

EL CONSUMO DE ENERGÍA EN ESPAÑA Y EN EL MUNDO
CRITERIOS Y TÉCNICAS DE AHORRO ENERGÉTICO
ENERGÍAS ALTERNATIVAS

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN

2.- EL CONSUMO DE ENERGÍA EN ESPAÑA

3.- CONSUMO DE ENERGÍA EN EL MUNDO

4.- CRITERIOS Y TÉCNICAS DE AHORRO ENERGÉTICO

4.1.- Aplicación de los sistemas de cogeneración

4.2.- Técnicas de ahorro doméstico

4.3.- Acondicionamiento de los edificios

4.4.- Transporte

4.5.- Diversificación energética

4.6.- Otras técnicas de ahorro energético

5.- ENERGÍAS ALTERNATIVAS

5.1.- Energía hidráulica

5.2.- Energía solar

5.3.- Energía eólica

5.4.- Biomasa

5.5.- Energía geotérmica

5.6.- Energía oceánica

5.7.- Futuras energías alternativas

Energía de fusión

Fusión fría

Pila de hidrógeno

BIBLIOGRAFÍA

- Las fuentes de energía. Ed. Marcombo Boixerau. Pardo Abad, Carlos J.
- El cuaderno de la energía. Ed. Mc-Graw Hill. Barrachina Gómez, Miguel *et. al.*
- Tecnología Industrial I. Ed. Edebé. 2002.
- Tecnología Industrial I. Ed. Santillana. Nieves Jiménez, Germán Cabrales. 1998.
- Tecnología Industrial I. Ed. McGraw-Hill. Silva Rodríguez. 2004.

1.- INTRODUCCIÓN

La humanidad ha estado siempre ligada al consumo de energía. Desde la segunda mitad del siglo XIX, con la Revolución Industrial, hasta aproximadamente 1973, fecha en la que se produjo una gran crisis energética, el consumo energético de los países más industrializados se ha ido incrementando hasta llegar a unos niveles que han obligado al hombre a plantearse una serie de preguntas como: ¿cuánto tiempo durarán las reservas de energías no renovables (carbón, petróleo, gas natural)?, ¿existen otras fuentes de energía alternativas a las no renovables?, ¿pueden sustituir las fuentes de energía alternativas a las convencionales?, ¿qué daño produce al medioambiente el aprovechamiento y utilización de las energías procedentes de combustibles fósiles?

El consumo creciente de energía a escala mundial, no sólo ha provocado un aumento en el nivel de vida y en la industrialización de la sociedad, sino también, un mayor distanciamiento entre los países ricos y los pobres (el llamado "tercer mundo"), el deterioro del medioambiente y una disminución de las reservas de las fuentes de energía convencionales (carbón, petróleo, gas natural) hasta niveles alarmantes. Por esto el hombre se ha visto en la necesidad de plantearse medidas de ahorro de energía que supongan actuar con sensatez e imaginación al considerar las fuentes de energía disponibles y su aprovechamiento, así como una búsqueda de alternativas a las fuentes de energía convencionales que supongan una disminución de la gran dependencia que se tiene en la actualidad de fuentes de energía no renovables como el petróleo, y a la vez que no produzcan un deterioro del medioambiente en los niveles en los que se produce con los combustibles fósiles.

2.- EL CONSUMO DE ENERGÍA EN ESPAÑA

Como país desarrollado e industrializado, España tiene un consumo relativamente elevado de energía, con una evolución similar al resto de países de la Comunidad Europea, aunque lejos de los países más industrializados como EEUU, Japón, Alemania, Francia, Reino Unido, etc.

El balance energético en España muestra que existe una gran diferencia entre la producción y el consumo (mayor) lo que obliga a realizar grandes importaciones de energía para cubrir las necesidades energéticas (aproximadamente el 65 % del combustible se importa). El mayor consumo corresponde al petróleo (principal causante de nuestra dependencia exterior), en segundo lugar el carbón, le siguen la energía nuclear y el gas natural (que es la menos relevante de las energías no renovables, aunque va adquiriendo cada vez más protagonismo). Las energías renovables se utilizan en menor medida, destacando la hidráulica, aunque con el inconveniente de las fluctuaciones debido al régimen irregular de precipitaciones en nuestro país.

El carbón es la segunda energía primaria más consumida. Los recursos españoles de carbón, de una calidad entre aceptable y baja, se estiman en unos 4.000 millones de toneladas, que supondrían una producción para 100 años. Los yacimientos más importantes de hulla y antracita se concentran en León, Asturias y Teruel. La mayor parte del carbón nacional se destina al consumo en centrales térmicas (36,48 millones de toneladas en 2001). Otros usos del carbón son: siderurgia (obtención del hierro; 0,31 millones de toneladas), industrias química y cementera (0,32 millones), como combustible doméstico (sustituido casi en su totalidad por otros combustibles como gas natural, gasóleo, etc.). La procedencia del carbón importado por España es Sudáfrica (25 %), EEUU (8 %), Australia (7 %) e Indonesia (7 %), principalmente.

El petróleo ^{primera} representa, aproximadamente, la mitad del consumo de energía en España. En los años 60 sustituyó al carbón como primera energía consumida, llegando a representar, a finales de los 70, el 70 % del consumo de energía nacional. Gracias a las medidas adoptadas en los sucesivos planes energéticos (PEN), el peso de esta energía ha disminuido. Se trata de una fuente de energía importada en casi su

totalidad y principal causante de nuestra dependencia exterior. En la actualidad, destacan dos yacimientos: en Ayoluendo (Burgos) y en Amposta (Tarragona), aunque su producción es sumamente pequeña, realizándose importaciones de Nigeria (16 %), México (13 %), Irak, Libia, Irán, Reino Unido, Venezuela, etc. La producción de crudo en España en 2001 fue de 0,338 Mtep, mientras el consumo fue de 66,72 Mtep.

El consumo de **gas natural** en 2001 fue de 14.9 Mtep, de los cuales aproximadamente un 3 % son de producción propia, siendo el resto importados de Argelia (más del 60 %), Libia, Noruega, Nigeria, etc. España cuenta con reservas de gas natural en el País Vasco, el Pirineo Aragonés (El Serrablo-Huesca) y el golfo de Cádiz. La red de gasoductos en 2001 superaba los 6.000 km, cifra que ha ido creciendo en los últimos años. Actualmente se prevé que en España aumente considerablemente la utilización del gas natural, tanto en la industria como a nivel doméstico, a costa de los gases manufacturados y de los gases licuados del petróleo.

térmicas
Las **centrales termoeléctricas** en España, además de contar con una gran regularidad y bajas fluctuaciones, se acoplan a la producción hidroeléctrica descendiendo cuando ésta aumenta y ahorrando por tanto energía. En 1995 existían en España más de 50 centrales termoeléctricas convencionales distribuidas por toda nuestra geografía, con una potencia superior a los 20.000 MW y una producción de energía en torno a los 80.000 millones de kWh. Las más potentes son la de As Pontes (A Coruña) con 1.400 MW, Compostilla (León) con 1.312 MW, y Castellón, Andorra (Teruel), Sant Adrià (Barcelona), con más de 1.000 MW.

Las **centrales nucleares** españolas fueron creadas porque el aprovechamiento de la potencia hidroeléctrica estaba rozando los límites, con lo que no se podía cubrir el incremento de la demanda; además, este tipo de energía depende de la climatología y las centrales térmicas obligan a importar grandes cantidades de combustible elevando el precio de la energía. España cuenta con 9 centrales nucleares en funcionamiento (José Cabrera-Guadalajara, Sta. M^a Garoña-Burgos, Almaraz I y II-Cáceres, Ascó I y II-Tarragona, Cofrentes-Castellón, Vandellós II-Tarragona y Trillo-Guadalajara) que aportan la tercera parte de la energía total producida en nuestro país, con una producción, en el año 2000, de 62.000 GWh. Todas son de tecnología estadounidense, excepto la de Trillo que es de tecnología alemana.

La producción española de uranio es de unas 300 toneladas procedentes de un yacimiento de Lérida y refinadas en Andújar (Jaén). Otros yacimientos son los de Cáceres y Salamanca. Los residuos nucleares se almacenan en El Cabril (Córdoba), pero los de alta actividad se guardan de manera provisional en piscinas y contenedores para su envío al exterior. En el año 1992 el Gobierno español aprobó la moratoria nuclear, que significó la parada definitiva de algunas centrales, como la de Vandellós I, la no construcción de algunas ya proyectadas, o incluso la no puesta en funcionamiento de algunas ya construidas como la de Lemóniz.

La **energía hidráulica** en España es importante debido a las características especiales de la orografía española. Disponemos de, aproximadamente, un millar de centrales (22 de ellas de más de 200 MW) que aprovechan la práctica totalidad de los recursos hidráulicos existentes, destacando el complejo formado por Aldeavila I y II, sobre el río Duero (Salamanca), con una potencia de 1.139 MW. En el año 2001 la potencia hidroeléctrica instalada en España ascendía a 16.530 MW, equivalente al 37,5 % de la potencia instalada total.

La producción de energía hidroeléctrica varía mucho de un año a otro debido al irregular régimen de precipitaciones de nuestro país. Así, mientras en 1979, año lluvioso, la energía hidroeléctrica supuso el 45 % de la total, en 1992, año seco, el porcentaje descendió al 12,7 %. En España, en 1999, existían unas 1000 minicentrales hidráulicas (de potencia inferior a los 10 MW), cuyo uso se ha potenciado en los

últimos años, con una potencia de 1.500 MW, esperando que en el año 2010 ascienda a 2.200 MW. El futuro de la energía hidráulica española pasa por la modernización y ampliación de las centrales hidráulicas existentes, así como la construcción de nuevas centrales y la recuperación de algunas que se encuentran en desuso.

La **energía solar** en España es de gran importancia, aunque todavía no está muy desarrollada, ya que se trata de un país que disfruta de altos niveles de radiaciones solares. Su principal aplicación es a nivel doméstico, seguido del sector hotelero y otros establecimientos como centros educativos, deportivos y sanitarios, granjas, albergues, campings, etc. La electrificación rural en lugares aislados supone más de la mitad de la potencia instalada procedente de energía fotovoltaica.

La zona más apropiada para el aprovechamiento de la energía solar es el sur de la Península. En la Plataforma Solar de Almería (Tabernas), existen tres centrales termosolares con una potencia de 2,2 MW. En cuanto a centrales fotovoltaicas, destaca la de San Agustín de Guadalix (Madrid) con una potencia de 0,1 MW, la Toledo PV en la Puebla de Montalbán inaugurada en 1994, con 7.936 paneles solares que ocupan una superficie de 8.000 m², con una potencia de 1 MW. En la Plataforma Solar de Almería también existe una planta de desalinización alimentada con energía fototérmica de media temperatura.

En España las zonas óptimas para el aprovechamiento de la **energía eólica** son Canarias, Cádiz, Galicia y el valle del Ebro. En el año 2.000 existían 114 parques eólicos con una potencia total de 1.695 MW. Los principales parques eólicos son el Parque eólico de la Sierra del Perdón (Navarra), el de Higuera (Albacete), el de Leiza y Berveta (Navarra), el de Caña del Río (Fuerteventura), el de Aragón (Zaragoza) y el de la Sociedad Eólica de Andalucía (Tarifa).

El aprovechamiento de la **energía geotérmica** en España es prácticamente irrelevante (en torno al 0,1 % de la energía renovable) debido a que la tecnología de la que se dispone no es la adecuada para su óptimo aprovechamiento. Destacar la utilización de la energía geotérmica de baja temperatura en balnearios, invernaderos, bombas de calor en algunas industrias, etc. Las zonas de mayor potencial geotérmico son Cataluña, Madrid, Burgos, Andalucía y Canarias. El Parque Nacional del Timanfaya (Lanzarote) registra temperaturas cercanas a los 500 °C a tan solo 3 m de profundidad.

España es un país bastante rico en **biomasa** (podas y residuos madereros, paja de cereales, excrementos de ganado...), sin embargo, apenas se aprovecha, ya que suele ser quemada por los agricultores. Andalucía y Galicia son las Comunidades que más consumen biomasa, debido a las fábricas de papel y la industria oleícola (Andalucía) y al gran sector papelero de Galicia. Por sectores, el de mayor consumo es el doméstico (calefacciones, sobre todo en el entorno rural) y luego el industrial (pasta de papel, industria maderera y agroalimentaria).

Respecto a la **energía maremotriz**, existen algunos molinos de marea en el litoral Cantábrico que generan poca potencia. Se están realizando estudios para aprovechar la energía en algunos puntos de la costa de Vigo. En definitiva, es una energía poco aprovechada en España debido a la baja amplitud de las mareas (alrededor de 4 metros).

La producción de **energía eléctrica** en España en el año 1999, fue de 165.269 GWh, lo que significó un incremento del 11,24 % respecto al año 1996. La principal procedencia de la energía eléctrica es el carbón (43,8 %), la **energía nuclear** (35,6 %), y la **energía hidráulica** (14,6 %). Se utiliza para usos industriales y domésticos, y es suministrada por las compañías en forma de corriente alterna de 50 Hz de frecuencia. En España la respuesta a la crisis energética está contenida en el Plan Energético Nacional (PEN), el cual se define como una previsión de futuro en la cual se estima la demanda de energía para el año horizonte y se diseñan los medios para satisfacer esa demanda. Los objetivos del PEN son:

- 1.- Reducción de la dependencia del petróleo importado.
- 2.- Estimular el ahorro energético.
- 3.- Que los precios de la energía cubran la totalidad de sus costes reales de producción.
- 4.- Utilización al máximo de los recursos energéticos nacionales.
- 5.- Investigar y desarrollar las nuevas energías.
- 6.- Proteger el medioambiente (objetivo prioritario).

El PEN tiene una estructura, organización y duración definidas, y es elaborado por el Gobierno a través del Ministerio de Industria y Energía.

3.- CONSUMO DE ENERGÍA EN EL MUNDO

Como ya se ha comentado, el desarrollo de la humanidad ha estado claramente ligado al consumo de energía. Así, la mayoría de las actividades desarrolladas por el hombre se basan en el uso de la energía, encontrando un paralelismo entre el consumo de energía y el grado de desarrollo. Desde antiguo, se aprovechaba la energía eólica, la hidráulica o la que proporcionaban ciertos animales. Con la Revolución Industrial se produjo un cambio importante en la sociedad que, a su vez, supuso un cambio en las fuentes de energía utilizadas, empezando a tener una importancia primordial el carbón como fuente energética, gracias al cual se pudo disponer de una energía mecánica de mayor potencia que mejoró los procesos de producción y la calidad de vida. Éste fue el recurso energético dominante hasta comienzos del siglo XX. Por otro lado, el uso de la energía eléctrica a finales del s. XIX supuso un gran avance tanto a nivel doméstico como a nivel industrial. El petróleo empezó a tener importancia con la aparición del motor de combustión interna, cuyo verdadero auge fue a principios del s. XX, superando al carbón como la principal fuente de energía. La energía nuclear comenzó a aplicarse en 1945 lo que supuso la obtención de grandes cantidades de energía que se aprovecharon para producir grandes cantidades de electricidad.

La relación entre desarrollo y consumo energético se muestra claramente en un análisis de aquellos periodos de la humanidad considerados como cambiantes:

- De 1890 a 1917, se produce un fuerte aumento en el consumo energético asociado a un aumento del Producto General Bruto (PGB), dado que corresponde a una época de industrialización y desarrollo de infraestructuras básicas.
- De 1917 a 1945, se produce la electrificación masiva y además se introduce el uso masivo del motor de combustión interna (Otto y Diésel). El cambio tecnológico posibilita un fuerte desarrollo con aumento de consumo de energía primaria. El petróleo adelanta al carbón como la principal fuente de energía.
- De 1945 a 1950, debido a la crisis de la posguerra, la economía tuvo que abordar un fuerte proceso de reconversión, lo que originó un descenso en el consumo de energía.
- De 1950 a 1973, se produce una época de desarrollo con un aumento en el consumo de energía, hasta la primera gran crisis del petróleo de 1973 originada por la guerra de los 7 días entre Israel y Egipto, que supuso un bloqueo en la producción de petróleo por parte de la OPEP, lo que llevó a los gobiernos de los países desarrollados a plantearse la búsqueda de nuevas fuentes de energía alternativas y a plantear unas severas políticas de ahorro energético.
- A partir de aquí se reduce el alto ritmo de consumo de energía mundial, lo que originó en los países del Tercer Mundo un aumento en su déficit externo con la consiguiente recesión de su desarrollo económico, al no poder adquirir petróleo debido a su elevado precio.

Todo esto demuestra que el consumo de energía supone una mejora en la calidad de vida, en los sistemas de producción, en los distintos sectores agrario, industrial y servicios, pero, por el contrario, surgen graves problemas como el deterioro del medioambiente, el agotamiento progresivo de las fuentes de energía no renovables, y un incremento de las desigualdades entre los países ricos y los pobres.

Actualmente, el mundo desarrollado dispone de una estructura energética más equilibrada y diversificada que el Tercer Mundo, centrándose tanto en el petróleo, carbón, gas natural y en menor medida en la energía hidráulica. Esta situación no sólo garantiza un mejor aprovisionamiento energético, sino que amortigua cualquier efecto derivado de una imprevista coyuntura internacional. En el mundo subdesarrollado, las dependencias respecto a una o varias fuentes son más acusadas, como en América Latina con el petróleo o en África y Asia con el petróleo y el carbón.

El consumo mundial de energía está concentrado en determinadas zonas geográficas, países desarrollados, consumiendo $\frac{3}{4}$ partes de la energía en el mundo. En 2001 el petróleo era la principal energía primaria respecto a su consumo mundial (41 %), le siguen el carbón (24,7 %), el gas natural (24,5 %), la energía nuclear (6,2 %), mientras que la energía hidroeléctrica y el resto de energías renovables suponían un consumo del 3,6 %.

El principal objetivo de la humanidad en la actualidad respecto al tema energético es garantizar el suministro de energía para las generaciones venideras. El término "desarrollo sostenible" se define de la siguiente manera: "Nuestro futuro común es aquél que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias". El desarrollo sostenible, entendido como una perspectiva integradora y globalizadora, pretende alcanzar los objetivos del crecimiento económico imprescindible, pero manteniendo un funcionamiento y equilibrio saludable de la biosfera.

Las grandes áreas mundiales de producción y consumo de las diferentes fuentes de energía son:

- **Carbón.** Es el combustible más abundante en la Naturaleza, estimándose sus reservas en casi el 70 % del total mundial de fuentes de energía no renovables. Las reservas de carbón se valoran en toneladas equivalentes de carbón (Tec) que es la energía contenida en una tonelada de carbón de poder calorífico 7.000 kcal/kg. Entre las principales zonas productoras de carbón destaca Asia (China cuenta con unas reservas para abastecer la demanda mundial durante los próximos 250 años), Norteamérica, Europa y la antigua URSS. Los principales países consumidores de carbón son los países desarrollados y aquellos subdesarrollados con una base industrial notable (China, India, Corea del Norte, Sudáfrica).
- **Petróleo.** El petróleo ha pasado por dos crisis (1973 y 1979), como consecuencia de las cuales su producción y consumo se han estabilizado (suponiendo en 2001 el 41 % de la energía primaria consumida a nivel mundial). Las reservas de petróleo se estima que equivaldrían al consumo de 40 años, concentrándose principalmente en Oriente Medio (OPEP), Norteamérica y en Latinoamérica. Los países productores (especialmente Oriente Medio) controlan el proceso desde los pozos hasta el puente del barco, mientras que los países desarrollados controlan el transporte, refino y distribución final. Entre los países productores de petróleo destacan Arabia Saudí, EEUU, Rusia, Irán, México y Venezuela. Como países importadores y consumidores destacan EEUU, Europa y Japón.
- **Gas natural.** Las reservas mundiales de gas natural son mayores que las del petróleo, pero el desarrollo de esta fuente de energía es menor debido, en parte, a las dificultades de su transporte y distribución. En 2001 la producción mundial de gas natural supuso el 24,3 % de la energía primaria, habiendo aumentado en los últimos años su importancia en el balance energético mundial. Las reservas probadas equivalen a 65 años de consumo, concentrándose más de la tercera parte en la antigua Unión Soviética (Rusia es el mayor productor a nivel mundial), seguido de EEUU, Canadá, varios países de Europa (Holanda, Noruega, Reino Unido), Argelia, Libia, ... Las principales zonas consumidoras de gas natural son Norteamérica, Europa y Asia.
- **Energía nuclear.** El mineral de uranio se encuentra por toda la superficie de la tierra en poca concentración y su distribución no es uniforme, lo cual crea dependencias de los países productores: Sudáfrica, EEUU y Canadá. En 1999 existían en funcionamiento en todo el

mundo un total de 434 centrales nucleares (potencia neta de 350.000 MW) y otras 35 en construcción, destacando EEUU con 104, Francia con 58 y Japón con 53.

- La producción y consumo de **energías renovables** se produce en aquellas zonas cuyas características y condiciones favorecen el aprovechamiento de dichas energías.

La humanidad se enfrenta en las próximas décadas a varios desafíos relacionados con la producción y consumo de energía como son:

- Eficiencia energética.
- Nuevas tecnologías (que mejoren la eficiencia y el ahorro energético como son los sistemas de cogeneración, la arquitectura bioclimática, ...)
- Diversificar fuentes de energía (para no depender tanto de los hidrocarburos).

4.- CRITERIOS Y TÉCNICAS DE AHORRO ENERGÉTICO

A partir de la crisis del petróleo de 1973 comienza a surgir la preocupación por ahorrar energía. Las tres razones fundamentales que conducen al ahorro energético son:

- La desaparición de los recursos energéticos no renovables.
- El deseo de paliar los efectos negativos medioambientales ocasionados por la producción, transporte y consumo de energía.
- El intento de disminuir los costes energéticos para mejorar la competitividad entre las industrias.

La conciencia actual es que la producción de energía no dependa solamente de la demanda energética, sino que también se tengan en cuenta otros criterios como ahorro, eficiencia, contaminación, etc. El ahorro de energía implica a todos, desde cada uno de nosotros en nuestro entorno, nuestra ciudad, a las grandes empresas en sus procesos de producción. La eficiencia energética se define como la obtención de energía con la misma calidad o mayor, menor contaminación y a precio inferior para así garantizar una mayor duración de los recursos. Todo esto supone una reducción en las inversiones en centrales, lo que contribuye a mejorar la economía de un país y sus condiciones medioambientales.

Energía y medioambiente

La actividad humana en lo referente a aspectos relacionados con la producción energética puede originar los siguientes impactos en el medioambiente:

- Actividades de extracción: contaminación por actividades mineras de carbón, petróleo u otras. Construcción de presas.
- Generación de energía: emisiones sólidas, líquidas o gaseosas. Contaminación térmica. Contaminación nuclear. Uso del suelo.
- Distribución de energía: derrames sólidos o líquidos. Impacto ambiental de líneas de alta tensión, impacto de gasoductos.
- Utilización de la energía: emisiones sólidas, líquidas o gaseosas. Contaminación de recintos cerrados, contaminación térmica y acústica.

Los contaminantes asociados a estas actividades son:

- CO₂ (anhídrido carbónico). Origina el efecto invernadero, gracias al cual los científicos predicen que en los próximos 100 años la temperatura de la tierra suba entre 1,5 y 6 °C.
- Lluvia ácida (SO_x). Daña de forma grave las superficies boscosas y las construcciones.
- NO_x (óxidos de nitrógeno). Son precursores de la formación de ozono a nivel del suelo, lo cual es dañino ya que es un fuerte oxidante, produciendo efectos perjudiciales sobre la piel, mucosas y órganos.
- Desechos químicos. Contaminación por mercurio, cadmio, restos de industrias petroquímicas, pesticidas, fertilizantes, etc.

- CFC (cloro-fluor-carbonos). Destruyen la capa de ozono.
- Desechos nucleares.

Ahorrar energía es el camino más eficaz de reducir las emisiones contaminantes a la atmósfera, con lo cual se evita la lluvia ácida, mareas negras, contaminación del aire, residuos radiactivos, riesgos de accidentes nucleares, destrucción de bosques, desertificación, ... Todas estas mejoras contribuyen a una mejora en la calidad de vida. Actualmente los sistemas, procesos y técnicas que se aplican con mejora de los rendimientos y ahorro energético son:

- Aplicación de los sistemas de cogeneración.
- Técnicas de ahorro doméstico.
- Acondicionamiento de los edificios.
- Transporte.
- Diversificación energética.
- Otras técnicas de ahorro energético.

4.1.- Aplicación de los sistemas de cogeneración

Se define **cogeneración** como el proceso de aprovechamiento de la energía residual (la que se va a desperdiciar), cuando se está produciendo energía eléctrica o mecánica, para otros usos industriales o domésticos. Los sistemas de cogeneración son sistemas de producción simultánea de energía eléctrica y térmica recuperable en cualquiera de sus modalidades: aire caliente, agua caliente, vapor, agua helada o aire acondicionado. Este sistema puede generar rendimientos entre el 75 y el 90 %. Las ventajas de la cogeneración son:

- Gran eficacia energética.
- Reducción de costes energéticos para las empresas, lo que origina un aumento en la competitividad.
- Ahorro de materia prima y transporte.
- Menor impacto ambiental, pues se precisa menos combustible.

Los sistemas de cogeneración se pueden emplear en actividades tan diversas como: fábricas de procesos industriales, hospitales, piscinas cubiertas, complejos deportivos, hoteles, urbanizaciones, etc. Los países que más utilizan los sistemas de cogeneración son Dinamarca (cuyo porcentaje de producción de energía mediante cogeneración es del 40 %), Países Bajos y Finlandia (35 %), mientras que España tiene un porcentaje inferior al 10 %. Los sistemas de cogeneración pueden clasificarse según el orden de producción de electricidad y energía térmica en:

- **Sistemas superiores (Topping Cycles):** son los más frecuentes y consisten en una fuente de energía primaria (gas natural, diesel, carbón,...) que se utiliza para generar principalmente electricidad a partir de la energía mecánica generada en una turbina o un motor alternativo; la energía térmica restante (el calor residual de los vapores o gasés) es suministrada a los procesos industriales ya sea para calentamiento, cocido o para secado. Estos sistemas se utilizan en la industria textil, petrolera, de papel, cervecera, azucarera, etc., donde sus requerimientos de calor son moderados o bajos (250-600 °C)
- **Sistemas inferiores (Bottoming Cycles):** la energía térmica se utiliza directamente para satisfacer los requerimientos térmicos del proceso, mientras la energía residual se usará para la generación de energía eléctrica. Se utilizan en industrias cuyos procesos productivos necesitan altas temperaturas como cementeras, siderúrgicas, vidrieras, química, etc. Los calores residuales que resultan son del orden de los 900 °C que pueden aprovecharse para producir electricidad.

Otra clasificación de los sistemas de cogeneración se basa en el motor principal empleado para generar la energía eléctrica:

- **Cogeneración con turbina de vapor:** la energía mecánica es producida en una turbina acoplada a un generador eléctrico, mediante la expansión de vapor de alta presión generado en

una caldera convencional. La eficiencia global es del orden del 85-90 % y la eléctrica del 20-25 %. Estos sistemas se utilizan en aquellas instalaciones en las que la necesidad de energía térmica respecto a la eléctrica es de 4 a 1 o mayor.

- **Cogeneración con turbina de gas:** un compresor alimenta aire a alta presión a una cámara de combustión en la que se inyecta el combustible, que al quemarse generará gases a alta temperatura y presión, que a su vez, alimentan a la turbina donde se expanden generando energía mecánica que se transforma en eléctrica mediante un generador acoplado al eje de la turbina. Se utiliza en procesos en los que se requiere una relación energía térmica / energía eléctrica de 2 o mayor.
- **Cogeneración con ciclo combinado:** Emplean una turbina de gas cuyos gases generados se emplean para producir vapor a alta presión y alimentar a una turbina de vapor, produciendo más energía eléctrica. Se emplean en sistemas que requieren una relación electricidad / calor de 6 o mayor.
- **Cogeneración con motores alternativos:** el elemento motriz es un motor de explosión o un motor diésel al que se le acopla un generador. El calor que normalmente se elimina mediante un radiador y un ventilador, se conduce mediante canalizaciones y se usa para diferentes procesos industriales (calefacción, calentamiento, de agua, climatización de piscinas, etc.). Tiene una elevada relación electricidad / calor.

- *Trigeneración + Planta de cogeneración con un sistema de absorción para producir frío (dando calor, electricidad y frío)*

4.2.- Técnicas de ahorro doméstico

Doméstica
Utilizar sistemas de control de la instalación eléctrica, climatización, agua, etc.

- Evitar los malos hábitos en el uso de la energía: no dejar lucés encendidas en lugares no utilizados, utilizar lámparas de bajo consumo, (aunque son más caras, tienen un mayor rendimiento y duran más), apagar la televisión si no se está viendo, no dejar el calentador encendido cuando no es necesario, usar apropiadamente las prendas de vestir en cada estación, ducharse en vez de bañarse, cerrar el grifo al lavarse los dientes o afeitarse, reparar las averías en grifos, etc.

- Utilizar adecuadamente los electrodomésticos: utilizar electrodomésticos de bajo consumo (aunque la inversión inicial sea superior, resultan más rentables). regular adecuadamente la temperatura de los frigoríficos. procurar que las puertas queden perfectamente cerradas, mantener limpia y bien ventilada la parte trasera del frigorífico (intercambiador de calor o condensador), evitar que se acumule escarcha en el congelador, la lavadora y el lavavajillas utilizarlos a plena carga, etc.

- Reducción de basuras: comprar objetos sin envoltorios superfluos, usar bolsas de papel reciclado, utilizar envases de vidrio, clasificar las basuras en los hogares, etc. Todas estas medidas se resumen en las tres erres: reducir, reutilizar y reciclar.

4.3.- Acondicionamiento de los edificios

Las medidas más importantes van encaminadas a la climatización de los edificios: evitar fugas de calor en invierno y refrigeración en verano, doble acristalamiento de ventanas aislar paredes y techos (el aire es el mejor aislante), disponer de sistemas de programación y termostatos de aire acondicionado, utilizar controladamente los sistemas de calefacción dotándolos de los sistemas de regulación adecuados, cerrar los radiadores en las habitaciones donde no sean necesarios, utilizar la calefacción individual (ahorra más energía que con las calefacciones centralizadas), aprovechar al máximo la iluminación natural, etc.

Últimamente se está teniendo muy en cuenta el ahorro de energía a la hora de diseñar y construir las edificaciones. Esto ha dado lugar a lo que se conoce como arquitectura solar o bioclimática, la cual comprende un conjunto de técnicas de diseño para la construcción de viviendas y locales habitados, en las cuales se tienen principalmente en cuenta los factores climáticos de la zona geográfica en la que se encuentra para aprovecharlos al máximo, reduciendo las pérdidas energéticas. Esto se puede hacer de dos formas:

- Técnicas pasivas. Con las que se obtiene un rendimiento máximo de los sistemas convencionales mediante aislamientos adecuados.
- Técnicas activas. Las cuales generan energía, a partir de la energía solar para satisfacer las necesidades propias del edificio. Dentro de este grupo están la construcción de edificios con muros tipo invernadero (combinan la superficie de acumulación vertical con acabados en colores oscuros de gran absorción, con vidrio exterior), los muros de inercia térmica o muros Trombe (se trata de un muro invernadero con aberturas en su parte inferior por donde entra el aire frío, y otras en su parte superior por donde pasa el aire caliente directamente a la vivienda; se puede usar por la noche para refrigerar, cambiando el sentido del aire mediante unas trampillas reguladoras) y las cubiertas de inercia térmica.

4.4.- Transporte

El desarrollo tanto social como económico de nuestra sociedad ha dado lugar a un aumento importante de los desplazamientos, es decir, el tráfico de viajeros y de mercancías se ha incrementado notablemente en los últimos años. Todo esto conduce a un mayor consumo energético en el transporte, lo que representa un factor muy importante a la hora de considerar el ahorro energético. El consumo energético en el transporte se ha situado en cotas superiores a las del sector industrial, suponiendo en nuestro país que el 60 % de las importaciones de petróleo se destinan a esta actividad.

El consumo de energía en el transporte origina un aumento considerable en el déficit energético de España, así como una contaminación medioambiental causada por la emisión de CO₂, plomo y otras partículas contaminantes. Por esto se deben tomar las siguientes medidas de ahorro:

- Procurar la utilización de los medios de transporte públicos (autobús, tren, metro) o compartir el vehículo con otras personas.
- Utilizar el sistema de ventilación del automóvil en lugar de bajar las ventanillas.
- No llevar colocada la baca si no es necesaria.
- Utilizar neumáticos en buen estado y con la presión adecuada.
- Revisar periódicamente el motor para que esté siempre a punto.
- No mantener el motor del coche al ralenti cuando el vehículo vaya a estar detenido durante más de dos minutos.
- Pasar de 100 a 120 km/h supone aumentar en un 35 % el consumo de combustible.

4.5.- Diversificación energética

Consiste en contemplar la posibilidad de utilizar alternativas a las fuentes de energía convencionales y no renovables. Por ejemplo, el empleo del biogás (biocombustible) como alternativa a los combustibles fósiles, y el aprovechamiento de las energías alternativas (se ampliarán en la pregunta siguiente).

4.6.- Otras técnicas de ahorro energético

- Elevar la tensión en las redes de distribución eléctrica, mediante los correspondientes transformadores, para disminuir las pérdidas de potencia en la línea por efecto Joule.
- Utilizar sistemas basados en la bomba de calor ya que su eficiencia es superior a la de otros sistemas de calefacción.

5.- ENERGÍAS ALTERNATIVAS

El desarrollo de la sociedad actual se basa casi exclusivamente en el consumo de energías no renovables. Esto provoca un mayor distanciamiento entre los países ricos y los pobres, así como un gran deterioro del medioambiente, lo cual unido al hecho de que llegará un momento en que se agotarán, plantea la necesidad de transformar el sistema mundial de producción y consumo de energía, potenciando las llamadas energías alternativas (inagotables y respetuosas con el medioambiente). Estas energías alternativas (hidráulica, solar, eólica, etc.) tienen unos factores que condicionan su uso:

- Densidad energética. Es, por lo general, media o baja, siendo necesario recurrir a la concentración para obtener niveles energéticos adecuados, lo que supone instalaciones costosas.
- Coste de la materia energética. La producción de energía no es siempre gratuita, ya que hay que construir las instalaciones de producción y mantenimiento, aunque la fuente de energía en sí sea gratuita.
- Grado de madurez de las técnicas empleadas. Depende del estado de investigación y de la capacidad tecnológica del momento. Ello repercutirá en el precio de venta, disminuyendo los costes a medida que se desarrolle su producción.

Aunque todavía no se puede aprovechar, las investigaciones actuales apuntan a la energía de fusión como la alternativa a las fuentes de energía convencionales. Se basa en la energía liberada al fusionar dos núcleos ligeros para formar otro más pesado. Es lo que ocurre cuando un núcleo de deuterio (2_1H) y otro de tritio (3_1H), ambos isótopos del hidrógeno, se unen para formar un núcleo de helio (4_2He) con emisión de un neutrón y liberando gran cantidad de energía. Este es el proceso que tiene lugar en el Sol. A continuación se comentan las energías alternativas aprovechadas por el hombre:

5.1.- Energía hidráulica

Es la energía obtenida a partir de las corrientes de agua de los ríos. El mayor aprovechamiento de esta energía se realiza en los saltos de agua de las presas. El agua embalsada se utiliza conduciéndola y haciéndola descender por gravedad, de modo que pase por una turbina que impulsa un generador de electricidad.

La electricidad producida a partir de la energía cinética del agua al caer por diferencia de altura entre dos puntos se ajusta a unos condicionantes naturales y económicos que es necesario precisar:

1.- Condicionantes naturales.

- Climáticos. Las regiones más favorables son las que reciben fuertes cantidades de precipitaciones que se reparten de forma regular a lo largo del año (regiones ecuatoriales y fachadas occidentales de los continentes en la zona templada).
- Régimen hidrológico. Depende de las condiciones climáticas y de la extensión, localización y configuración de las cuencas de los ríos.
- Relieve de la cuenca. Es favorable la presencia de rápidos y cascadas, así como la de lagos más o menos extensos, rupturas de pendiente, fallas, etc.

2.- Condicionantes económicos.

- Demanda de electricidad. Mayor en países industrializados
- Almacenamiento de la electricidad. Como la electricidad no es almacenable a gran escala es necesario el ajuste de la producción al consumo, el cual es muy variable.

La energía hidroeléctrica presenta bastantes ventajas: es renovable y no presenta riesgos de agotamiento; su aprovechamiento exige la construcción de presas, lo que reduce los riesgos de avenidas y estiajes prolongados; es una energía no contaminante, aunque presenta el inconveniente de provocar efectos medioambientales negativos (impacto paisajístico del embalse, variaciones climáticas por la construcción de grandes lagos artificiales, anegación de zonas de cultivo, etc.)

Centrales hidroeléctricas

Las centrales hidroeléctricas utilizan, para mover sus generadores, la energía del agua de los ríos que tiene la ventaja de ser barata, aunque con el gran inconveniente que la central tiene que ser instalada en un lugar idóneo (ríos de gran caudal y recorrido, con una hidrografía alta) y siempre muy lejos de los centros de consumo. Están constituidas por una presa que es un muro grueso de hormigón que se construye a través de un río, apoyado generalmente en una montaña, para almacenar agua. La masa de agua del

embalse se conduce por medio de una tubería a los álabes o paletas de una turbina, que mueve el rotor de un generador produciendo energía eléctrica.

Las centrales hidráulicas se pueden clasificar según sus características orográficas, según su estructura o según la potencia que generen. Según sus características orográficas, se dividen en centrales fluyentes (situadas en ríos con caudal constante, de forma que no requieren la formación de un embalse) y centrales con regulación (situadas en lugares donde es necesario embalsar el agua y provocar un salto elevado de la misma).

Según su estructura, las centrales hidráulicas pueden ser por desviación de las aguas (parte del caudal del río se desvía mediante un muro situado transversalmente a la corriente) y de pie de presa (requieren la construcción de una presa que almacene el agua a una altura determinada). Según la potencia que generan, se clasifican en minicentrales hidráulicas (generan potencias comprendidas entre los 250 y los 5.000 kW) y macrocentrales o centrales hidráulicas (generan potencias superiores a los 5.000 kW).

Un tipo particular de centrales hidráulicas es la central de bombeo, en la que el embalse a partir del cual se genera energía hidroeléctrica recibe el agua por bombeo desde otro embalse inferior. Su principal aplicación es combinándola con una central térmica, nuclear o hidroeléctrica convencional, y se implanta en lugares donde hay un desfase entre la energía generada y la demanda de energía, bien sea porque paralizar la producción de energía es poco rentable (centrales térmicas y nucleares), o porque, si no se evacúa el agua, se desbordaría el embalse (centrales hidráulicas).

5.2.- Energía solar

La energía solar es fundamental, ya que todas las formas de vida dependen del flujo de esta energía que llega a nuestro planeta. El sol asegura una importante entrada de energía en nuestro planeta. Gran parte de la energía solar es reflejada por la atmósfera, o absorbida por el vapor de agua y otros componentes de la atmósfera (capa de ozono). Las características más importantes de la energía solar son:

- **Dispersión.** Provoca unas densidades bastante bajas en comparación con otras fuentes de energía convencionales, por lo tanto, si se desean conseguir potencias elevadas es necesario recurrir a amplias superficies de captación o a diversos sistemas de concentración de los rayos solares.
- **Intermitencia.** No se dispone de ella en cualquier momento (durante el día, influyendo también si es un día despejado o nublado)

Entre las ventajas de la energía solar están su elevada calidad energética, su gratuidad y el hecho de ser una fuente de energía inagotable. Entre los inconvenientes están la gran superficie de terreno ocupada por las instalaciones, el hecho de que no todas las zonas reciben la misma radiación solar, el elevado coste de las instalaciones, el impacto medioambiental que provocan (algunas aves se ven afectadas por el reflejo de los espejos), y el proceso de producción y conservación de los paneles fotovoltaicos resulta contaminante. El uso de la energía solar se centra en dos aspectos principales:

- **Conversión térmica.** Transformación de la energía solar en energía térmica.
- **Conversión fotovoltaica.** Obtener electricidad a partir de la energía solar al incidir en determinados materiales.

Conversión térmica

Se puede realizar a baja, media y alta temperatura.

- **Aprovechamiento a baja temperatura.**

No suele alcanzar los 20 °C. Su utilización se a base de instalaciones mediante colectores térmicos en los que el fluido recoge el calor que los rayos solares producen en el colector, utilizándose para obtener agua caliente sanitaria. En este tipo de instalaciones el elemento receptor de la energía solar es el colector

temario elaborado por: J. Javier Carrillo Martínez y Faustino E. Alvaro Serrano

o panel solar plano formado por una caja recubierta de material aislante cuya parte superior es de vidrio transparente. En su interior se sitúa una placa absorbente de color negro que contiene unas conducciones, también pintadas de negro, por las que circula el fluido encargado de absorber el calor. El funcionamiento de los colectores planos solares se basa en el efecto invernadero.

Las instalaciones solares de baja temperatura pueden ser de circuito abierto o cerrado. En las primeras el agua que circula por los colectores es usada directamente para el consumo (sin intercambiador). En las segundas existe un intercambiador donde se cede el calor del fluido que circula por el colector (circuito primario) al agua que va a ser utilizada para consumo doméstico (circuito secundario). Las aplicaciones de este tipo de instalaciones son: producción de agua caliente sanitaria (viviendas, hospitales, etc.), en la industria (procesos de secado, calentamiento de agua, ...) y en instalaciones deportivas (piscinas).

- Aprovechamiento a media temperatura

Cuando se requieren temperaturas por encima de los 90 °C, los colectores planos no son efectivos, utilizándose entonces colectores de concentración que son reflectores parabólicos que se fabrican mediante espejos, los cuales concentran la radiación en la línea focal de la parábola (ocupada por una conducción con el fluido caloportador) produciendo altas temperaturas (hasta 300 °C) que hacen que se evapore el fluido y mueva la turbina a la cual va acoplado el generador que produce electricidad.

- Aprovechamiento a alta temperatura

La obtención de altas temperaturas a partir de la energía solar puede llevarse a cabo de distintas formas:

- a) **Hornos solares.** Formados por un espejo parabólico que concentra en su foco los rayos provenientes de la reflexión de las radiaciones solares en un cierto número de espejos, llamados helióstatos, convenientemente dispuestos. Permiten alcanzar temperaturas de hasta 6000 °C (para fines experimentales: resistencia de materiales al calor, fusión de materiales, etc.).
- b) **Centrales solares.** Se trata de instalaciones que transforman la energía solar en energía eléctrica. Pueden ser centrales que utilizan receptores distribuidos que reciben la energía procedente de concentradores parabólicos, o centrales que disponen de un único receptor central que absorbe la energía reflejada en numerosos helióstatos debidamente orientados. En este último caso, el único receptor suele instalarse sobre una torre por lo que se conocen como centrales solares de torre central.

Conversión fotovoltaica

La luz del sol se transforma directamente en energía eléctrica en las llamadas células solares o fotovoltaicas, constituidas por un material semiconductor (Si). Al incidir la luz sobre estas células se origina una corriente eléctrica (efecto fotovoltaico), aunque el rendimiento de este proceso es muy pequeño (25 % como máximo).

Para obtener voltajes significativos se deben conectar varias células en serie, obteniendo los llamados módulos o paneles fotovoltaicos, que producen tensiones de 6, 12 ó 24 V y potencias de 3-45 W. Las instalaciones fotovoltaicas han de ir provistas de acumuladores para lo que se utilizan baterías de plomo o níquel-cadmio.

El principal problema que presentan las células fotovoltaicas es su elevado coste. Entre sus aplicaciones están: en centrales solares fotovoltaicas (en fase de experimentación), en pequeñas instalaciones alejadas de las redes de distribución (faros, teléfonos de carretera, etc.), en viviendas, en satélites.

5.3.- Energía eólica

Se trata de la energía producida por el viento. Aunque el inconveniente de este tipo de energía es que el viento cambia de intensidad y de dirección de manera impredecible, su limpieza y bajo impacto medioambiental hacen de este tipo de energía una alternativa a la producción de energía mediante fuentes no renovables.

El aprovechamiento de esta energía se basa en el empleo de aerogeneradores para la producción de electricidad y de aerobombas para la obtención de energía mecánica. Los aerogeneradores se pueden instalar de forma individual o colectiva formando "parques eólicos". Estas instalaciones exigen, previo a su construcción, un estudio sobre las condiciones del viento en un lugar concreto: velocidad, duración, periodos de calma, variación de la velocidad con la altura, huracanes, ... La disponibilidad de viento es el aspecto más importante a tener en cuenta a la hora de emplazar un parque eólico.

Las centrales eólicas son las instalaciones capaces de transformar la energía eólica en energía eléctrica. Para ello utilizan los aerogeneradores o turbinas eólicas. Según la posición de su eje de giro pueden ser de eje vertical o de eje horizontal. Se basan en que el viento hace girar unas aspas transformando la energía eólica en mecánica. Esa energía mecánica mueve el eje de un generador produciendo energía eléctrica.

Los aerogeneradores de eje horizontal son los más habituales. Sus elementos principales son: la hélice, la navicilla y la torre. La hélice puede tener de una a seis palas de fibra de vidrio o de carbono. Su misión es hacer girar el eje al que está unida. La navicilla es el generador propiamente dicho. Dispone de un microprocesador que regula el ángulo de inclinación de las palas y la posición del rotor respecto al viento. La torre es el soporte del conjunto que forman la hélice y la navicilla. Dispone de carga de frenado y toma de tierra, y debe absorber las vibraciones que se producen en el giro de la hélice.

La potencia disponible (P) de un generador varía según la densidad del aire (G en kg/m³), el área de captación del rotor (A en m²), la velocidad del viento (v en m/s) y el coeficiente de aprovechamiento de cada máquina (Cp que oscila entre 0,1 y 0,45) :
$$P = \frac{1}{2} G \cdot A \cdot v^3 \cdot C_p$$

Se estima que mediante la energía eólica se puede suministrar en torno al 10 % de la potencia total del sistema eléctrico nacional. Sus aplicaciones más importantes son: para producir electricidad en parques eólicos, bombeo de agua de pozos y embalses, secado de cosechas, alumbrado rural, acondicionamiento de granjas para crías de ganado o en invernaderos, etc.

5.4.- Biomasa

Como biomasa se consideran los vegetales, tanto terrestres como acuáticos, de crecimiento espontáneo o cultivado, los residuos agrícolas y forestales, y algunos residuos urbanos e industriales (cavendishes, orines y restos de alimentos). El tratamiento de la biomasa supone someterla a diferentes procesos físicos (compactación o reducción de volumen; secado para su posterior tratamiento térmico), bioquímicos (fermentación aerobia que permite la obtención de alcoholes; fermentación anaerobia que produce metano, componente básico del biogás) y térmicos (combustión directa de residuos forestales; pirólisis o destilación seca, mediante la que se obtiene gas de gasógeno; gasificación por oxidación parcial o hidrogenación, que permite la obtención de hidrocarburos). Mediante estos procesos se obtienen los llamados biocombustibles, que pueden ser sólidos (leña, carbón vegetal, huesos de aceituna, etc.), líquidos (alcoholes y algunos hidrocarburos) y gaseosos (como el biogás o el gas de gasógeno).

La utilización de la biomasa como fuente de energía puede hacerse por combustión directa de sus componentes o empleando los biocombustibles derivados de los procesos de transformación. La energía (kcal) que se puede obtener a partir de la biomasa se calcula multiplicando el poder calorífico (kcal/kg) de la sustancia empleada por su masa (kg): $E = P_c \cdot m$

Las ventajas de la biomasa como fuente de energía son: sencillez (su manejo no requiere conocimientos especiales), escasa contaminación (los biocombustibles son menos contaminantes que los combustibles fósiles), aprovechamiento de los residuos (la fermentación anaerobia de la biomasa tiene lugar en digestores obteniendo el biogás y un residuo sólido llamado compost utilizado como fertilizante en agricultura).

Actualmente se llevan a cabo estudios en torno a los llamados cultivos energéticos. Se trata de vegetales con alto contenido en hidratos de carbono cuyo tratamiento posterior permite un buen rendimiento en la producción de biocombustibles.

Mención especial merecen los residuos sólidos urbanos (RSU) constituidos por los materiales procedentes de la actividad doméstica, comercial e industrial de los núcleos de población, los enseres desechados, los residuos sanitarios y los residuos procedentes de construcciones y demoliciones. Los RSU se clasifican en: inertes (metales, vidrios, escombros, tierra, escorias, cenizas), residuos orgánicos fermentables (restos de alimentos frescos o cocinados) y residuos combustibles (papel, cartón, plásticos, gomas, cueros y materias textiles). Los tratamientos a los que se someten los RSU para su aprovechamiento energético son:

- Incineración. Reduce su volumen hasta un 90 %. Si el poder energético generado es superior a 1.000 kcal/kg resulta rentable para obtener energía eléctrica.
- Compostaje. Con residuos orgánicos fermentables, realizándose en condiciones aerobias. Se obtiene un compost que puede alcanzar hasta las 4.800 kcal/kg.

5.5.- Energía geotérmica

El origen de esta energía se encuentra en el calor natural de la Tierra. Las altas temperaturas que se alcanzan en el núcleo constituyen un buen potencial energético, aunque su aprovechamiento resulta difícil. El calor de la Tierra aumenta unos 30 °C por cada km que se avanza desde la superficie hacia el centro, aunque estos gradientes de temperaturas no son iguales en todas las zonas geográficas. Estos flujos de calor llevan asociadas algunas manifestaciones superficiales que pueden ser muy útiles para la correcta localización del foco calorífico, como alteraciones hidrotermales de las rocas, emanaciones de gases y vapor, fuentes termales y minerales, etc.

El yacimiento geotérmico se puede definir como un volumen de roca con temperatura anormalmente elevada. Esta temperatura puede ser absorbida por una circulación de agua y así poderla transportar hasta los puntos de utilización. Si en el yacimiento existe agua de forma previa, se genera espontáneamente un fluido caliente (vapor o agua) y se conoce como sistema hidrotermico. Si no existe agua estamos ante los sistemas de roca seca caliente (sin fluido geotérmico).

Para aprovechar la energía geotérmica, una vez que el fluido transportador de energía está en la superficie, puede utilizarse para calefacción de viviendas, industrias y usos agrícolas, o se puede conducir hacia unas turbinas conectadas a un generador para obtener energía eléctrica.

Las principales ventajas de la energía geotérmica son: ayuda a reducir la dependencia de energía del exterior, los costes de explotación son bajos respecto a las energías no renovables, es una fuente de energía renovable y barata. Los mayores inconvenientes son: rendimientos bajos, inversiones elevadas, la incertidumbre que entraña la explotación del yacimiento geotérmico, y el uso de esta energía está limitado a zonas próximas al yacimiento.

5.6.- Energía oceánica

Las energías procedentes del mar presentan un aprovechamiento más limitado que el resto de las energías renovables. El mar proporciona tres tipos de fenómenos que son capaces de ofrecer enormes cantidades de energía:

A) **Energía maremotriz.** Se deriva del ascenso del agua sobre la superficie terrestre. Las mareas tienen su origen en la atracción del Sol y la Luna. Sobre las grandes masas de agua incide notablemente y hay zonas costeras donde la altura del agua varía incluso más de 10 m por este efecto. Esta es una de las condiciones necesarias para su aprovechamiento, el cual se basa en producir energía eléctrica por medio de centrales maremotrices situadas en un estuario o entrada de mar hacia la tierra, una presa o dique que permita retener el agua cuando la marea alcance su nivel más alto. Cuando baja la mar y se alcanza cierta diferencia de altura, se abren las compuertas. El paso del agua hace girar la turbina que acciona el alternador. Este efecto puede conseguirse en ambos sentidos utilizando turbinas reversibles.

Actualmente hay pocas centrales maremotrices funcionando. Una de ellas es la de La Rance, en Francia. El impacto medioambiental que causan es grande ya que pueden alterar el hábitat de la zona, además del impacto paisajístico que provocan.

B) **Energía térmica de los océanos** Consiste en el aprovechamiento de la diferencia de temperatura de las aguas marinas entre las capas superficiales y las capas más profundas. Existen dos tipos de sistemas para aprovechar esta energía: sistemas de ciclo abierto (utilizan directamente el agua del mar; el agua de la superficie se evapora a baja presión y acciona las turbinas), sistemas de ciclo cerrado (utilizan fluidos de bajo punto de ebullición, como el amoníaco, el freón o el propano: el calor de las aguas superficiales es suficiente para evaporarlos, moviendo unas turbinas y posteriormente siendo enfriados utilizando agua de las capas profundas).

Los principales inconvenientes son la escasa diferencia de temperatura entre las capas marinas, la necesidad de emplear energía para el bombeo del agua de las profundidades y los problemas de corrosión de las conducciones.

C) **Energía de las olas.** Es una fuente de energía con un elevadísimo potencial (una ola de 3 m de altura es capaz de suministrar entre 25 y 40 kW por metro de frente). Sin embargo tiene el problema de que las olas se producen de forma aleatoria y su amplitud varía en cada instante. Los dispositivos experimentales utilizados se basan en el mismo principio: las olas comprimen un fluido que se encarga de accionar una turbina y producir electricidad.

5.7.- Futuras energías alternativas

En la actualidad se está investigando en torno a tres tipos de energías que pueden resultar una alternativa para las fuentes de energía convencionales.

ENERGÍA DE FUSIÓN

Consiste en la unión de dos núcleos de átomos ligeros para formar un núcleo nuevo más pesado, desprendiendo una gran cantidad de calor en el proceso. Actualmente, las reacciones nucleares que liberan mayor cantidad de energía son las que tienen lugar entre núcleos de hidrógeno, concretamente entre los isótopos de deuterio y tritio para formar helio, con la ventaja de que se pueden obtener del hidrógeno, y éste del agua dulce o agua del mar.

Los problemas que presenta este tipo de energía son:

- Calentar el gas a temperaturas tan elevadas: para conseguir más energía de la que se necesita en la reacción, se necesita una temperatura de 100 millones de °C.
- Disponer de un recipiente que pueda soportar esas temperaturas tan elevadas durante el tiempo que dura la fusión. A temperaturas de 100.000 °C todos los átomos están ionizados (han perdido sus electrones); por tanto, el gas está formado por átomos con carga positiva y electrones libres. A este estado se le denomina **plasma**. Si el plasma se coloca en un recipiente normal, se enfría rápidamente y las paredes del recipiente se volatilizan de forma instantánea. Como el plasma está formado por cargas eléctricas (núcleos positivos) y electrones, se pueden

colocar levitando dentro de potentísimos campos magnéticos, evitando así contacto alguno con las paredes.

- Sacar la energía liberada y transformarla en electricidad.

Se están siguiendo dos líneas de investigación para conseguir contener el plasma:

- *Mediante confinamiento inercial.* Consiste en emplear un rayo láser finísimo para comprimir partículas de deuterio, durante un tiempo que no va más allá de algunas trillonésimas de segundo. Con ello se consigue que las partículas alcancen una densidad de 10.000 veces la del agua y generándose pequeñísimas explosiones termonucleares semejantes a la bomba H.
- *Mediante confinamiento magnético (Tokamak).* Dispone de enormes electroimanes que producen campos magnéticos del orden de 50.000 gauss, que hacen que el plasma flote. Simultáneamente se hace pasar una corriente enorme (de varios millones de amperios) a través del plasma, para incrementar su temperatura.

FUSIÓN FRÍA

La fusión fría se diferencia de la fusión nuclear anteriormente explicada en que se podría producir a temperatura ambiente. Consiste en hacer pasar una corriente eléctrica a través de una celda electrolítica en la que el cátodo es de paladio (Pd) y el ánodo de platino (Pt). El electrolito es un compuesto de litio, oxígeno y deuterio disuelto en agua pesada (constituida por oxígeno y deuterio).

El funcionamiento sería el siguiente: sobre el paladio empezarán a incorporarse átomos de deuterio que están libres en el electrolito; al irse acumulando el deuterio, irá aumentando su densidad a medida que se incorporan más átomos. Si esta densidad superase un valor crítico, sus núcleos se unirían por fusión. La unión de dos núcleos de deuterio formaría otro núcleo más grande de helio. Si este núcleo de helio es inestable, se romperá liberando energía.

De confirmarse este proceso, se obtendría una energía baratísima, sin producir ningún residuo nocivo para el medio ambiente, y sin peligro de explosión.

PILA DE HIDRÓGENO

Se trata de una pequeña central eléctrica. Consiste en hacer reaccionar oxígeno e hidrógeno, obteniéndose electricidad y, como residuos una pequeña cantidad de energía calorífica y vapor de agua.

La pila tiene dos electrodos (de oxígeno y de hidrógeno) entre los cuales se dispone un electrolito que deja pasar los átomos o iones positivos de hidrógeno que se unen al oxígeno y generan una diferencia de potencial entre los electrodos, así como vapor de agua.

La tensión que genera cada pila es muy pequeña, por lo que se colocan muchas pilas en serie. En el año 2003, en Madrid se puso en circulación un autobús propulsado por pila de hidrógeno y la están incorporando importantes marcas de fabricantes de automóviles.