magnitud del cambio climático en el futuro.

Plantas de fracking en Hungría



Fuente. bbj.hu

Impactos ambientales del fracking

- Consumo de enormes cantidades de agua, tanto para la mezcla que se inyecta como para el almacenamiento de gas obtenido.
- Problemas para gestionar la mezcla de agua, gas y sustancias nocivas resultantes de la inyección. (Desborde en las piscinas de almacenaje).
- Ruidos e impactos visuales.
- Impactos en el paisaje, destroza numerosas hectáreas en las que se ubican las plantas de extracción.
- Contaminación de tierras, aguas subterráneas y superficiales (metano, productos tóxicos y cancerígenos, radioactividad y metales pesados).
- Pequeños seísmos, que en caso concreto del Permiso de Urraca incrementan ampliamente el riesgo puesto que la central nuclear de Garoña se encuentra ubicada próxima a las nuevas plantas de extracción de gas.
- Contaminación del aire (benceno, tolueno, xileno, disulfuro de carbono y metano).
- Afecciones a la salud humana por la utilización de 17 tóxicos para organismos acuáticos, 38 tóxicos agudos, 8 cancerígenos probados, 6 sospechosos de ser cancerígenos, 7 elementos mutagénicos

La energía nuclear

- El uranio
- La evolución de la energía nuclear
- Los problemas ambientales asociados a esta energía

Extracción del uranio

- 150 minerales distintos contienen uranio, aunque es la Pechblendita el mineral más rico en uranio.
- Se extrae en yacimientos subterráneos o a cielo abierto.
- La concentración de uranio en los yacimientos es de 10 Kg/tonelada de mineral extraído.
- En Australia y Canadá se extrae el 50% de uranio que se consume en el mundo. En 2004, 18 países con minas de uranio, se extrajeron 40.219 Toneladas.

Tratamiento del uranio

- De 45 a 50.000 Tn de mineral se extrae 170 Tn de óxido de Uranio (U_3O_8).
 - Se tritura en partículas de 20 mm.
 - Se filtra con agua
 - Se tamiza con soluciones de ácido sulfúrico para separar el U_3O_8 del resto del mineral y se precipita mediante un proceso eléctrico.
 - Se centrifuga y se seca el uranio en un horno a $700^{\circ}C$ y se obtiene un concentrado de color amarillo “yellow cake” con una concentración del 99% de óxido de uranio.

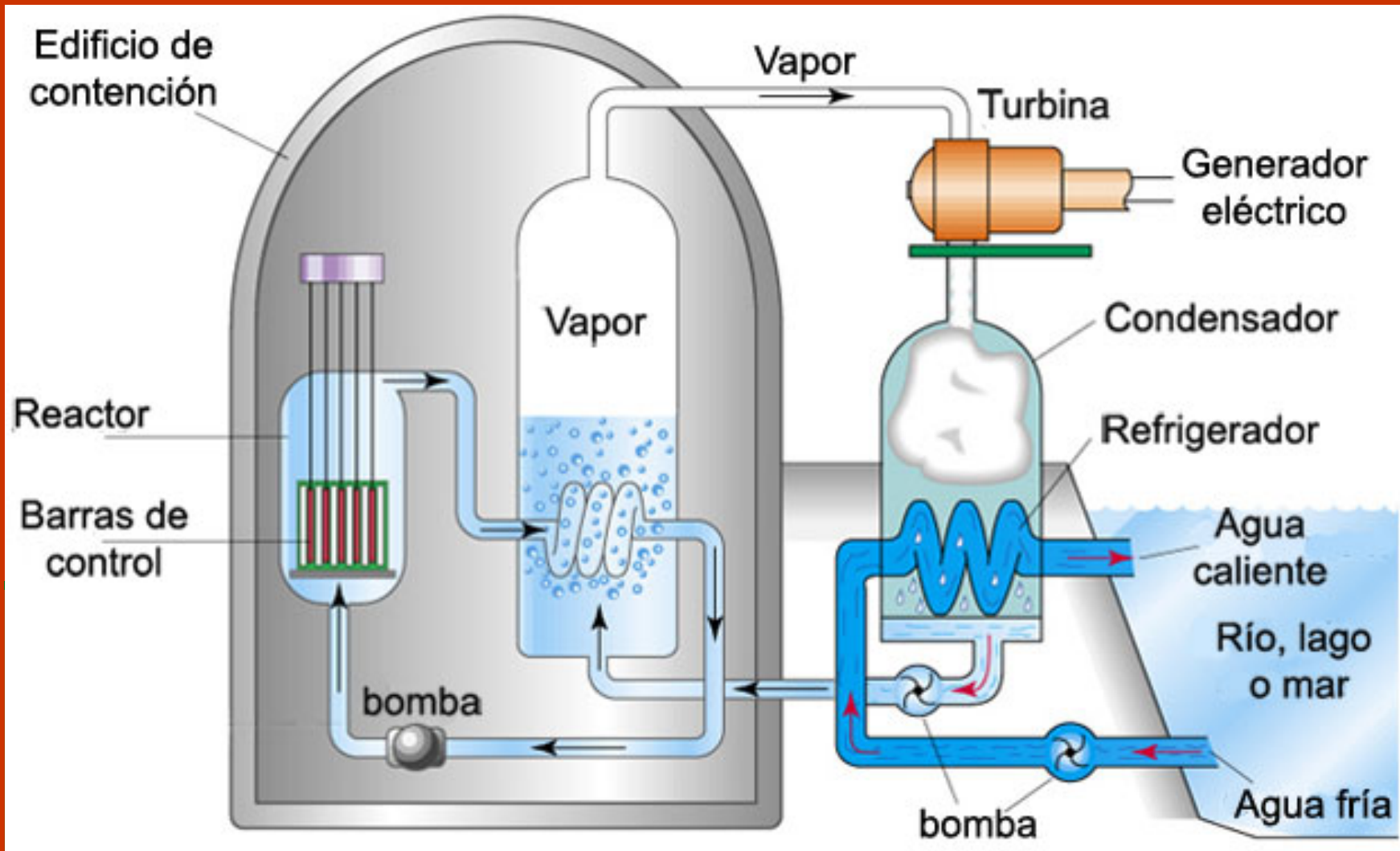
Enriquecimiento del uranio

- Se traslada a las plantas de enriquecimiento
- El concentrado de uranio se purifica y se transforma en un gas (hexafluoruro de uranio) altamente corrosivo y reactivo. De 170 Tn de U_3O_8 se obtienen 24 Tn de uranio gaseoso con una proporción de U-235 del 0,7%.
- El enriquecimiento, mediante el centrifugado, consiste en incrementar la proporción de U-235 (el isótopo empleado en la fisión nuclear) hasta el 33%.
- Se descarta el uranio empobrecido U-238, que se utilizará para la producción de munición.

El combustible de uranio

- El hexafluoruro de uranio se transforma en óxido de uranio, un material cerámico que se prensa en forma de pastillas.
- Las pastillas se encapsulan en unas varillas metálicas llamadas de zircaloy.
- Las varillas se introducen en el núcleo del reactor nuclear y “se queman” de manera que el U-235 se fisiona.
- 20 Tn de combustible nuclear produce ente 7 y 8000 millones de Kw, para lo que serían necesarias 2 millones de Tn de hulla en una central térmica.

Funcionamiento de una Central Nuclear



Los residuos nucleares

- Cada 12-24 meses hay que sustituir las varillas de combustible gastado, cuya concentración le hace inoperativo.
- Los restos, altamente radiactivos y elevada temperatura, se sumergen en una piscina refrigerada en las que se enfrían durante un plazo que oscila entre 3 y 5 años.
- El reprocesamiento del combustible gastado consiste en extraer el uranio y el plutonio y reciclarlo mediante un complicado proceso químico.
 - El uranio, en forma de óxido, se vuelve a llevar a una planta de enriquecimiento y el plutonio, directamente a la fase de elaboración de combustible.
 - Los residuos, altamente radiactivos, son solidificados mediante vitrificación y encapsulados en cilindros de acero inoxidable para ser trasladados a los cementerios nucleares.

Los residuos nucleares

- **Los residuos radiactivos** se pueden clasificar según sus características físicas y químicas y por su actividad. Clasificándolos por su actividad tenemos:
 - **Residuos nucleares de alta actividad**, compuestos por los elementos del combustible gastado.
 - **Residuos nucleares de media actividad**, son radionucleidos producidos en el proceso de fisión nuclear.
 - **Residuos nucleares de baja actividad**, básicamente se trata de las herramientas, ropas y material diverso utilizado para el mantenimiento de una central de energía nuclear.

La energía nuclear en el mundo

- ❑ En la actualidad existen 436 reactores operativos los cuales producen el 17% de la electricidad mundial. A finales de 2012, 65 unidades más se encontraban en construcción en países como China, India, Bulgaria, Japón, Rusia, Corea del Sur, Finlandia y Francia.
- ❑ A estos reactores operativos y en construcción se suman las centrales ya planificadas, que ascienden a 200, destacando el programa 2010 del Departamento de Energía de Estados Unidos (DOE), donde en la actualidad hay unas 30 solicitudes en proceso de autorización.

Mapamundi de centrales nucleares

Cada punto (•) representa una planta



Energía Nuclear en España



Fuente: Foro Nuclear. org

Accidentes nucleares

- **Three Mile Island (1979)**

- **¿Cómo sucedió?** El accidente comenzó cuando hubo un fallo en un circuito de la planta y comenzó un prolongado escape de agua radiactiva a través de los circuitos de refrigeración del reactor. Se produjo mientras la planta operaba al 97% de sus 1.000 megavatios de potencia y fue consecuencia de procedimientos erróneos por parte de los operadores. Los fallos pusieron en estado crítico el sistema de enfriamiento del reactor produciendo una grave fuga de materiales radiactivos a los circuitos secundarios que obligaron a evacuar la planta y sus alrededores.
- **¿Qué consecuencias tuvo?** No hubo víctimas mortales, pese a que en el momento del accidente unas 25.000 personas residían en zonas a menos de ocho kilómetros de la central. Aún así, miles de habitantes fueron evacuados ante la nube radiactiva que se formó, de unos treinta kilómetros cuadrados.
- Las consecuencias económicas y de relaciones públicas sí fueron importantes, y el proceso de limpieza largo y costoso (duró diez años). Además, el accidente redujo notablemente la confianza de la población en las centrales nucleares porque fue el más grave de la historia hasta ese momento.

Accidentes nucleares

■ Chernobil (1986)

- El accidente ocurrió cuando el equipo que operaba en la central se propuso realizar una prueba con la intención de aumentar la seguridad del reactor. Durante la prueba en la que se simulaba un corte de suministro eléctrico, un aumento súbito de potencia en el reactor 4 de esta central nuclear produjo el sobrecalentamiento del núcleo del reactor nuclear lo que terminó provocando la explosión del hidrógeno acumulado en su interior.
- Fueron arrojadas a la atmósfera unas 200 toneladas de material fisible con una radiactividad equivalente a entre 100 y 500 bombas atómicas como la que fue lanzada sobre Hiroshima.
- Causó directamente la muerte de 31 personas, forzó al gobierno de la URSS a la evacuación de unas 135.000 personas y provocó una alarma internacional al detectarse radiactividad en diversos países de Europa septentrional y central. Según los expertos ucranianos, Chernóbil se cobró la vida de más de 100.000 personas en Ucrania, Rusia y Bielorrusia -los países afectados por la catástrofe-, cifra que organizaciones ecologistas, como Greenpeace, elevan hasta 200.000. Aunque las conclusiones de los estudios coinciden en que miles de personas afectadas por la contaminación han sufrido o sufrirán en algún momento de su vida efectos en su salud. El cierre definitivo de la central se completó en el año 2000. Todavía hay una zona de exclusión alrededor de la instalación en la que la vida humana es imposible.

Accidentes nucleares

■ Fukushima (2011)

- El terremoto de 8,9 grados en la escala de Richter cerca de la costa nororiental de Japón trae como consecuencia un tsunami con olas de hasta 10 m.
- Automáticamente se paran todos los reactores nucleares de la región.
- Central nuclear de Onagawa. Se paran automáticamente sus tres unidades.
- Central nuclear de Fukushima Daiichi. Se paran automáticamente las unidades 1, 2 y 3. Las unidades 4, 5 y 6 estaban paradas por mantenimiento periódico. La refrigeración de esta central requiere energía eléctrica y tienen generadores por si se corta el suministro. Sin embargo inicialmente no hay suministro eléctrico y los motores diesel están estropeados debido a la inundación tras el tsunami. Posteriormente se solucionó el problema de suministro de energía eléctrica pero la presión en el reactor ya era muy elevada (a más temperatura mayor presión).
- Central nuclear Fukushima Daini. Se paran automáticamente sus 4 unidades.
- Central nuclear Tokai. Dispone de una sola unidad que se ha parado automáticamente.
- Actualmente Japón cuenta con 54 reactores nucleares en operación que producen aproximadamente el 29% de su energía eléctrica.



Fuente: journeys4good.com

Accidentes nucleares

- Fukushima (2011)

- El reactor número tres de la central nuclear de Fukushima Daiichi sufre una explosión de hidrógeno. Se arroja desde helicópteros y se le inyecta agua de mar mezclada con ácido bórico al reactor para refrigerarlo y tener la integridad del recinto de contención controlado.
- La situación en los seis reactores de la central nuclear es muy grave: se observan importantes ABC destrozos en los reactores 3 y 4. El reactor número 4 ha registrado hoy incendio. En los reactores 1 y 2 las barras de combustible nuclear también han quedado total o parcialmente dañadas. En el reactor 5, que está apagado, el nivel del agua continúa bajando.

Accidentes nucleares

- Fukushima (2011)
 - Según la OIEA ha encontrado yodo radiactivo en productos alimenticios en la prefectura de Fukushima. Si bien la duración de la radioactividad del yodo es corta (unos 8 días) puede resultar perjudicial para la salud. El gobierno asegura que los productos contaminados no llegarán al mercado.
 - Dos trabajadores de la central nuclear fueron hospitalizados al haber recibido altas dosis de radiación mientras continuaban sus tareas para llevar energía eléctrica en el reactor 3 para poder utilizar los sistemas de refrigeración.
 - Se encuentra plutonio en cinco puntos de la central nuclear de Fukushima. Aunque Tepco dice que no supone ningún riesgo para la salud.
 - El gobierno japonés cree que se podrían haber fundido las barras de combustible de plutonio en el segundo reactor de Fukushima. Al entrar en contacto con el agua que se lanzaba para enfriar el reactor explicaría el elevado índice de radiación encontrado en el agua.

Accidentes nucleares

- Fukushima (2011)

- Consecuencias

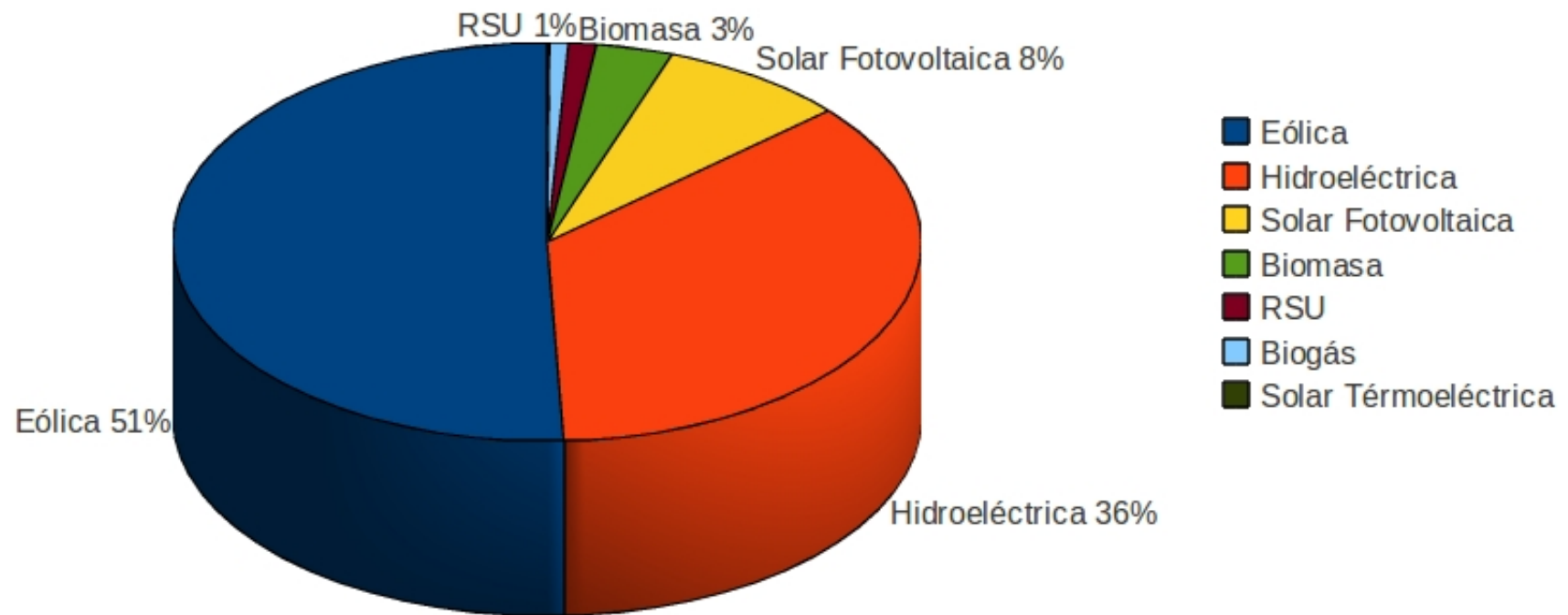
- En un país superpoblado, cientos de kilómetros cuadrados han pasado a ser un desierto demográfico y una zona inhábil para la vida.
 - Durante las próximas décadas, las pesquerías permanecerán degradadas como consecuencia de los escapes de agua radiactiva, de la misma manera que la tierra antes cultivable quedara inservible y contaminada.
 - Unas 200.000 personas, en un radio de 20 km. han sido desalojadas de sus hogares.
 - A la crisis ambiental y social se suma el coste económico del desastre de Fukushima, según el informe de Greenpeace, entre 500.000 y 650.000 millones de Dólares.
 - En Japón, tan solo 2 reactores de los 54 instalados continúan en funcionamiento.

Fuentes de energía

- Renovables
 - Geotérmica
 - Hidráulica
 - Solar
 - Eólica
 - Biomasa
 - Maremotriz

Contribución de cada energía renovable en la estructura de generación eléctrica en España (2009)

(Fuente: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio)



Los beneficios de la energías renovables

- Las energías renovables combaten el cambio climático y por tanto conservan la biodiversidad.
- El carácter autóctono de las energías renovables garantiza la independencia energética y la seguridad de suministro.
- Con las energías renovables ganamos todos en empleo, competitividad, innovación y futuro para las siguientes generaciones.
- Las energías renovables proporcionan una energía democrática, pacífica y segura.
- Las energías renovables cada día son menos costosas, mientras que las energías convencionales cada día son más caras.
- Las energías renovables no son las culpables de la subida de la tarifa eléctrica.

Geotérmica

- Es la energía interna y cinética asociada al vapor de agua que sale directamente a la superficie en zonas volcánicas y al aumento de temperatura que se produce conforme profundizamos en la superficie terrestre. Se transforma en energía eléctrica o en energía térmica para calefacción.

Yacimientos geotérmicos

- **Son puntos en el mapa donde encontramos una mayor temperatura, por cuestiones absolutamente naturales. Pueden ser zonas de grietas o roturas en las placas tectónicas, o zonas con actividad que causan terremotos, erupciones... Hay cuatro tipos de yacimientos:**
 - **Yacimientos de alta temperatura: existe un foco de calor, donde el fluido se almacena a unos 100°C. El foco está rodeado de roca permeable, que a su vez está rodeada por una capa de rocas que presenta grietas.**
 - **Yacimientos de baja temperatura: su temperatura se encuentra entre 100 y 60°C.**
 - **Yacimientos de muy baja temperatura: por encima de 15°C**
 - **Yacimientos de roca caliente: son rocas que se encuentran entre 5 y 8 kilómetros bajo tierra.**

Áreas con Alto Potencial Geotérmico

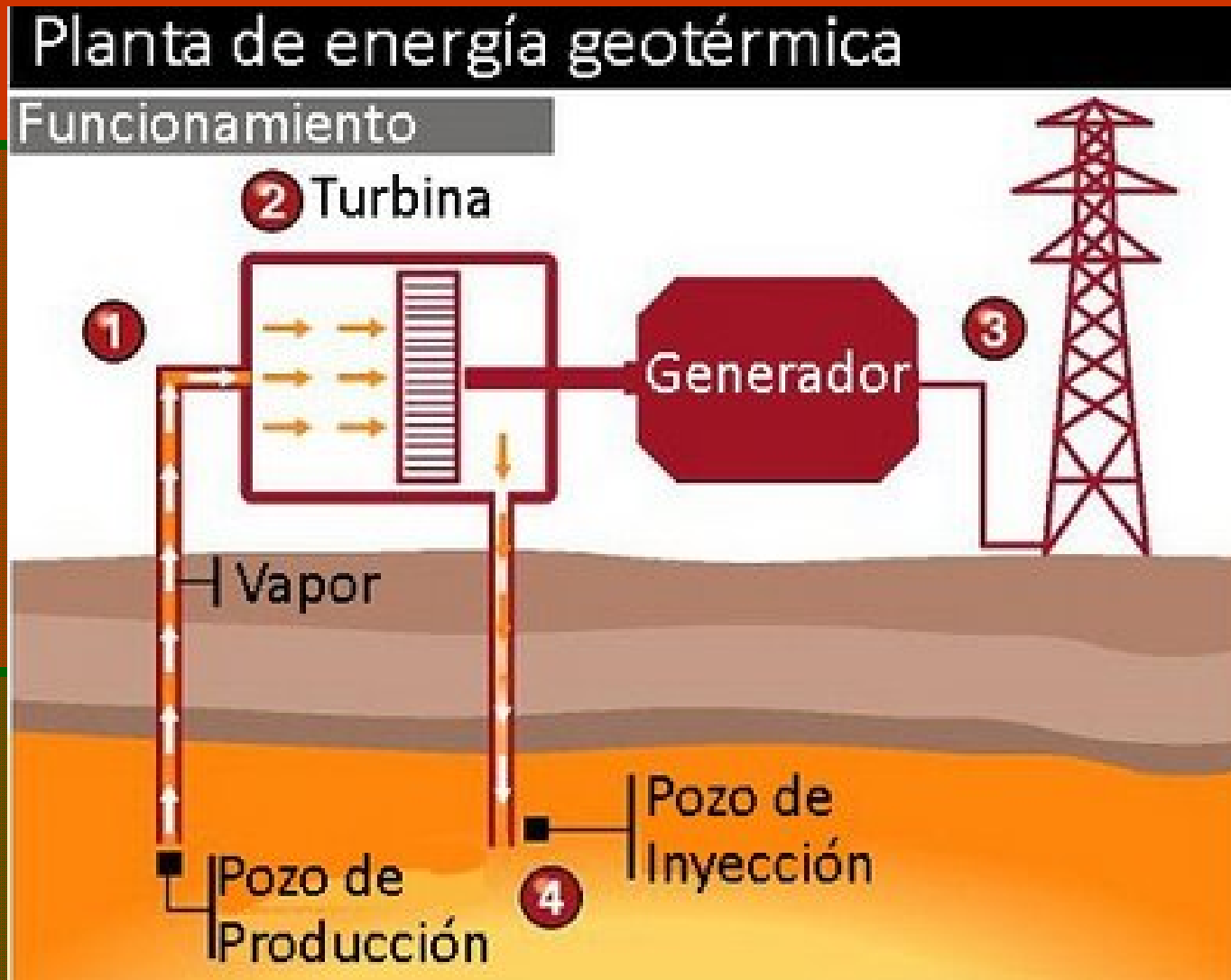


Fuente: Geothermal Education Office (2000)

Fuente: CEMESA

90

Esquema de producción geotérmica



Fuente: ERENOVABLE

Usos

- Aprovechamiento directo del calor para fines industriales o en las conocidas aguas termales.
- Calefacción y calentamiento del agua: Con el establecimiento de redes de agua. También se aprovecha esta red de agua para calentar invernaderos, e incluso en acuicultura, para mantener el agua de las piscifactorías a una temperatura adecuada.
- Refrigeración por absorción: Requieren un equipo específico.
- Generación de electricidad: Captando el calor y utilizando generadores se pueden alimentar ciudades enteras, aunque para ello requieren una gran inversión. Esta tecnología se utiliza en la región de Toscana (Italia) y en California.

Ventajas de la energía geotérmica

□ Ventajas:

- La energía geotérmica está disponible siempre, no presenta variaciones estacionales, diarias... etc.
- Luego de realizada una inversión inicial para la infraestructura, suponen un gran ahorro económico como energético, especialmente si la energía producida se consume de forma próxima al yacimiento.
- Su explotación no produce contaminación acústica.
- Al no utilizar depósitos ni represas, ocupa un menor terreno. Una planta geotérmica ocupa menos espacio que una de gas o una de carbón.
- Menor emisión de CO² respecto a la obtención de energía por combustión

Desventajas de la energía geotérmica

❑ Desventajas:

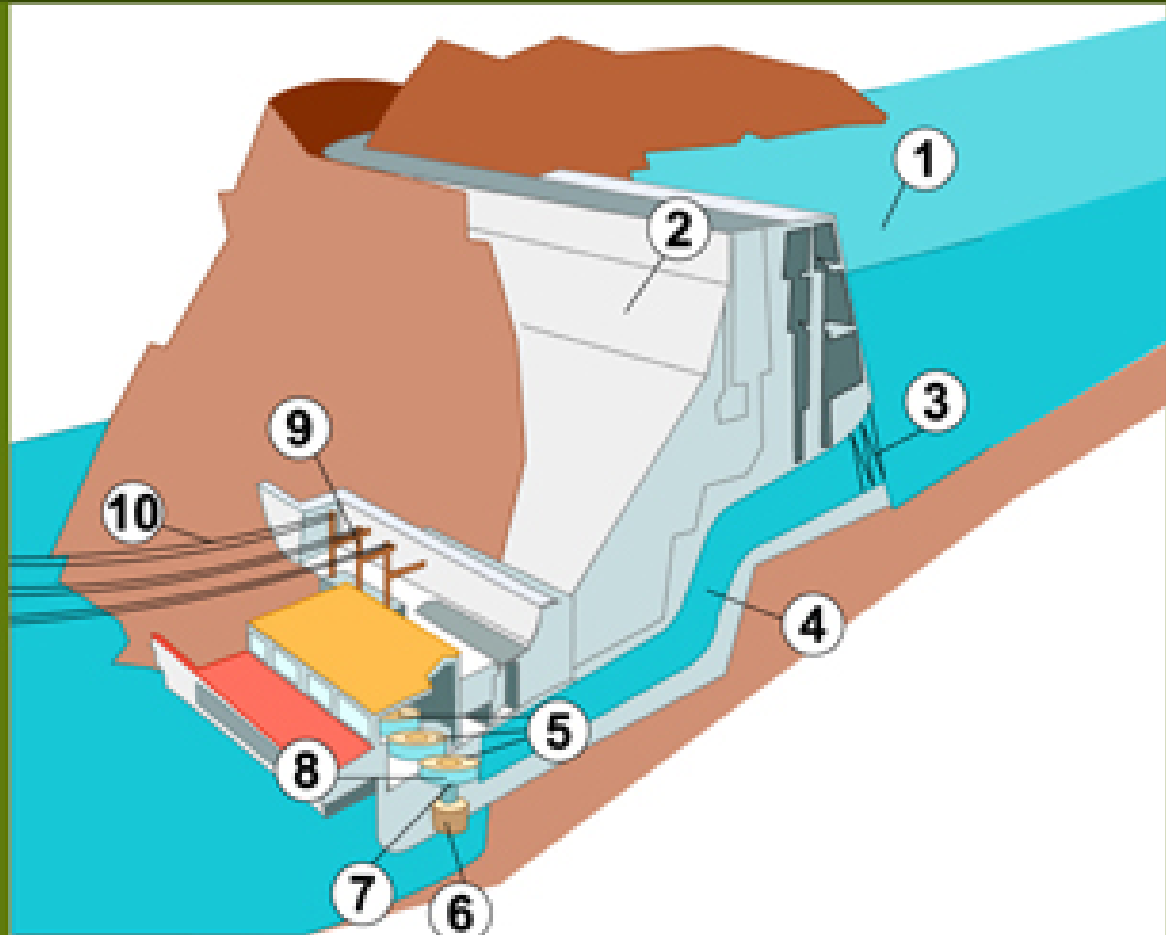
- En algunos yacimientos se desprende ácido sulfhídrico, nocivo para la salud y hasta causante de muerte cuando se emite en grandes cantidades.
- Deterioro del paisaje por contaminación térmica
- No permite ser transportada
- Se debe tener cuidado de no densificar demasiado las zonas de explotación ya que su recuperación llevaría decenas o centenas de años.
- El coste de la perforación crece muy rápidamente cuanto mayor es la profundidad.

Hidráulica

- La energía hidráulica es la que se puede obtener de la energía potencial y/o cinética que contiene el agua, tanto en corrientes, como en saltos de aguas, mareas, etc.
- La energía hidráulica es una energía que se obtiene de la caída del agua desde cierta altura a un nivel inferior lo que provoca el movimiento de ruedas hidráulicas o turbinas a gran velocidad, provocando un movimiento de rotación que finalmente, se transforma en energía eléctrica por medio de los generadores.

CENTRAL HIDROELÉCTRICA

1. Embalse
2. Presa
3. Rejas filtradoras
4. Tubería forzada
5. Conjunto de grupos turbina-alternador
6. Turbina hidráulica
7. Eje
8. Generador eléctrico
9. Transformadores
10. Líneas de transporte de energía eléctrica



CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE BOMBEO



Ventajas de la hidráulica

- **Disponibilidad:** Es un recurso inagotable, en tanto en cuanto el ciclo del agua perdure.
- **"No contamina"** (en la proporción que lo hacen el petróleo, carbón, etc.): Nos referimos a que no emite gases "invernadero" ni provoca lluvia ácida.
- **Produce trabajo a la temperatura ambiente:** No hay que emplear sistemas de refrigeración o calderas, que consumen energía y, en muchos casos, contaminan.
- **Permite realizar actividades de recreo (remo, bañarse, etc.).** Y el suministro para regadíos.
- **Al regular el caudal reduce el riesgo de inundaciones.**
- **No se consume.** Se toma el agua en un punto y se devuelve a otro a una cota inferior.
- **Genera experiencia y tecnología fácilmente exportables a países en vías de desarrollo.**
- **Una vez realizada la inversión es una energía barata, con costes de explotación bajos.**

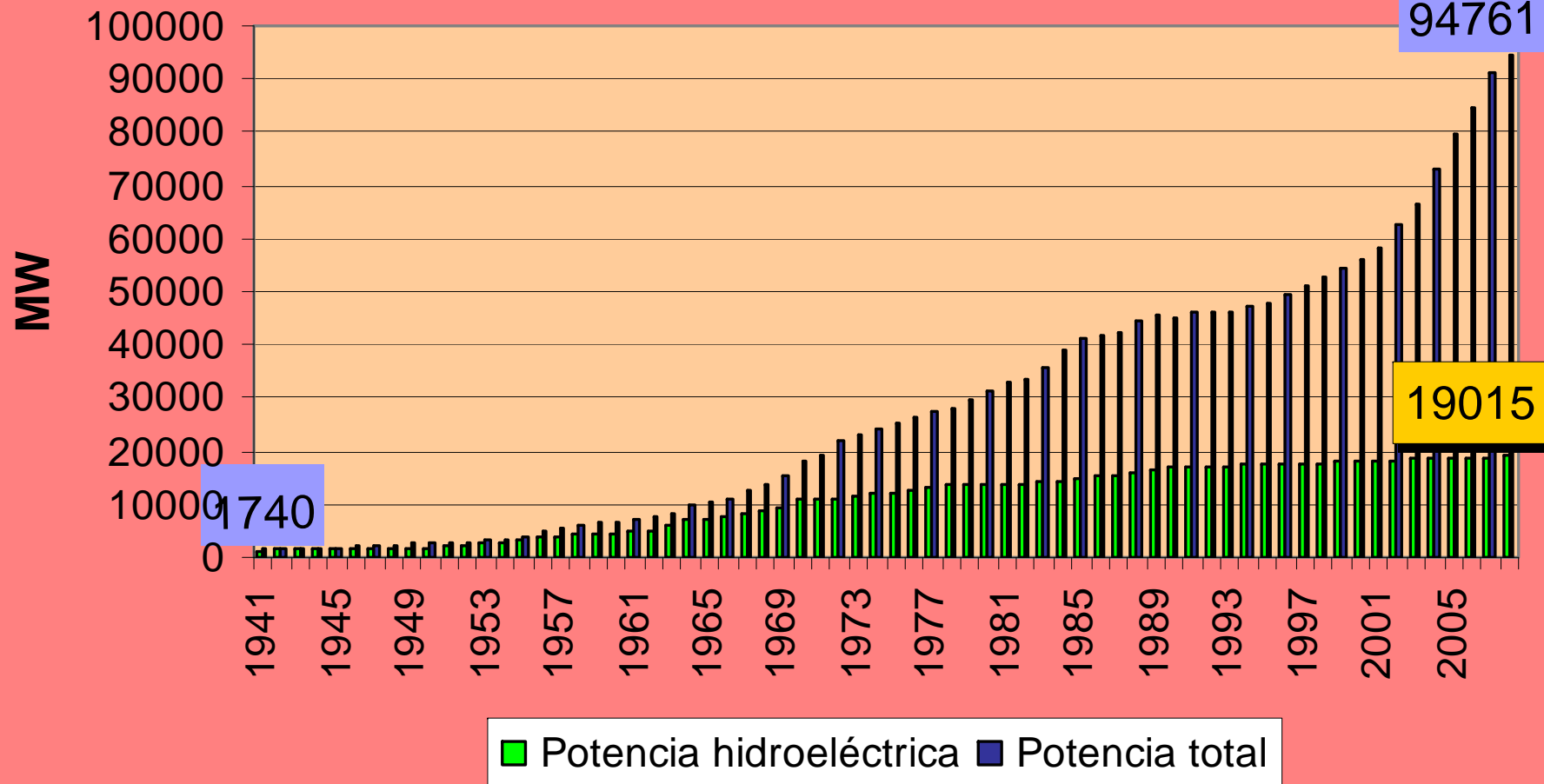
Desventajas de la hidráulica

- **Las presas: obstáculos insalvables.** Salmones y otras especies que tienen que remontar los ríos para desovar se encuentran con murallas que no pueden traspasar.
- **"Contaminación" del agua:** El agua embalsada no tiene las condiciones de salinidad, gases disueltos, temperatura, nutrientes, y demás propiedades del agua que fluye por el río.
- **Privación de sedimentos al curso bajo:** Los sedimentos se acumulan en el embalse empobreciéndose de nutrientes el resto de río hasta la desembocadura.
- **Altera el normal desenvolvimiento de la vida biológica.** Impide el normal desarrollo de la vida los animales.
- **En el caso de las centrales de embalse construidas en regiones tropicales,** estudios realizados han demostrado que generan, como consecuencia del estancamiento de las aguas, epidemias y enfermedades.
- **Las centrales hidráulicas requieren inversiones muy elevadas y el transporte de energía se hace mediante costosas redes.**
- **Dependen de los factores climáticos.** Las centrales no funcionan en períodos de acusada sequía..
- **La construcción de las presas tiene un fuerte impacto paisajístico, y, en muchas ocasiones, sobre el patrimonio cultural**

EVOLUCIÓN DE LAS PRESAS Y EMBALSES DURANTE EL SIGLO XX EN ESPAÑA

	1900	1950	2000
Número de Grandes Presas	58	276	1.195
Volumen Embalsado en Hm³	108	6.142	56.500

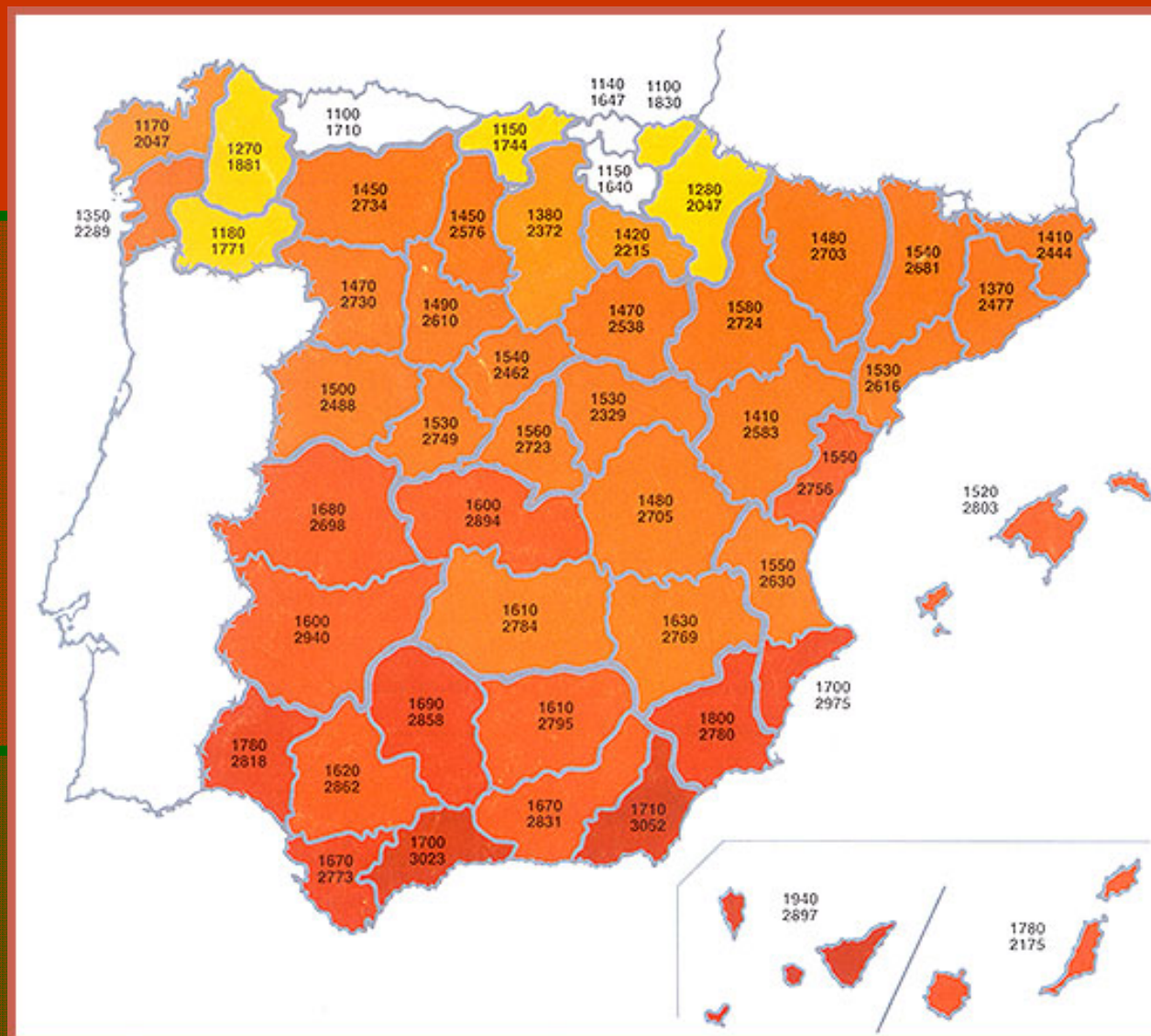
Potencia hidroeléctrica instalada en España y Potencia Total



Solar

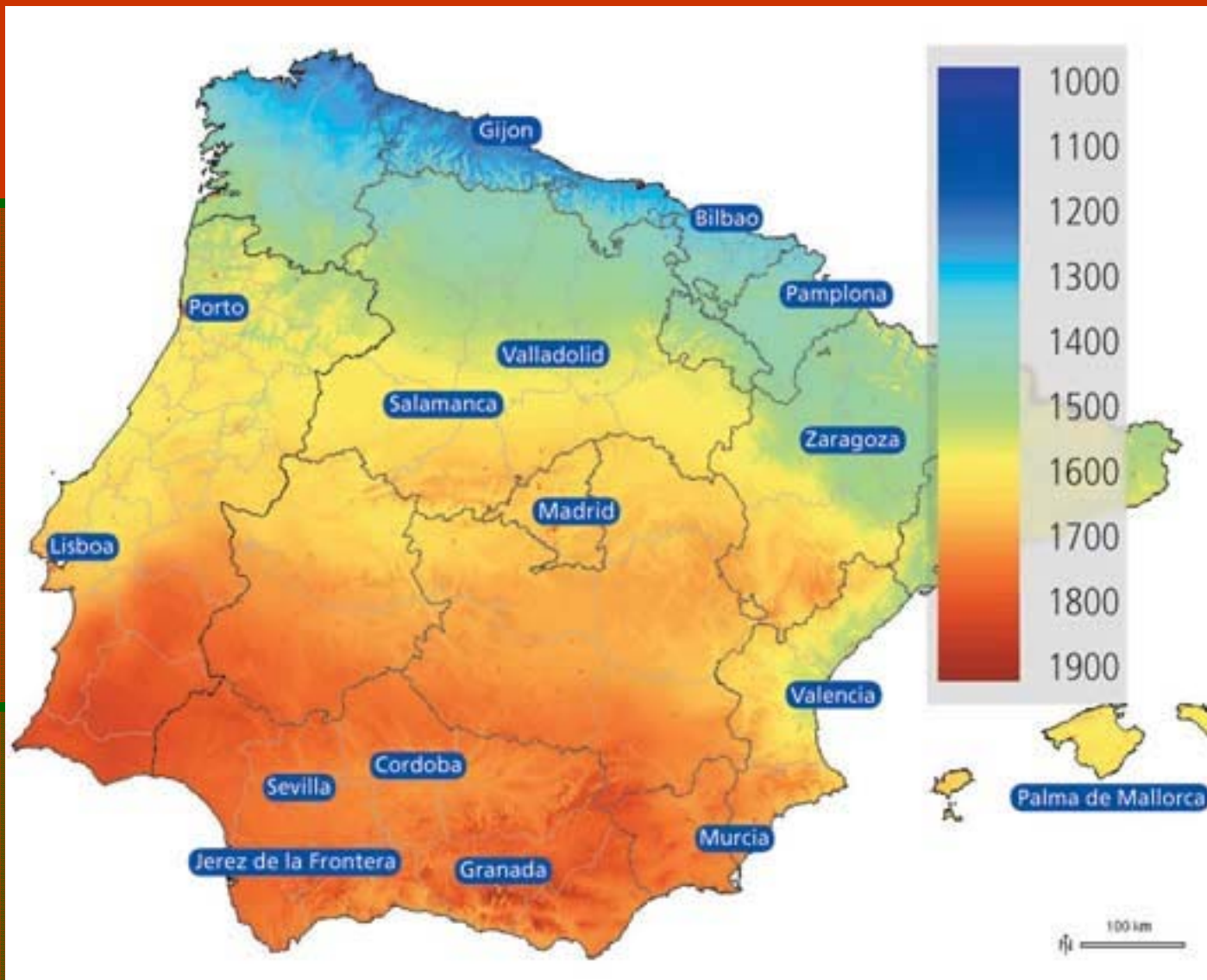
- La **energía solar** es una fuente de energía renovable que se obtiene del sol y con la que se pueden generar calor y electricidad. Existen varias maneras de recoger y aprovechar los rayos del sol para generar energía que dan lugar a los **distintos tipos de energía solar**:
 - La **fototérmica** (que aprovecha el calor a través de los colectores solares).
 - La **fotovoltaica** (que transforma los rayos en electricidad mediante el uso de paneles solares).
 - La **termoeléctrica** (transforma el calor en energía eléctrica de forma indirecta).

Horas de sol anuales. Distribución provincial



Fuente: captasolvent.com

Radiación Solar Global al año en kWh/m²



Fuente: Anasol Energía
fotovoltaica

Energía solar fototérmica

- **Energía solar fototérmica:** aprovecha el calor en sí mismo gracias a unos colectores solares que reciben el calor del sol y lo transfieren a un fluido de trabajo. El calor se utiliza entonces para calentar edificios, agua, mover turbinas, secar granos o destruir desechos peligrosos, entre otros usos.

Colector solar de baja temperatura. Sintra. Portugal



FOTO: Enrique Delgado. 2011

Colectores solares de baja temperatura



Fuente: Wikiciencia



Energía solar fotovoltaica

- **Energía solar fotovoltaica**: transforma los rayos en **electricidad** a través de los paneles solares o de las células fotovoltaicas. Los paneles solares, que están fabricados con silicio (el segundo elemento más abundante de que disponemos, después del oxígeno) que, junto con otros materiales, y al ser excitado por la luz solar, permite que se muevan los electrones y se genere una corriente eléctrica directa. Las células fotovoltaicas, por su parte, atrapan los fotones de la luz solar liberando con ello una carga que se convierte en electricidad.

La generación de energía solar fotovoltaica

- Las placas están formadas por módulos y éstos a su vez por **células fotovoltaicas**. Sus células están formadas por una o varias láminas de material semiconductor y recubiertas de un vidrio transparente que deja pasar la radiación solar y minimiza las pérdidas de calor.
- Las células solares fotovoltaicas convencionales se fabrican de silicio y son bastante eficientes, con unos rendimientos medios de 14-17%, aunque también más caras de producir. Se han empezado a utilizar otros materiales más baratos, células "de segunda generación", aunque sus rendimientos son menores (10-12%).
- Para los sistemas de concentración se usan materiales que forman "multiuniones", aumentando en gran medida el rendimiento y llegando a valores de 25-30%. Se sigue investigando para reducir los costes de producción y aumentar aún más la versatilidad de los módulos, así como la posibilidad de utilizar materiales más abundantes en el planeta.

La generación de energía solar fotovoltaica

- La luz del sol (que está compuesta por fotones) incide en las células fotovoltaicas de la placa, creándose de esta forma un campo de electricidad entre las capas. Así se genera un circuito eléctrico. Cuanto más intensa sea la luz, mayor será el flujo de electricidad. Además, no es necesario que haya luz directa, ya que en días nublados también funciona.
- Las células fotoeléctricas transforman la energía solar en electricidad en forma de corriente continua, y ésta suele transformarse a corriente alterna para poder utilizar los equipos electrónicos que solemos tener en nuestras casas.
- El dispositivo que se encarga de esta transformación se denomina inversor. El inversor transforma la corriente continua en corriente alterna con las mismas características que la de la Red eléctrica a la que va a verse, controlando la uniformidad y calidad de la señal.

Huerto solar fotovoltaico



Módulo fotovoltaico

La radiación solar incide sobre las células fotovoltaicas agrupadas en módulos que convierten la luz del sol en electricidad.



Estación meteorológica

Mide la radiación solar, la temperatura ambiente y la del módulo, y la velocidad del viento.



Líneas de transporte

Distribuyen la electricidad lista para su consumo



Inversor

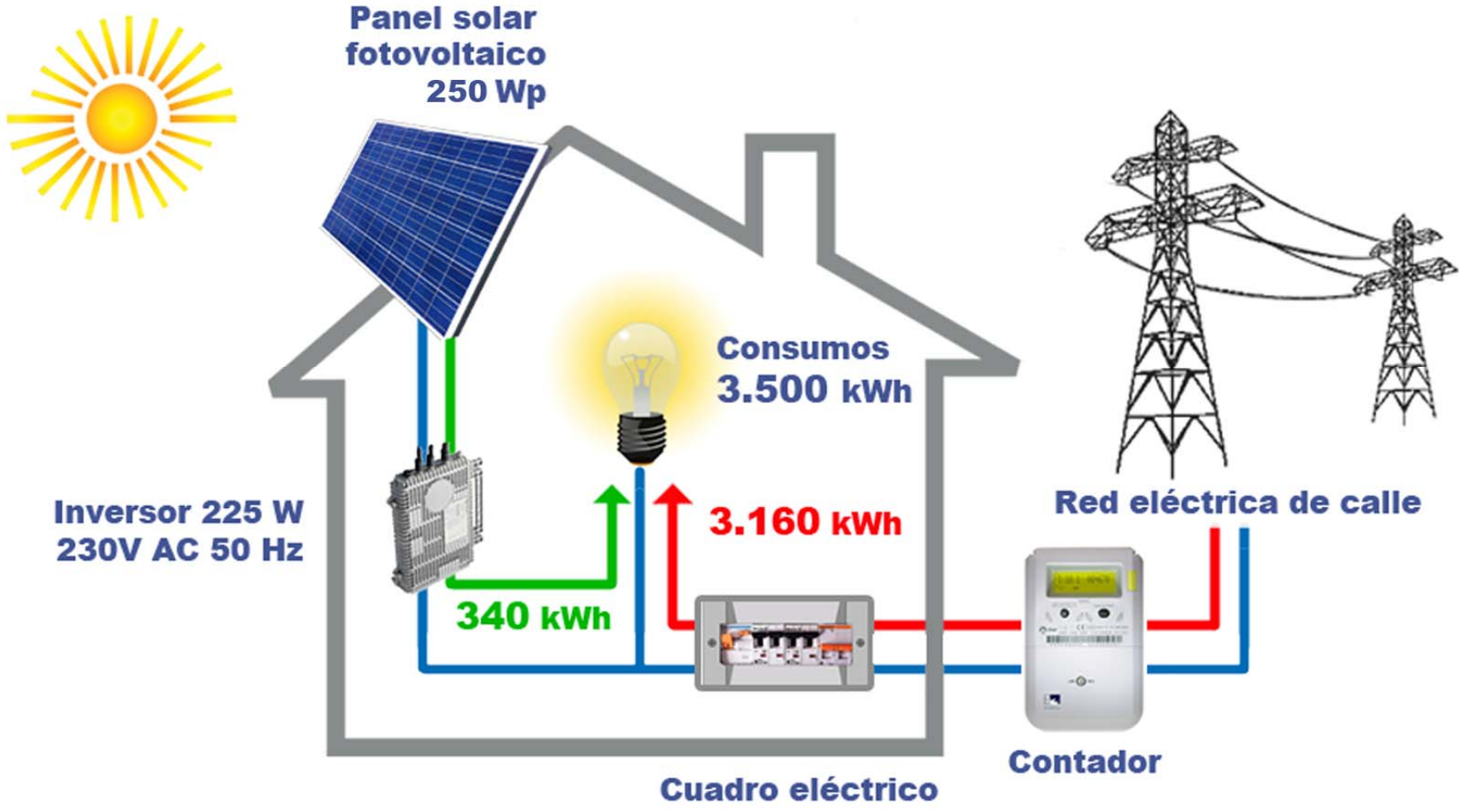
Convierte la corriente continua en alterna

Transformador

Adapta la electricidad de baja tensión a media tensión

Sistema de monitorización

Obtiene información sobre el funcionamiento de la planta



Energía solar termoeléctrica

- **Energía termoeléctrica**: transforma el calor solar en energía eléctrica de una forma indirecta, ya que se trata de una combinación de las dos primeras: se aprovecha la energía solar fototérmica para obtener electricidad. Para ello, utilizan grandes sistemas de espejos móviles que concentran rayos solares en un punto específico calentando así un fluido. Ese fluido luego se aprovecha para producir electricidad mediante un generador.

Energía solar termoeléctrica

- Dependiendo de la temperatura que alcance el fluido se clasifica en:
 - Solar térmica de **baja temperatura**, que se utiliza normalmente para el **Agua Caliente Sanitaria** en edificios.
 - De **media temperatura** (80 a 250°C), se utiliza para la producción de vapor en procesos industriales, producción de energía eléctrica a pequeña escala, desalación de agua marina o descontaminación de gases y aguas residuales.
 - De **alta temperatura** (mayor de 250°C) para producción de electricidad a gran escala.

Energía solar termoeléctrica

- Para alcanzar estas altas temperaturas se necesitan dispositivos como lentes o espejos que concentren la energía del sol.
- Los sistemas de media y alta temperatura son de mayor complejidad, pues necesitan de un sistema de seguimiento para conseguir que el colector esté permanentemente orientado hacia el sol. La aplicación más común de estos sistemas es la generación de electricidad.
- El aspecto más positivo de este tipo de tecnología es su capacidad de almacenamiento, el cual no se da actualmente en otros tipos de generación de energía como puede ser la energía eólica o solar fotovoltaica. De esta forma, permite a la central operar en períodos de ausencia de radiación solar.
- Existen 3 tipos de sistemas de concentración: los colectores cilindro-parabólicos, los sistemas receptor central/centrales torre y los discos parabólicos. El tamaño de estos colectores y la temperatura que alcanza el fluido es diferente en cada uno.

Central termoeléctrica "La Florida" de Badajoz. 50 MW



Fuente: IDAE

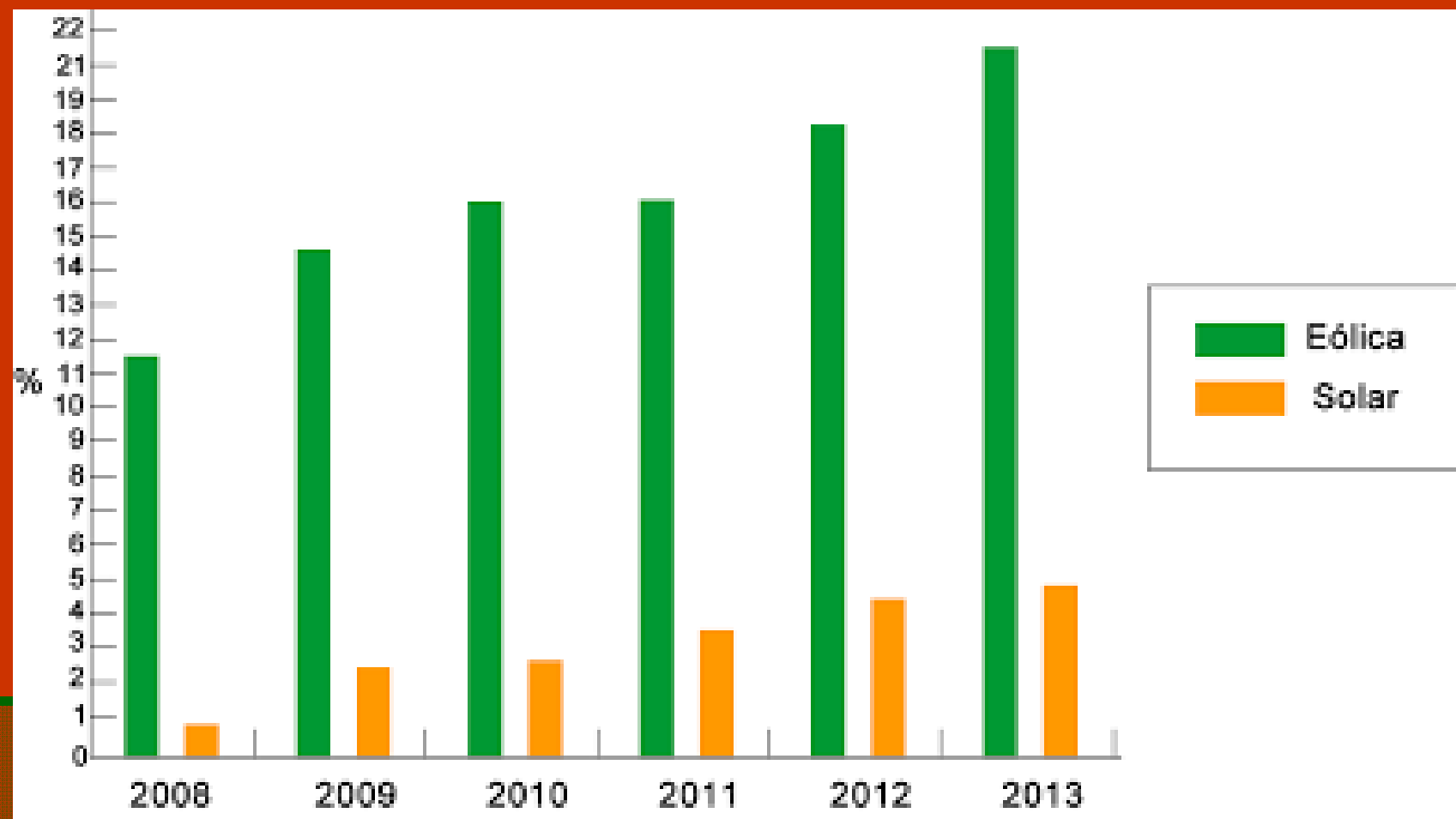
La mayor planta termoelectrónica del mundo

- Cuando empiece a operar, en 2013, la planta será una **meggranja de paneles parabólicos con una potencia instalada de 1.000 megavatios** -la de un reactor nuclear-, dividida en cuatro plantas de 250 megavatios cada una. Un auténtico oasis situado en el **desierto de Mojave (California)**,



Los móviles solares y el ahorro energético

- Se trata de una **lámina transparente** con capacidad **fotovoltaica** que gracias a la luz solar permite la recarga total de la batería en tan sólo seis horas. En un sólo elemento aúna pues varias ventajas: utiliza una **energía renovable** y, además, va incorporado al teléfono móvil a modo de protector de pantalla sin provocar ningún inconveniente, ya que no incrementa el peso y, al ser diáfano, tampoco impide la visión de la pantalla.



Porcentaje de participación en la la producción eléctrica de España de la eólica y solar

Ventajas de la energía solar

- La energía solar no contamina.
- Es una fuente inagotable.
- Es un sistema idóneo para zonas donde el tendido eléctrico no llega (zonas rurales, montañosas, islas), o es dificultoso y costoso su traslado.
- Los sistemas de captación solar que se suelen utilizar son de fácil mantenimiento.
- El coste disminuye a medida que la tecnología va avanzando, mientras que el costo de los combustibles fósiles aumenta con el paso del tiempo porque cada vez son más escasos.
- La única inversión es el coste inicial de la infraestructura, pues no requiere de ningún combustible para su funcionamiento, y se puede amortizar a los 5 años de su implantación.
- La energía solar fotovoltaica no requiere ocupar ningún espacio adicional, pues puede instalarse en tejados y edificios.
- La disponibilidad de energía solar reduce la dependencia de otros países para el abastecimiento de energía de la población.
- Es un sector que promueve la creación de empleo, necesario para la fabricación de células y paneles solares, como para realizar la instalación y el mantenimiento de la misma.

Problemas de la energía solar

- El nivel de radiación de esta energía fluctúa de una zona a otra, y lo mismo ocurre entre una estación del año y otra, lo que puede no ser tan atractivo para el consumidor.
- Cuando se decide utilizar la energía solar para una parte importante de la población, se necesitan grandes extensiones de terreno, lo que dificulta que se escoja este tipo de energía.
- Además, otra de las desventajas, es que inicialmente requiere una fuerte inversión económica a la que muchos consumidores no están dispuestos a arriesgarse
- Muchas veces se debe complementar este método de convertir energía con otros, como por ejemplo las instalaciones de agua caliente y calefacción, requieren una bomba que haga circular el fluido.
- Los lugares donde hay mayor radiación, son lugares desérticos y alejados, (energía que no se aprovecha para desarrollar actividad agrícola o industrial, etc...)

La energía solar en el mundo

- En Alemania, la energía solar cobra un gran protagonismo; a finales de los 80 y principios de los 90 se pusieron en marcha varios planes para la construcción de plantas de energía solar y tejados solares. Además el gobierno alemán ha fomentado la implantación de este tipo de energía con subvenciones y ayudas.
- En Rajastán (India), se han construido cocinas solares, con la capacidad de alimentar a 1000 personas al día. La cocina solar más grande del mundo puede servir 33.800 comidas diarias.
- Chipre es el país que más cantidad de energía solar produce por habitante, y más del 90% de sus edificios contienen captadores solares térmicos.
- Grecia es capaz de abastecer a uno de cada 4 habitantes mediante la energía solar, y sus instalaciones de energía solar suponen más del 20 % de todos los europeos.
- En Israel, una ley de hace 20 años, obliga a que los edificios estén dotados de colectores solares, lo que implica que el 85% de las viviendas tengan energía solar.
- China es el país con una mayor superficie de captadores solares instalados, en total el 40% de todos los captadores del mundo están en China.

Eólica

- La **energía eólica** es una fuente de energía renovable que utiliza la fuerza del viento para generar electricidad. El principal medio para obtenerla son los **aerogeneradores**, “molinos de viento” de tamaño variable que transforman con sus aspas la energía cinética del viento en energía mecánica. La **energía del viento** puede obtenerse instalando los aerogeneradores tanto en suelo firme como en el suelo marino.

Los aerogeneradores

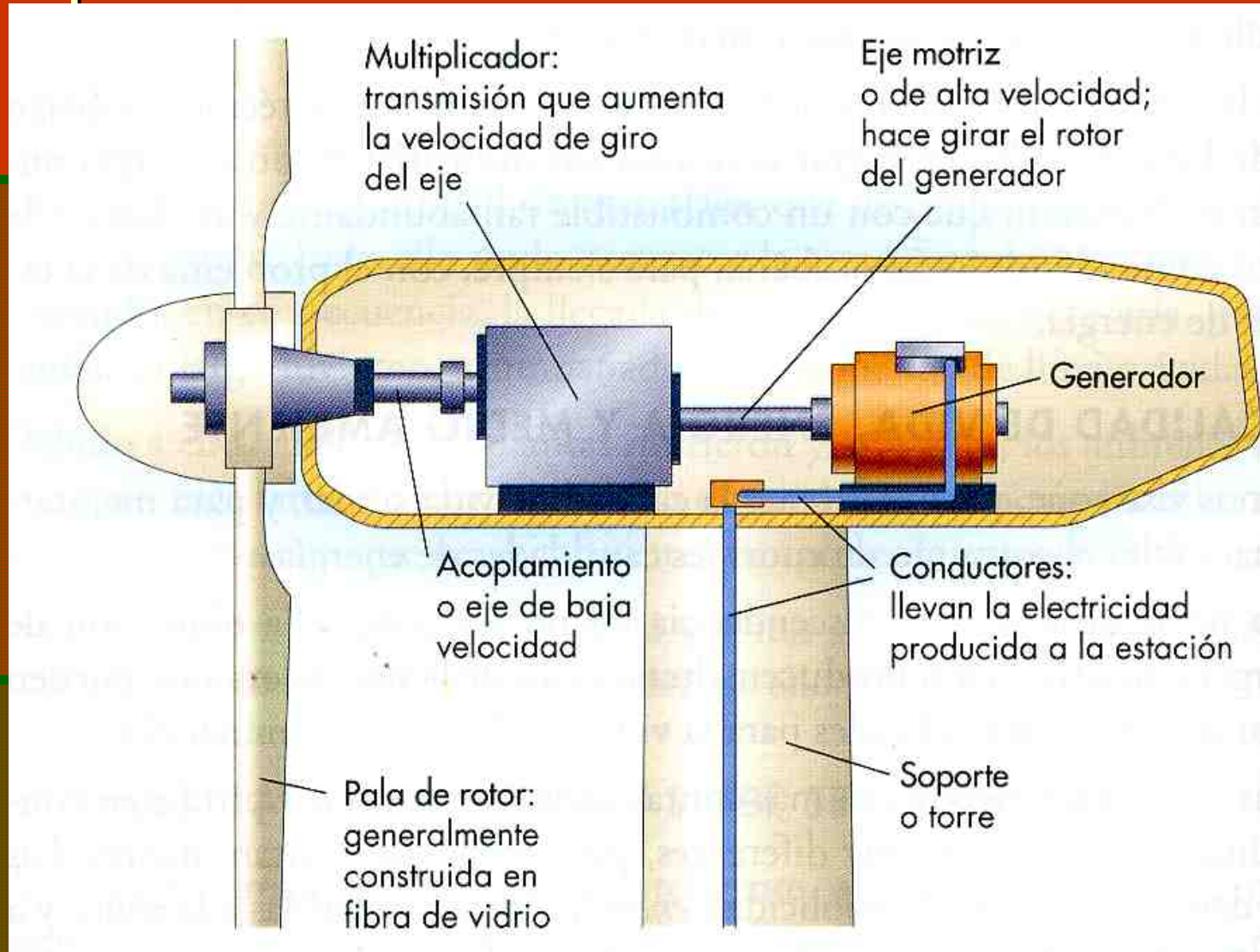
- Son los que mueven una turbina y consiguen transformar la energía cinética del viento por energía mecánica. La cantidad de energía que se puede obtener está en función del tamaño del "molino". A mayor longitud de las aspas, se obtiene más potencia y por lo tanto más energía. El tamaño de estos modernos molinos de viento suele variar, ya que existen unidades que van desde los 400 W y un diámetro de 3 metros, utilizados para uso doméstico, hasta los aerogeneradores comerciales instalados por empresas de electricidad que llegan a tener una potencia de 2,5 MW y 80 m. de diámetro de aspas.
- La altura de los aerogeneradores variará con la orografía del lugar, y aunque suele ser de unos 40-50 metros pueden ser incluso más altos.

Parque eólico



Fuente: Acciona.
energiadoblezero

Esquema de funcionamiento



El funcionamiento de un aerogenerador

- En las máquinas más habituales, el arranque de los aerogeneradores suele producirse cuando el viento supera los 4 m/s (14,4 km/h). A partir de ese instante, la potencia asciende hasta que alcanza un valor nominal que suele ser a 16 m/s (57,6 km/h). A partir de ahí la potencia se mantiene constante hasta 25 m/s (90 km/h) velocidad a partir de la cual se para la instalación por medidas de seguridad.
- El funcionamiento de la instalación es totalmente automático. La tensión de generación en el generador suele ser de 690 voltios (V) y cada aerogenerador lleva interiormente un transformador de 690 V/20 kV.



Ventajas de los aerogeneradores

- ❑ No contribuye al agotamiento de reservas de combustibles fósiles, porque se trata de una energía renovable derivada del sol y por lo tanto se renueva de forma continua y es, en consecuencia, inagotable.
- ❑ La construcción de parques eólicos no requiere grandes movimientos de tierra ya que las obras civiles que deben realizarse son mínimas.
- ❑ No genera ningún tipo de residuos que necesite un tratamiento posterior.
- ❑ Produce una ocupación de terreno reducida y es compatible con otras actividades (agrícolas, ganaderas, ...) que habitualmente se dan en el área de emplazamiento.
- ❑ Las instalaciones son fácilmente reversibles, pudiéndose retirar sin dejar rastro.

Ventajas de los aerogeneradores

- ❑ Beneficio económico para los municipios afectados (canon anual por ocupación del suelo). Recurso autóctono.
- ❑ Se crean puestos de trabajo.

Inconvenientes de los aerogeneradores

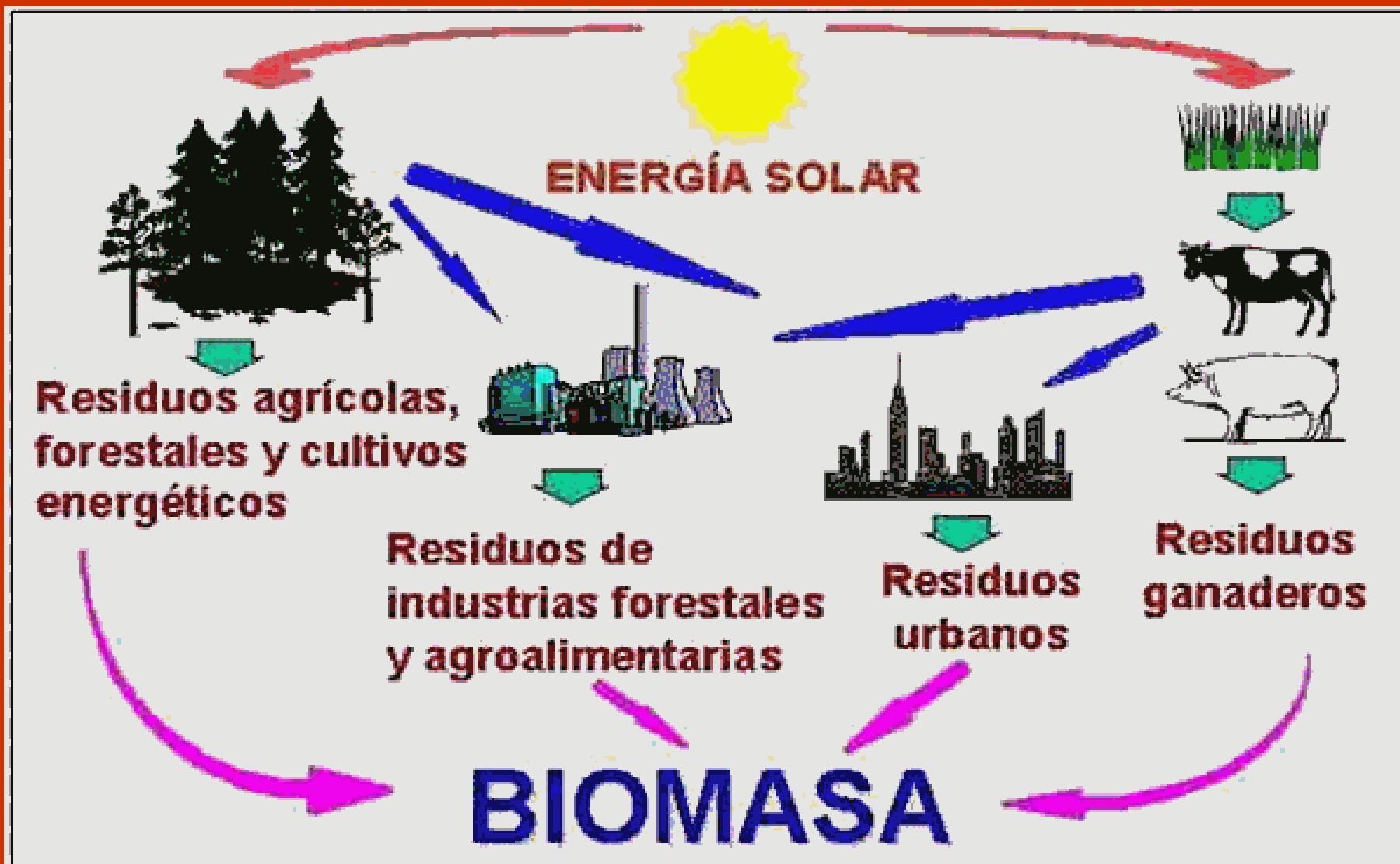
- ❑ La presencia de parques eólicos con un gran número de aerogeneradores en cada uno de ellos puede suponer un detrimento de la calidad del paisaje, por el contraste y pérdida de naturalidad teniendo en cuenta además que la posición de los parques en zonas altas acrecienta su incidencia visual.
- ❑ Impacto sobre la avifauna: riesgos de colisión; la pérdida directa de lugares de nidificación ya existentes; la interterferencias sobre la cría (puesta, incubación, cuidado y alimentación de los pollos, y salida de éstos del nido, al efectuar sus primeros vuelos); la alteración de las rutas migratorias.
- ❑ El ruido que originan los aerogeneradores en funcionamiento. No obstante, este problema ha dejado de ser preocupante, debido a la evolución de la tecnología eólica en este terreno.

Inconvenientes de los aerogeneradores

- ❑ Llevar la energía eléctrica, de los parques eólicos a los consumidores, implica la instalación de líneas de alta tensión que sean capaces de transportar la máxima energía que pueda generar la instalación.
- ❑ Como no se puede garantizar la presencia de viento, la energía eólica no puede ser la única fuente de suministro de energía eléctrica.

Biomasa

- *«Biomasa es la fracción biodegradable de productos, deshechos y residuos de la agricultura (incluyendo sustancias vegetales y animales), silvicultura e industrias relacionadas, así como la fracción biodegradable de los residuos municipales e industriales».*
- La **biomasa** es aquella materia orgánica de **origen vegetal o animal**, incluyendo los residuos y deshechos orgánicos, susceptible de ser aprovechada energéticamente.



Clasificación de la biomasa

- **Agrícola herbácea** (paja, caña de maíz, etc.) y leñosa (restos de podas, sarmientos).
- **Forestal**: restos de labores de silvicultura (ramas, tocones, etc.)
- **Industrial de origen agrícola** (orujillos, huesos, cáscaras, etc.) o de origen maderero (serrines, astillas, virutas, cortezas, etc.)
- **Cultivos energéticos**: cultivos de especies destinados específicamente a la producción de biomasa para uso energético
- **Otros tipos de biomasa** como la materia orgánica de la basura doméstica (RSU) u otros subproductos de reciclado

Previsiones energéticas 1999-2010, por origen y aplicación de la biomasa

Producción	Tep	%
Residuos forestales (150.000 ha/a x 3 tep/ha)	450.000	7,5
Residuos agrícolas leñosos (875.000 ha x 1,5 t/ha x 0,26 tep/t)	350.000	5,83
Residuos agrícolas herbáceos (1.350.000 ha x 3,6t/ha x 0,28 tep/t)	1.350.000	22,5
Residuos industrias forestales y agrícolas	500.000	8,33
Cultivos energéticos	3.350.000	55,84
Total	6.000.000	100

Fuente: IDAE



Biomasa | Electricidad |

La biomasa es una de las principales fuentes de energía renovable en Andalucía, donde principalmente se establece en industrias de sector de vino y agroalimentario.

Ciclo simple de vapor a la Rankine

1. Biomasa y producción

El combustible biomásico se produce a partir de residuos agrícolas, forestales, agroindustriales y urbanos.

2. Combustión del combustible

El combustible biomásico se introduce en un horno de combustión, donde se produce vapor de agua a alta presión y temperatura.

3. Generación de electricidad

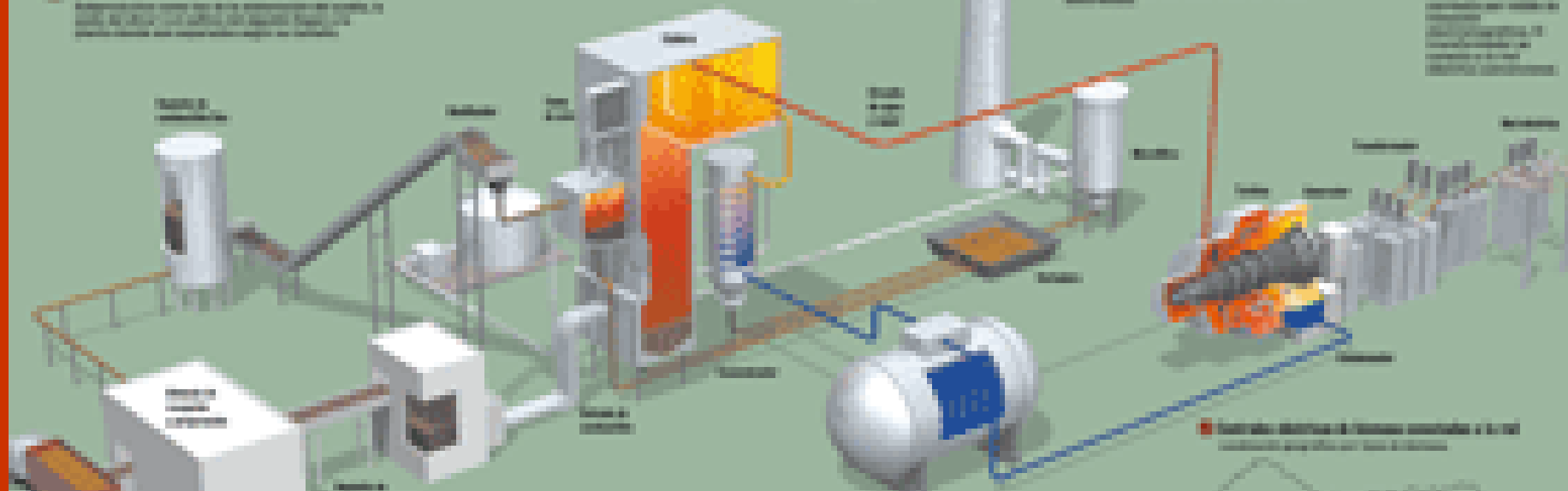
El vapor de agua a alta presión y temperatura se introduce en una turbina, que genera electricidad.

4. Tratamiento de vapor

El vapor de agua a alta presión y temperatura se introduce en un condensador, donde se enfría y se convierte en agua líquida.

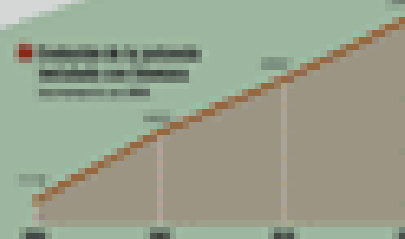
5. Recirculación de agua

El agua líquida se recircula en el sistema, para ser utilizada de nuevo en el horno de combustión.



Las características del ciclo simple

El ciclo simple de vapor a la Rankine es el más utilizado en las plantas de biomasa. Se caracteriza por su simplicidad y su alta eficiencia.



6. Ventajas

El ciclo simple de vapor a la Rankine es una tecnología madura y fiable. Además, permite utilizar diferentes tipos de biomasa.

7. Desventajas

El ciclo simple de vapor a la Rankine requiere un gran volumen de agua de refrigeración, lo que puede ser un problema en zonas áridas.



Ventajas de la biomasa

- ❑ No aumenta la emisión de CO². Aunque para el aprovechamiento energético de esta fuente renovable tengamos que proceder a una combustión, y el resultado de la misma sea agua y CO², la cantidad de este gas causante del efecto invernadero, se puede considerar que es la misma cantidad que fue captada por las plantas durante su crecimiento. Es decir, que no supone un incremento de este gas a la atmósfera.
- ❑ No emite contaminantes sulfurados o nitrogenados, ni apenas partículas sólidas.
- ❑ Si se utilizan residuos de otras actividades como biomasa, esto se traduce en un reciclaje y disminución de residuos.
- ❑ Los cultivos energéticos sustituirán a cultivos excedentarios en el mercado de alimentos. Eso puede ofrecer una nueva oportunidad al sector agrícola.
- ❑ Permite la introducción de cultivos de gran valor rotacional frente a monocultivos cerealistas.
- ❑ Reactiva económicamente el medio rural.
- ❑ Disminuye la dependencia externa del abastecimiento de combustibles.

Tipo de combustible	Poder calorífico Kcal/kg	Coste €/Kg	Equivalencia con un litro de gasóleo		Equivalencia con un litro de GLP		kWh/kg generados	Precio medio en € por kWh	Emisiones CO2 Grs/kWh
			Kg	€	Kg	€			
Gases licuados del petróleo	11068	1,1	0,76	0,90	0,57	0,63	12,87	0,09	230,19
Gasóleo	10247	1,18	0,83	0,95	0,62	0,73	11,92	0,10	267,80
Leña para quemar 25% humedad	3090	0,1	2,79	0,29	2,07	0,21	3,59	0,03	0,00
Leña para quemar 35% humedad	2600	0,09	3,31	0,31	2,45	0,23	3,02	0,03	0,00
Astillas haya/encina 25% humded.	3090	0,07	2,79	0,19	2,07	0,14	3,59	0,02	0,00
Astillas haya/encina 35% humded.	2500	0,06	3,32	0,21	2,46	0,15	2,91	0,02	0,00
Astillas de álamo 25% humedad	2900	0,05	2,92	0,15	2,17	0,11	3,37	0,02	0,00
Astillas de álamo 35% humedad	2450	0,04	3,51	0,15	2,6	0,11	2,85	0,02	0,00
Pellet madera max. 10% humedad	4750	0,18	2	0,36	1,48	0,27	5,52	0,03	0,00

Desventajas de la biomasa

- Una de las mayores **desventajas de la biomasa** es su baja densidad energética. El rendimiento obtenido a partir de la biomasa es inferior al obtenido a partir de combustibles fósiles.
Se necesita una mayor cantidad de biomasa para obtener la misma cantidad de energía que con otras fuentes.
- Los cultivos destinados a la producción de energía de biomasa compiten directamente con los cultivos destinados al consumo humano. Su mal uso puede dar lugar al aumento de los precios de los alimentos básicos.
- Otra desventaja de la biomasa es que la explotación a gran escala de los recursos forestales puede provocar efectos medioambientales negativos, tales como la deforestación.

Ventajas y desventajas de la calefacción con biomasa

➤ Ventajas

- Las calderas de biomasa son muy ecológicas. Es un sistema de calefacción renovable, limpia y ecológica.
- El combustible es mucho más barato que los fósiles (gas natural, butano, propano o gasóleo) y que la electricidad. Con una caldera de pellets puede llegarse a ahorrar un 40% de la factura, en comparación con el gas natural.
- Ayuda al desarrollo de las cooperativas agrícolas locales, que encuentran en la venta de los restos vegetales de su producción un aporte económico más.
- Fomentan la independencia energética de las grandes empresas de energía.
- El aprovechamiento de la biomasa colabora con la limpieza forestal, lo que evita los incendios forestales.

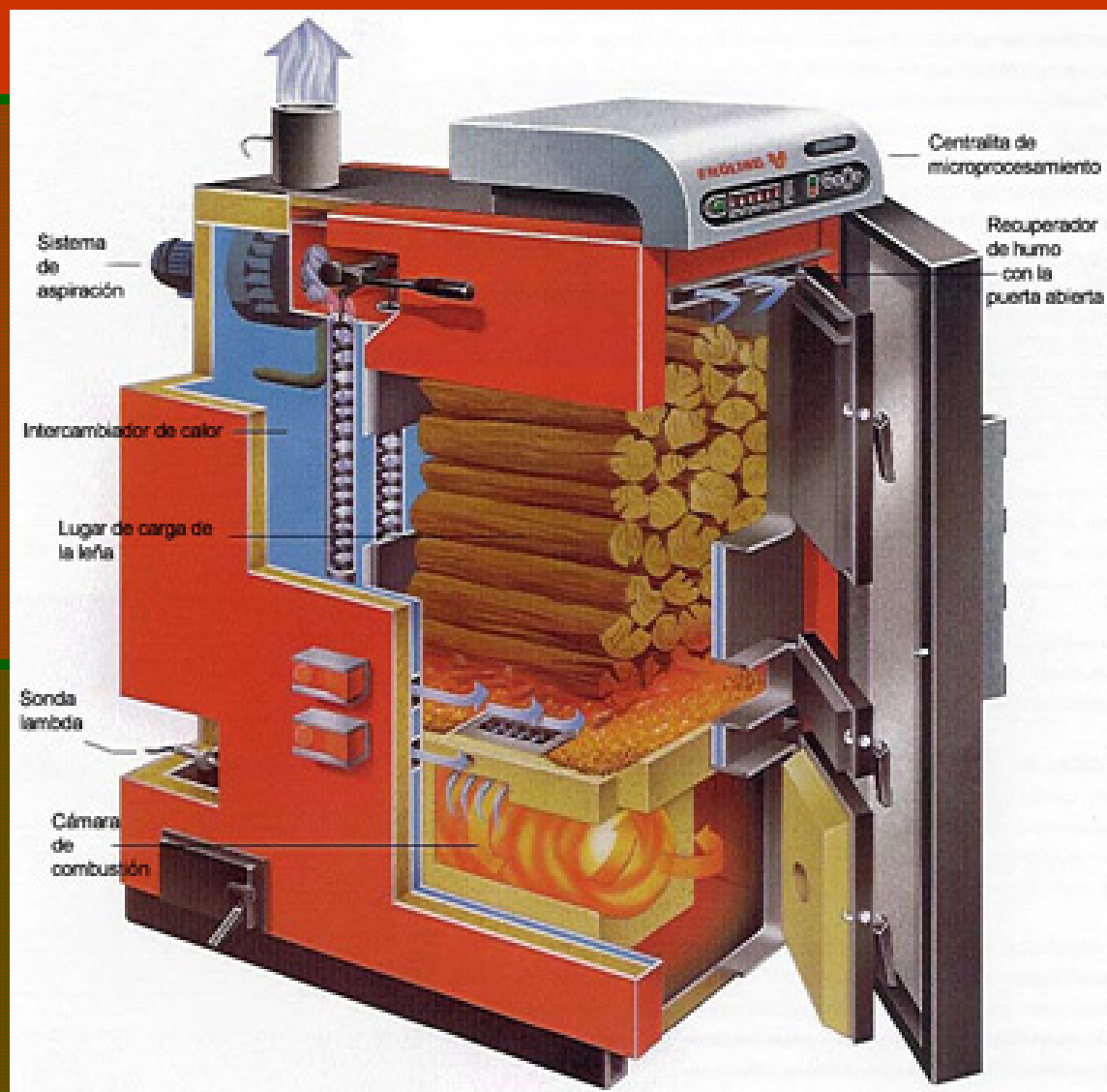
Desventajas

El precio de las calderas de biomasa es muy caro, aunque poco a poco sus precios se van moderando.

- En algunos lugares es difícil conseguir suministro de pellets a domicilio.
- Se necesita espacio para almacenar el combustible.

Caldera de Leña

M C R & S E R . . e - T Z E M F



Maremotriz

- La energía mareomotriz es la energía que se genera con el movimiento de las mareas.
- Las mareas son movimientos oscilatorios del nivel del mar que se producen de forma periódica. Estas fluctuaciones del nivel del mar se notan sobretodo en la costa, donde se manifiestan fácilmente las diferencias de nivel o de terreno al descubierto entre la marea baja (bajamar) y la marea alta (pleamar).
- El movimiento de la marea se produce cada unas 12 horas y media, y se debe a la acción gravitatoria que ejerce la luna sobre las masas de agua de los mares y océanos.

Las formas de aprovechar las mareas

- La que utiliza turbinas que utilizan las corrientes de agua de igual manera que se utilizan las corrientes de viento. Este sistema de utilización de la energía mareomotriz conlleva muy poca inversión inicial.
- La que utiliza las diferencias de nivel, cercando en forma de pantano o presa una zona de tierra que normalmente se llena de agua con la pleamar y se vacía con la bajamar, y dejando una pequeña abertura en el muro para la instalación de la turbina, para generar electricidad con el paso del agua a través de ella.

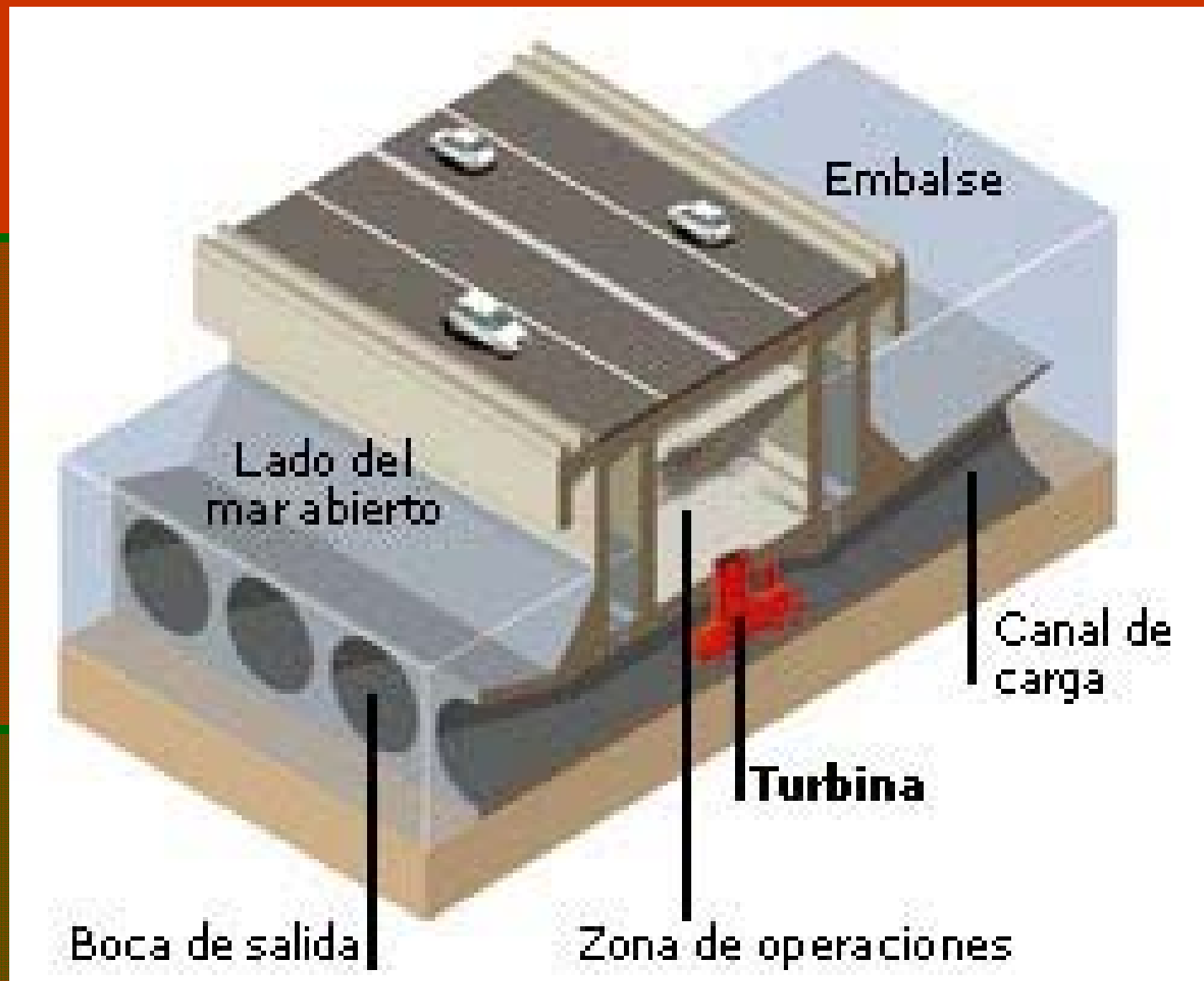


Fuente: Geotermia, aerotermia,
eficiencia energética

Central Maremotriz de La Rance (Francia)



Fuente: renovables-energia.com



Ventajas de la maremotriz

- Las principales **ventajas** de la energía mareomotriz son que se trata de una **energía limpia, verde, renovable, silenciosa** y que apenas está siendo utilizada. La generación de energía proveniente de las olas **no produce gases de efecto invernadero**. Se pueden obtener grandes cantidades de energía **de una manera muy eficiente e ilimitada** ya que las mareas, en los lugares donde se producen, suelen ser **muy regulares**, por lo que la obtención de este tipo de energía es mucho más fácil que otras renovables.

Desventajas de la maremotriz

- La mayor **desventaja es el impacto visual**, a veces importante, en el medio donde se instala. Como cualquier otra energía sostenible o renovable debe estudiarse bien donde va a instalarse, para tener en cuenta el impacto medioambiental y valorar si la cantidad de energía que se va a obtener justifica su instalación.
- Sólo en ciertos emplazamientos adecuadamente seleccionados donde las mareas son significativamente elevadas, **la energía mareomotriz puede generar grandes cantidades de energía.**
- Impactos sobre la flora y la fauna marina
- Otro **inconveniente importante es el económico**, ya que la inversión inicial para la construcción de una central mareomotriz es elevada, **aunque el coste por kilowatio de energía generada será menor** que en muchos otros tipos de generación energética.

Bibliografía

- AMIGOS DE LA TIERRA. PRADO HERRERO, H. (Coord). (2013). *Cultiva tu propia energía. 10 alternativas renovables para la independencia energética*. Madrid.
- BOLETÍN ELECTRÓNICO DEL IDAE. Ministerio de Industria.
- BRAVO, Elisabeth (2007). *Los impactos de la explotación petrolera en ecosistemas tropicales y la biodiversidad*. Disponible en http://www.inredh.org/archivos/documentos_ambiental/impactos_explotacion_petrolera_esp.pdf
- C.P. Carlos (2013). El carbón, nuevo rey de la economía mundial. *El Público.es*. 16 de enero de 2013. Economía mundial.
- FERNÁNDEZ MUERZA, Alex (2006). Impacto ambiental de la minería a cielo abierto. *Eroski-Medio Ambiente*.9-10-2006.
- GOBIERNO VASCO. Energía eólica. Ventajas e inconvenientes. *Plan Territorial Sectorial de la Energía Eólica de la CAPV. PDF*
- IBAÑEZ GINER, Manuel (2005). *La energía y su impacto ambiental*. Foro Nuclear. Ppt
- INIESTA BURGOS, J. y GARCÍA FERNÁNDEZ, J.A.(2002). *El gas natural. El recorrido de la energía*. Comunidad de Madrid.

Bibliografía

- **DÍAZ FERNÁNDEZ, J.L. REPSOL/YPF. (2007).** *Límite de los hidrocarburos y otros escenarios energéticos.* Fundación SEPI. Ppt
- **ESPEJO MARÍN, Cayetano (2010).** Agua y energía. Producción hidroeléctrica en España. En *Investigaciones geográficas nº 51.* pp. 107-129
- **UNESA.** Centrales hidroeléctricas. En www.unesa.es/laelectricidadenespaña
- **VV. AA. (1989).** Guías metodológicas para la elaboración de estudios de impacto ambiental. Grandes Presas. M.O.P.U. Madrid.
- **LA RUTA DE LA ENERGÍA.ORG.** Tipos, Fuentes, transporte, energía primaria, distribución, usos, impactos.
 - www.larutadelaenergía.org
- **WWF. ASUNCIÓN, Mar y GARCÍA, Raquel. (2011).** *Renuévate: Mitos y realidades sobre las Energías Renovables.* WWF/Adena. Madrid.

Bibliografía

- **HERNANDEZ GONZALVEZ, C. (Director). (1992). Energía solar térmica. *Manuales de energías renovables. 1.* Diario Cinco Días. Madrid.**
- **HERNANDEZ GONZALVEZ, C. (Director). (1992). Incineración de residuos sólidos urbanos. *Manuales de energías renovables. 2.* Cinco Días. Madrid.**
- **HERNANDEZ GONZALVEZ, C. (Director). (1992). Minicentrales hidroeléctricas. *Manuales de energías renovables. 3.* Cinco Días. Madrid.**
- **HERNANDEZ GONZALVEZ, C. (Director). (1992). Energía Eólica. *Manuales de energías renovables. 4.* Cinco Días. IDAE. Madrid.**
- **HERNANDEZ GONZALVEZ, C. (Director). (1992). Biomasa. *Manuales de energías renovables.5.* Cinco Días. IDAE. Madrid.**
- **HERNANDEZ GONZALVEZ, C. (Director). (1992). Energía solar fotovoltaica. *Manuales de energías renovables.6.* Diario Cinco Días. Madrid.**

Bibliografía

- IDAE. (1996). Minicentrales hidroeléctricas. *Manuales de Energías renovables 1*. Edición Cinco Días. Madrid.
- IDAE. (1996). Energía eólica. *Manuales de Energías renovables 2*. Edición Cinco Días. Madrid.
- IDAE. (1996). Energía de la biomasa. *Manuales de Energías renovables 3*. Edición Cinco Días. Madrid.
- IDAE. (1996). Incineración de residuos sólidos urbanos. *Manuales de Energías Renovables 4*. Ed. Cinco Días. Madrid.
- IDAE. (1996). Energía solar térmica. *Manuales de Energías Renovables 5*. Edición Cinco Días. Madrid.
- IDAE. (1996). Energía solar fotovoltaica. *Manuales de Energías Renovables 6*. Edición Cinco Días. Madrid.
- IDAE. (2011). *Guía práctica de la energía. Consumo eficiente y responsable*. Madrid.
- IDAE y APPA (2011). *Impactos ambientales de la producción de electricidad. Estudio comparativo de ocho tecnologías de generación eléctrica. Resumen*.