

Energías renovables y eficiencia energética

Primera edición, abril 2008

© de la edición, 2008

Instituto Tecnológico de Canarias, S.A.

© del texto, 2008

Julieta C. Schallenberg Rodríguez

Gonzalo Piernavieja Izquierdo

Carlos Hernández Rodríguez

Pedro Unamunzaga Falcón

Ramón García Déniz

Mercedes Díaz Torres

Delia Cabrera Pérez

Gilberto Martel Rodríguez

Javier Pardilla Fariña

Vicente Subiela Ortin

ISBN

978-84-69093-86-3

Depósito legal

TF 1000-08

EJEMPLAR GRATUITO. PROHIBIDA SU VENTA.

El "copyright" y todos los derechos de propiedad intelectual y/o industrial sobre el contenido de esta edición son propiedad del ITC. No está permitida la reproducción total y/o parcial de esta publicación, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, electrónico, mecánico, por fotocopia o por registro u otros medios, salvo cuando se realice con fines académicos o científicos y estrictamente no comerciales y gratuitos, debiendo citar en todo caso al ITC.

Prólogo

El presente libro, *Energías renovables y eficiencia energética*, se destina a ser utilizado, de modo particular, en la Enseñanza Secundaria Obligatoria, en el Bachillerato y en Ciclos Formativos; y, de manera general, como libro divulgativo que trata la situación energética de Canarias, haciendo hincapié asimismo en la eficiencia energética, dada la necesidad de ahorro de energía en las islas. Se ha pretendido elaborar un libro que pueda ser leído por cualquier persona sin formación técnica en la materia y lograr que, a través de su lectura, pueda entender cómo es la generación de electricidad y la producción de energía a partir de fuentes energéticas renovables en el archipiélago canario, y las particularidades de los sistemas eléctricos aislados. Su carácter divulgativo favorecerá su aprovechamiento por jóvenes, pero también por personas de todas las edades que sientan interés por los temas energéticos de las islas.

La edición se estructura en tres bloques, cada uno con sus correspondientes capítulos. El primer bloque está dedicado a la energía en términos generales y a la generación de electricidad, abordando la problemática de la producción de electricidad en redes débiles (islas aisladas). El segundo bloque aborda las energías renovables, exponiendo tanto las características generales de cada una de ellas como sus particularidades en Canarias. El tercer bloque estudia el ahorro y la eficiencia energética, estableciendo las bases para un uso racional de la energía, proporcionando ejemplos prácticos.

El bloque primero contiene 2 capítulos, uno dedicado a la energía y otro a la electricidad. El capítulo que versa sobre energía ofrece una panorámica de la evolución de su historia, el papel que juega en la sociedad moderna y la insostenibilidad del modelo energético actual a largo plazo. El capítulo sobre electricidad está dedicado a entender la dependencia de ésta en la sociedad actual, cómo y dónde se produce, cómo se distribuye y cómo podríamos almacenarla. Se enfatiza en las particularidades que tiene el sistema eléctrico en redes aisladas (como las que tenemos en Canarias), y en caracterizar el sistema de producción, distribución y transporte de la electricidad en el archipiélago canario.

El bloque dos contiene 5 capítulos, todos ellos dedicados a las distintas fuentes de energías renovables, incluyendo la energía solar térmica, la solar fotovoltaica, la eólica y otras energías renovables de menor implantación en Canarias, como son la biomasa, la hidráulica, la geotérmica y las energías oceánicas. Es el más extenso de los tres bloques que conforman el libro, puesto que se dedica un capítulo a cada una de las energías renovables con mayor implantación y potencial en Canarias: la energía eólica y la solar (tanto térmica como fotovoltaica), y otro capítulo a las demás energías renovables, que también son de relevancia en el archipiélago aunque, de momento, su implantación y perspectivas sean menores. En el bloque se explican las características principales de cada una de estas energías, con el fin de entender su funcionamiento y aplicaciones de forma genérica; además se analiza el papel que desempeña cada una de ellas en las islas en la actualidad y sus perspectivas futuras.

El tercer bloque abarca un tema tan amplio y difícil de enfocar como el del ahorro y la eficiencia energética. Se comienza por explicar la diferencia entre ahorro y eficiencia energética y finaliza con ejemplos prácticos sobre el modo de economizar en la factura eléctrica. Se ha tratado de dar una perspectiva global de las medidas necesarias para disminuir el consumo energético.

Es preciso destacar que el ahorro energético es fundamental para el archipiélago, sobre todo considerando la dependencia prácticamente absoluta de los combustibles fósiles que tienen las islas, y que el consumo energético per cápita en Canarias, lejos de disminuir, está aumentando año a año. En este contexto se ha de resaltar que el kWh más limpio no es el más "renovable", sino el que no se consume.

De todos modos, llevar a la práctica, tanto en Canarias como a nivel global, medidas de ahorro y eficiencia energética, que a priori parece representar un reto tecnológico menor que la implantación de energías renovables, está resultando de una complejidad extrema. Muchas voces del mundo de la investigación se alzan a favor de que el ahorro energético se convierta en una disciplina científica, ocupando así el lugar que le pudiera corresponder y esperando, de esta forma, lograr una mayor reducción del consumo energético.

En Canarias, el objetivo esencial requiere en primer lugar alcanzar un crecimiento cero en consumo energético, para, en un futuro, poder hablar de disminución de la demanda energética.

Finalmente, los autores consideran importante resaltar que, debido a que en la actualidad el sector energético está sufriendo cambios importantes, algunos de los datos incluidos en este libro pueden perder vigencia a corto plazo.

Índice

Bloque 1. Energía y electricidad.....	11
1. Energía	13
1.1. ¿Qué es la energía?	14
1.2. ¿Cómo ha sido la evolución histórica de la energía?	14
1.3. ¿Cómo se clasifican las fuentes de energía?.....	16
1.4. ¿Cuál es la dependencia energética en nuestro entorno?	17
1.5. ¿A qué dedicamos la energía?.....	18
1.6. ¿Refleja nuestra factura eléctrica el verdadero coste de la energía?.....	19
1.7. ¿Es sostenible el actual modelo energético?	19
1.7.1. El agotamiento de los combustibles fósiles	20
1.7.2. El efecto invernadero	21
1.7.3. La lluvia ácida.....	22
1.7.4. La deforestación	23
1.7.5. Tensiones sociales	24
1.8. ¿Cómo diferenciar potencia de energía?	24
PREGUNTAS DE COMPRENSIÓN	25
2. Electricidad	27
2.1. ¿Puedes imaginar un mundo sin electricidad?	28
2.2. ¿Dónde se produce la electricidad?	28
2.2.1. Térmicas	28
2.2.1.1. Ciclo combinado	29
2.2.1.2. Cogeneración.....	30
2.2.2. Hidroeléctricas	30
2.2.3. Nucleares.....	32
2.2.4. Centrales de energías renovables	33
2.2.4.1. Parques eólicos	33
2.2.4.2. Centrales solares fotovoltaicas.....	33
2.2.4.3. Centrales solares térmicas de alta temperatura	33

2.2.4.4. Centrales marinas	33
2.2.4.5. Centrales geotérmicas	34
2.2.4.6. Centrales minihidráulicas	34
2.3. ¿Cómo es la red eléctrica?	35
2.4. ¿Cómo es el sistema de suministro eléctrico?	36
2.5. ¿Cómo varía un día de electricidad?	37
2.6. ¿Cómo varía un año de electricidad?	38
2.7. ¿Cómo se puede almacenar la energía eléctrica?	39
2.7.1. Centrales reversibles o de bombeo.....	39
2.7.2. Pilas y baterías	41
2.7.3. El hidrógeno.....	41
PREGUNTAS DE COMPRENSIÓN.....	43

Bloque 2. Energías renovables **45**

INTRODUCCIÓN A LAS ENERGÍAS RENOVABLES.....	46
---	----

3. Energía solar térmica **49**

3.1. ¿Cómo llega la energía del Sol a nuestro planeta?	50
3.2. ¿Cuáles son los principales usos de la energía solar?.....	51
3.3. ¿Cómo funciona la energía solar térmica?	52
3.4. ¿Cuáles son los tipos de aprovechamiento de la energía solar térmica?	53
3.5. Energía solar térmica de baja temperatura.....	54
3.5.1. Sistemas de circulación forzada	54
3.5.2. Sistemas termosifón	54
3.5.3. Instalaciones de circuito abierto.....	55
3.5.4. Instalaciones de circuito cerrado	55
3.6. Energía solar térmica de alta temperatura	55
3.7. ¿Qué aplicaciones tiene la energía solar térmica?	56
3.7.1. Aplicaciones de la energía solar térmica de baja y media temperatura	56
3.7.2. Aplicaciones de la energía solar térmica de alta temperatura	58
3.8. ¿Puedo cubrir todas mis necesidades de agua caliente con energía solar térmica?.....	58
3.9. ¿Cómo se han de colocar los colectores solares?.....	59

3.10. ¿Por qué no existe un mayor desarrollo de los sistemas de energía solar térmica en Canarias?	59
PREGUNTAS DE COMPRENSIÓN	61
4. Energía solar fotovoltaica	63
4.1. ¿Cómo se genera electricidad con energía solar fotovoltaica?	64
4.2. ¿Cómo se mide la energía solar fotovoltaica?	64
4.3. ¿Con qué material se fabrican los paneles solares fotovoltaicos?.....	65
4.4. ¿Cuáles son las aplicaciones de la energía solar fotovoltaica?.....	66
4.4.1. Sistemas aislados	66
4.4.2. Sistemas conectados a la red.....	68
4.5. ¿Dónde y cómo deberían situarse los módulos fotovoltaicos?	70
4.6. ¿Se puede ser autosuficiente con energía solar fotovoltaica?	71
4.7. ¿Funciona una instalación fotovoltaica todo el año?	73
4.8. ¿Qué mantenimiento necesita una instalación fotovoltaica?	73
4.9. ¿Cuál es la vida de una instalación fotovoltaica?	74
4.10. ¿Son rentables las instalaciones fotovoltaicas?.....	74
4.10.1. Instalaciones aisladas.....	74
4.10.2. Instalaciones conectadas a la red eléctrica	76
4.11. ¿Existen ayudas para la instalación de sistemas fotovoltaicos conectados a red?.....	77
PREGUNTAS DE COMPRENSIÓN	79
5. Energía eólica	81
5.1. ¿Cómo se produce el viento?	82
5.2. ¿Cómo se caracteriza el potencial eólico de una zona?.....	83
5.3. ¿Cómo se puede aprovechar la energía eólica?	84
5.4. ¿Cuáles son las partes fundamentales de un aerogenerador?	85
5.5. ¿Cómo se pueden clasificar los aerogeneradores?	86
5.6. ¿Cuáles son las alternativas más comunes de explotación de la energía eólica con aerogeneradores?	87
5.7. ¿Cómo se puede estimar la energía eléctrica generada por un aerogenerador?	88
5.8. ¿Son rentables las instalaciones eólicas?.....	89
5.9. ¿Cuáles son las últimas tendencias en energía eólica?.....	90

5.10. ¿Por qué no se pueden conectar tantos aerogeneradores en Canarias como en la Península Ibérica?	91
5.11. ¿Cómo se puede aumentar la contribución de la energía eólica en las islas Canarias?	91
5.12. ¿Cómo afecta la energía eólica al medioambiente?	94
PREGUNTAS DE COMPRENSIÓN	95

6. Otras energías renovables 97

6.1. ¿Cómo se puede aprovechar la energía hidráulica?	98
6.1.1. ¿Cómo se genera la energía hidráulica?	98
6.1.2. ¿Cómo se pueden clasificar las centrales hidráulicas?.....	98
6.1.3. ¿Cuál es el papel de la energía hidráulica en Canarias?	102
6.2. ¿Cómo se puede aprovechar la biomasa?	103
6.2.1. ¿Qué es la biomasa?	103
6.2.2. ¿Cuáles son las fuentes de biomasa que se utilizan con fines energéticos?.....	103
6.2.2.1. Biomasa natural	103
6.2.2.2. Biomasa residual.....	103
6.2.2.3. Cultivos energéticos	104
6.2.3. ¿Qué son los biocombustibles?	106
6.2.3.1. Biocombustibles sólidos.....	106
6.2.3.2. Biocombustibles gaseosos	106
6.2.3.3. Biocombustibles líquidos.....	107
6.2.4. ¿Cuáles son las ventajas de utilizar la biomasa?.....	108
6.2.5. ¿Cómo se utiliza la biomasa en Canarias?	110
6.3. ¿Cómo se puede aprovechar la energía geotérmica?.....	111
6.3.1. Producción de electricidad	111
6.3.2. Producción de calor	111
6.4. ¿Cómo se puede aprovechar la energía del mar?.....	113
6.4.1. Las mareas	113
6.4.2. Energía de las olas	114
6.4.3. El gradiente térmico	116
6.4.4. Las corrientes marinas.....	116
PREGUNTAS DE COMPRENSIÓN	117

Bloque 3. Ahorro y eficiencia energética	119
7. El ahorro y la eficiencia energética	121
7.1. ¿En qué se diferencian el ahorro energético y la eficiencia energética?.....	122
7.2. ¿Por qué es necesario ahorrar energía?	123
7.3. ¿Cuáles son los principales tipos de medidas de ahorro y eficiencia energética?	125
7.4. ¿Cuáles son las medidas de carácter tecnológico?	125
7.4.1. Medidas desde el punto de vista de la gestión de la oferta (generación eléctrica)	125
7.4.2. Medidas desde el punto de vista de la gestión de la demanda (usuario)	126
7.4.2.1. Eficiencia energética de los electrodomésticos: de la A a la G	126
7.4.2.2. Eficiencia energética en la iluminación	128
7.4.2.3. ¿Cuánto puedo ahorrar sustituyendo bombillas?	130
7.4.2.4. Medidas de mejora de la infraestructura	131
7.5. ¿Cuáles son las medidas de un consumo responsable?.....	136
7.6. ¿Cuáles son las medidas instrumentales?	139
7.7. ¿Cómo interpretar la factura eléctrica?.....	141
7.8. ¿Cómo puedes calcular cuál es tu consumo eléctrico?	141
PREGUNTAS DE COMPRENSIÓN	143
Bibliografía	144
Enlaces de interés	146
Instituciones	146
Índice de fotografías	147

Energía y electricidad



Energía

Índice

1.1. ¿Qué es la energía?	14
1.2. ¿Cómo ha sido la evolución histórica de la energía?	14
1.3. ¿Cómo se clasifican las fuentes de energía?	16
1.4. ¿Cuál es la dependencia energética en nuestro entorno?	17
1.5. ¿A qué dedicamos la energía?	18
1.6. ¿Refleja nuestra factura eléctrica el verdadero coste de la energía?	19
1.7. ¿Es sostenible el actual modelo energético?	19
1.7.1. El agotamiento de los combustibles fósiles	20
1.7.2. El efecto invernadero	21
1.7.3. La lluvia ácida	22
1.7.4. La deforestación	23
1.7.5. Tensiones sociales	24
1.8. ¿Cómo diferenciar potencia de energía?	24
PREGUNTAS DE COMPRENSIÓN	25

1.1. ¿Qué es la energía?

La energía es la capacidad que tienen los cuerpos para producir trabajo: trabajo mecánico, emisión de luz, generación de calor, etc.

La energía puede manifestarse de distintas formas: gravitatoria, cinética, química, eléctrica, magnética, nuclear, radiante, etc., existiendo la

Principio de conservación de la energía: "La energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma"

posibilidad de que se transformen entre sí, pero respetando siempre el principio de conservación de la energía.

Prácticamente toda la energía de que disponemos proviene del Sol. El Sol produce el viento, la evaporación de las aguas superficiales, la formación de nubes, las lluvias, etc. Su calor y su luz son la base de numerosas reacciones químicas indispensables para el desarrollo de los vegetales y de los animales, cuyos restos, con el paso de los siglos, originaron los combustibles fósiles: carbón, petróleo y gas natural.

1.2. ¿Cómo ha sido la evolución histórica de la energía?

Durante casi toda la historia de la humanidad, el hombre ha utilizado las energías renovables como fuente de energía; no es hasta después de la revolución industrial cuando se inicia la utilización generalizada de los combustibles fósiles. Este último periodo, de unos 200 años, se ha caracterizado por un consumo creciente e intensivo de energía que prácticamente ha acabado con los combustibles fósiles. Con todo, representa un periodo muy

pequeño en el conjunto de la historia de la humanidad, cuyo comienzo se puede cifrar hace unos 200 000 años (si se considera desde el hombre de Neandertal) o unos 40 000 años (si se considera desde el hombre de Cromañón).

El hombre de las cavernas era esencialmente carnívoro; la única energía de la que disponía era su propia fuerza muscular, que utilizaba, fundamentalmente, para cazar alimentos.

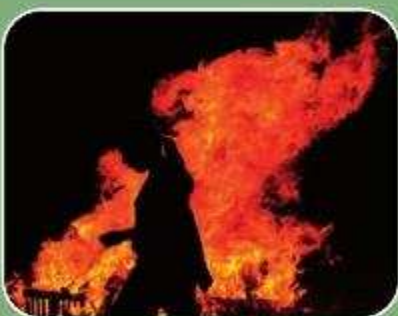
Con el descubrimiento del fuego el hombre primitivo pudo acceder, por primera vez, a algunos servicios energéticos como cocinar, calentar la caverna y endurecer las puntas de sus lanzas.

Hace unos 8000 años el hombre comienza a explotar la tierra con fines agrícolas y ganaderos y aprende a domesticar animales de tiro, por lo que ya no tiene que valerse sólo de su fuerza muscular.

Cuando ni su propia fuerza muscular, con la ayuda de la de los animales, fue suficiente para satisfacer las crecientes demandas energéticas de las sociedades en expansión, apareció la esclavitud, con lo que pasó a utilizar la energía de muchos hombres al servicio de un número reducido de hombres libres.

Hace unos 2000 años el hombre comienza a utilizar fuentes energéticas basadas en las fuerzas de la naturaleza, como es la del agua y, hace unos 1000 años, la del viento. Aparecen así los molinos de agua, primero, y los de viento, después, que se utilizaron en sus orígenes para moler grano.

¿Sabías que?



Hace unos 400 000 años el hombre comienza a hacer un uso consciente del fuego; recogía las brasas y conservaba el fuego en las cavernas, añadiéndoles palitos. Hace unos 10 000 años aprendió a encender el fuego, frotando trocitos de madera.

El Imperio romano, desde el año 50 a. C. hasta el 150 d. C., utilizó una media de 500 000 esclavos al año. La abolición de la esclavitud no comenzó hasta bien avanzado el siglo XVIII. España no la abolió hasta 1886.

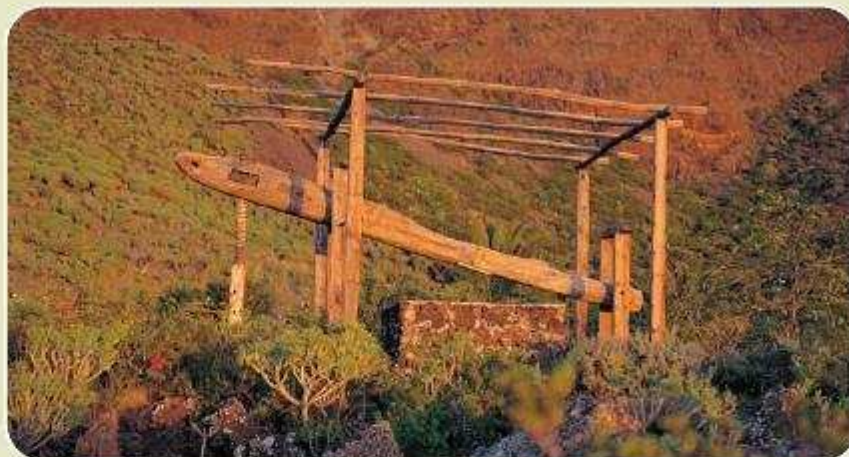
LA EVOLUCIÓN DE LA ENERGÍA EN CANARIAS

En la etapa prehispánica (antes de la conquista de las islas Canarias, s. XV), la población aborigen se caracteriza por ser una sociedad agrícola primitiva, que no conocía el metal. Su principal fuente energética era la fuerza humana, que obtiene sus calorías de la alimentación. La base alimenticia de los aborígenes eran los cereales, aunque también incluían en su alimentación animales de pequeño y mediano tamaño y la pesca.

El utensilio alimenticio más extendido y utilizado era el molino de mano (que consiste en dos piedras circulares, planas y superpuestas, de las cuales la de arriba es movida a mano directamente o valiéndose de un mango), con el cual trituraban los cereales. La otra fuente energética utilizada era la leña, que se usaba tanto para producir calor como para cocinar e iluminar.

La conquista de Canarias supuso el comienzo de la importación de los animales de tiro y de los esclavos. Estos últimos provenían principalmente de África.

Con la conquista también llegaron los conocimientos de los conquistadores, quienes ya conocían los molinos de agua. Los primeros molinos de agua aparecieron pocos años después de la conquista. Hacia mediados del siglo XIX los molinos de agua se habían extendido por casi toda la geografía canaria, aun-



Trapiche en El Hierro

que seguían utilizándose también los de mano. Estos molinos de agua, al igual que los anteriores, tenían la finalidad principal de moler cereales.

Los molinos de viento aparecen con posterioridad, hacia finales del siglo XVIII, y su utilización se extiende rápidamente por todas las islas, pero marcan de manera especial el paisaje de Fuerteventura.

Durante estos siglos, desde el XV hasta finales del XIX, las necesidades energéticas se fueron incrementando, los recursos eran escasos, por lo que se utilizaron, además de los molinos, grandes cantidades de leña.

La introducción de los combustibles fósiles en Canarias vino de la mano de la

navegación. El paisaje de los puertos canarios, al igual que ya había sucedido en Europa, fue cambiando y los grandes veleros (carabelas, fragatas, etc.) fueron dejando paso a los grandes barcos de vapor, que utilizaban carbón.

El carbón fue usado en las islas durante el siglo XIX y la primera mitad del siglo XX, fecha en la cual deja paso al petróleo, cuyo uso se extiende rápidamente, desplazando en su totalidad al carbón que termina por desaparecer del archipiélago hacia 1960.

Desde su introducción en las islas, el petróleo se ha ido extendiendo a todas las actividades demandantes de energía, convirtiéndose en la actualidad en la base del suministro energético de Canarias.

Para construir la pirámide de Keops (Egipto) trabajaron simultáneamente 100 000 esclavos que eran renovados cada tres meses. Se necesitaron diez años para terminar la obra, lo que significa que se utilizó una media de más de 4 millones de esclavos.

Hace unos 8000 años se domesticó el primer animal para arrastrar cargas y arar, fue el búfalo de agua. Hubo que esperar 2000 años más para domesticar al caballo.



Hacia finales del siglo XVIII se produce un hecho trascendental: la invención de la máquina de vapor, un dispositivo que permitía convertir el calor en fuerza mecánica (se quema el carbón, produciéndose calor, que es utilizado para evaporar agua; el vapor a su vez se utiliza para accionar dispositivos mecánicos). Y con la máquina de vapor llegó la 1.ª revolución industrial, que tuvo enormes repercusiones en el ámbito social y económico. Estas máquinas de vapor utilizaban carbón como fuente de combustible y representaron el comienzo de la era fósil, generalizando el consumo de los combustibles de origen fósil.

Casi un siglo después de las primeras máquinas de vapor empieza a introducirse una nueva forma de energía: la electricidad. Este hecho abrió a la humanidad nuevos horizontes. Ya no era necesario que el lugar del consumo de la energía fuese el mismo en el que se generaba y, además, esta forma de energía se podía transformar fácilmente en luz, en calor, en frío, en movimiento, en energía mecánica, etc., pero no es hasta finales del siglo XIX cuando empieza a introducirse en la vida cotidiana.

En la segunda mitad del siglo XIX aparecen los primeros motores de combustión interna y, con ellos, los automóviles, y en el último tercio de ese siglo se empiezan a emplear como combustible el petróleo y sus derivados. En la primera mitad del siglo XX empieza a utilizarse el gas natural, y a partir de los años 50 se ponen en funcionamiento las primeras centrales nucleares.

Todo este intervalo de tiempo se ha caracterizado por la búsqueda por parte del hombre de nuevos artificios y combustibles que facilitasen su trabajo y mejorasen su nivel de vida, pero también por un crecimiento del

consumo energético, al principio lentamente y en los últimos doscientos años de forma mucho más rápida, coincidiendo con un aumento del nivel de vida de los denominados países desarrollados. Problemas derivados de este cambio de modelo energético han sido el incremento de la contaminación, el aumento de las desigualdades sociales y el aumento de las diferencias entre los países pobres y ricos.

LA MÁQUINA DE VAPOR Y SU INFLUENCIA EN LA SOCIEDAD

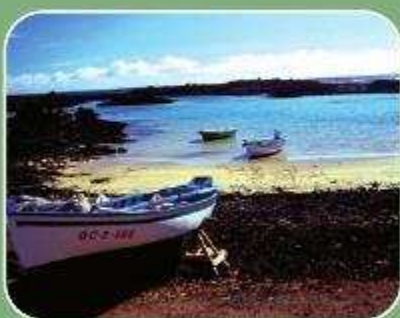
- A diferencia de las corrientes de agua y de los vientos que accionaban los talleres preindustriales, el carbón era una fuente de energía que se podía trasladar de un lugar a otro. La máquina de vapor, por lo tanto, permitió instalar industrias en nuevos lugares.
- Hizo posible un enorme desarrollo del transporte por medio de locomotoras y barcos de vapor que usaban carbón. Esto favoreció el comercio, la emigración y las comunicaciones.
- Permitted mecanizar gran número de tareas y aumentar la producción, por ejemplo, en telares, arados, segadoras, etc.

1.3. ¿Cómo se clasifican las fuentes de energía?

Las fuentes de energía pueden clasificarse, atendiendo a su disponibilidad, en renovables y no renovables:

- Las energías renovables son aquellas cuyo potencial es inagotable, ya que provienen de la energía que llega a nuestro planeta de forma continua, como consecuencia de la radiación solar o de la atracción gravitatoria de la Luna. Son fundamentalmente la

¿Sabías que?



En la civilización preindustrial la población era artesanal y se producía casi exclusivamente lo que se necesitaba; no existía la publicidad y los artesanos no trataban de incentivar el consumo de sus productos. Es lo contrario de lo que ocurre en la sociedad actual,

dado que la enorme cantidad de productos que se generan en esta época industrial han de venderse, para lo cual hay que animar el consumo, fundamentalmente a través de la publicidad, pasando a consumir mucho más de lo necesario.

Bloque 1. Energía y electricidad

energía hidráulica, solar, eólica, biomasa, geotérmica y las marinas.

- Las energías no renovables son aquellas que existen en la naturaleza en una cantidad limitada. No se renuevan a corto plazo y por eso se agotan cuando se utilizan. La demanda mundial de energía en la actualidad se satisface fundamentalmente con este tipo de fuentes energéticas: el carbón, el petróleo, el gas natural y el uranio.

Desde el punto de vista de la utilización de la energía, podemos clasificar la energía en primaria, secundaria y útil.

- Energía primaria:** es la que se obtiene directamente de la naturaleza y corresponde a un tipo de energía almacenada o disponible, como por ejemplo el petróleo, el carbón, el gas natural, el uranio y las energías renovables.
- Energía secundaria** (también conocida como energía final): se obtiene a partir de transformaciones de la energía primaria. Ejemplos de esta categoría son la electricidad o la gasolina.
- Energía útil:** es la que obtiene el consumidor después de la última conversión realizada por sus propios equipos de demanda, como por ejemplo la energía mecánica gastada en un motor, la luminosa en una bombilla, etc. Algunas energías primarias

pasan directamente a energía útil, sin transformarse previamente en energía secundaria.

1.4. ¿Cuál es la dependencia energética en nuestro entorno?

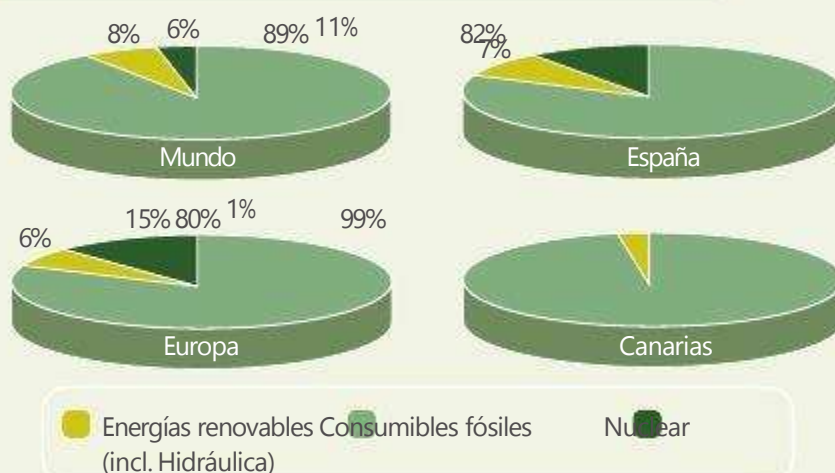
La dependencia energética de la Unión Europea muestra un aumento constante. La Unión Europea cubre sus necesidades energéticas en un 50% con productos importados y, si no cambia su política energética, antes de 20 años ese porcentaje ascenderá al 70%. Tal dependencia externa acarrea riesgos económicos, sociales y ecológicos.

La Península Ibérica tiene limitados recursos energéticos convencionales (no renovables), por lo que su sistema energético se ha caracterizado siempre por poseer una alta dependencia exterior, que ha ido aumentando en los últimos años. De este modo, las importaciones de energía en España han pasado de representar el 61% en el año 1985 al 75% en el momento actual.

El caso de las islas de la Macaronesia (Canarias, Madeira, Azores y Cabo Verde) es más crítico ya que carecen totalmente de recursos energéticos convencionales. El caso extremo es el de Canarias donde la importación de energía primaria representa casi un 98% del consumo interior.

En la actualidad, las islas Canarias se suministran del petróleo y sus derivados, importándolos por medio de buques.

ORIGEN DE LA ENERGÍA PRIMARIA (AÑO 2006)

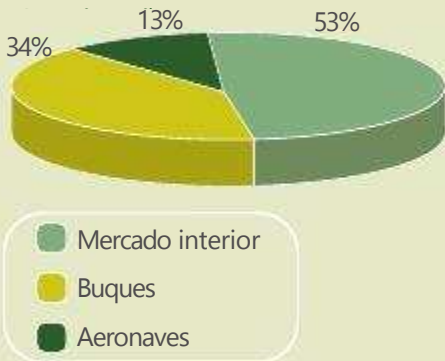


Fuente: Estadísticas energéticas de Canarias. Gobierno de Canarias

En el presente, el sistema energético mundial está fundamentado en el consumo de combustibles fósiles que, por su propia naturaleza, son perecederos. En términos de energía primaria, el conjunto de estos combustibles (petróleo, carbón y gas natural) representa el 86% del total.

En Canarias esta cifra se eleva a casi el 99%.

Distribución de los productos petrolíferos



CONSUMO PETROLÍFERO EN CANARIAS

Distribución del combustible en Canarias (año 2006)



Fuente: Estadísticas energéticas de Canarias. Gobierno de Canarias

Durante los últimos años se ha fomentado la utilización de las energías renovables, que podrían sustituir en gran medida a las convencionales, reduciendo de este modo la dependencia energética y aumentando la autonomía de las islas. Los diferentes estudios energéticos realizados han dado como resultado altos valores de potencial de energías renovables; ello significa que se podría garantizar una autonomía energética mucho mayor de la actual (a finales de 2007 el porcentaje de electricidad de origen renovable en Canarias rondaba el 4%).

1.5. ¿A qué dedicamos la energía?

A nivel mundial, la mayor parte de la energía consumida se dedica a la producción de electricidad y al transporte, sector este último que muestra una tendencia al alza, creciendo porcentualmente cada año. En España el transporte representa alrededor del 40% del con-

sumo de energía primaria y la electricidad algo más del 20%. El resto del consumo se distribuye entre el sector doméstico y los sectores productivos. Estos porcentajes son parecidos en casi todos los países desarrollados.

En las islas Canarias estas cifras varían algo respecto a la media nacional, debido fundamentalmente al impacto del transporte marítimo y aéreo, al poco peso específico de la industria y a una mayor contribución del sector turístico. Se dedica aproximadamente un 24% de la energía primaria a la producción de electricidad y más del 72% al transporte (del cual alrededor de un 35% se dedica al transporte terrestre). Estas cifras varían considerablemente si se estima sólo el mercado interno, que es aquel que no contempla el transporte externo a las islas, como el aéreo y el marítimo.

¿Sabías que?



EE. UU. con el 6% de la población mundial, consume el 30% de la energía mundial. La India, con el 20% de la población mundial, consume sólo el 2% de la energía mundial. El 20% de la población mundial consume el 80% de la energía producida.

La 1.ª máquina de vapor fue construida en 1782 por el escocés James Watt.

El 1.º ferrocarril fue construido en 1804.

El 1.º automóvil fue construido en 1883 por Henry Ford en EE. UU.

Bloque 1. Energía y electricidad

Un contexto muy diferente se vive en los países en vías de desarrollo, donde casi 2000 millones de personas no tienen acceso a la electricidad. El consumo de energía en estas zonas se limita principalmente al uso de la leña, que se utiliza, sobre todo, para cocinar los alimentos. El consumo energético en estas áreas es muy pequeño en comparación con el de los países desarrollados.

1.6. ¿Refleja nuestra factura eléctrica el verdadero coste de la energía?

Las consecuencias positivas que ha tenido el consumo de energía han llevado de la mano también otras negativas que, por lo general, no han sido valoradas.

En concreto, estos impactos no se han tenido en cuenta en las valoraciones económicas, de forma que los costes de la energía que se manejan habitualmente trata los recursos de la atmósfera, los océanos, los ríos, la tierra, etc. como si fueran gratis. Con ello se "externalizan" o transfieren a la comunidad los costes que representan el ensuciamiento de la atmósfera, del agua y de los terrenos, el ruido, la contaminación en general y el agotamiento de los recursos naturales. La comunidad ha de cargar con esos costes en forma de daño contra la salud y los ecosistemas.

Esta situación ha contribuido negativamente al desarrollo de las energías renovables, en la medida en que sus ventajas y su coste real no han sido adecuadamente considerados en los procesos de toma de decisiones.

En el siglo XVII el consumo energético anual por habitante era de 3500 kWh y toda la energía provenía de fuentes energéticas renovables. En 1950 el consumo energético era de 11 400 kWh y en 1970 de 20 200 kWh. En sólo 20 años se logró duplicar el consumo energético de toda la historia de la humanidad (datos estos últimos que demuestran claramente el despilfarro energético que se produjo a raíz de la introducción del petróleo y antes de la 1.ª crisis del petróleo en 1973).



El primer automóvil llega a Canarias en 1902. Algo más de un siglo después Canarias cuenta con casi un millón y medio de vehículos, englobando todo tipo de transporte por carretera

1.7. ¿Es sostenible el actual modelo energético?

El desarrollo sostenible ha sido definido por la Comisión Mundial para el Medioambiente y el Desarrollo de la ONU como "aquél desarrollo que satisface las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades". Esta opción se basa en la idea de que es posible conservar el capital natural y cultural de un territorio sin comprometer su desarrollo presente y futuro.

El mantenimiento del sistema energético actual durante un plazo de tiempo de una o dos generaciones es, simplemente, insostenible porque:

- Está agotando las reservas de combustible.
- Contribuye al efecto invernadero.



- Contribuye a la contaminación local y a la lluvia ácida.
- Contribuye a la deforestación.
- Origina riesgos para la paz mundial.

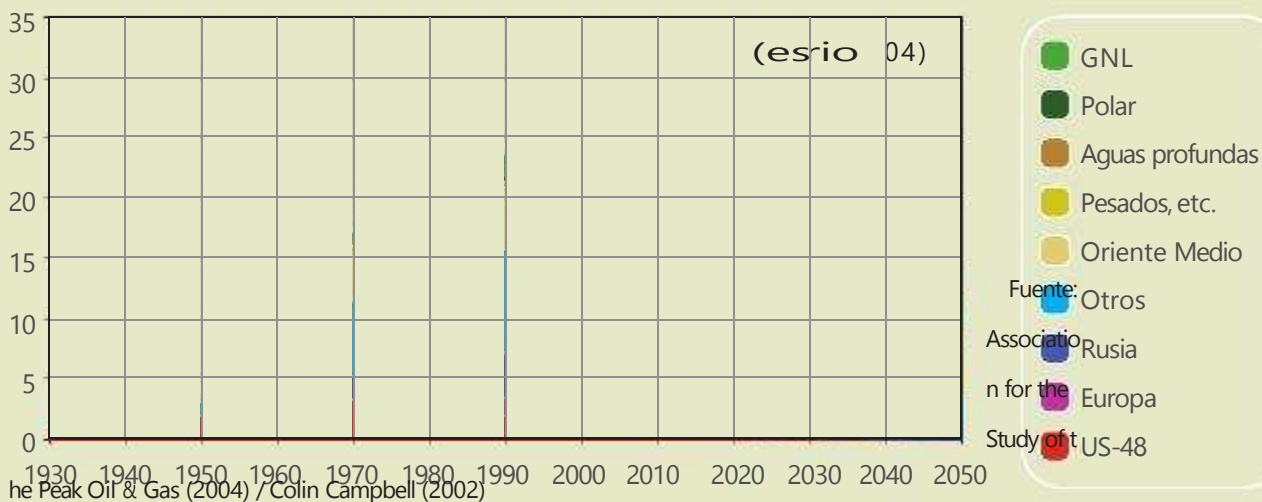
1.7.1. El agotamiento de los combustibles fósiles

El sistema energético actual está fundamentalmente basado en los combustibles fósiles. El ritmo de consumo es tal que en un año la humanidad consume lo que la naturaleza tarda un millón de años en producir, por lo

que el posible agotamiento de las reservas existentes es una realidad que no admite discusión.

- La posibilidad de agotamiento del petróleo y del gas natural será una realidad en el plazo de 1 ó 2 generaciones.
- Las reservas de carbón son menos limitadas (y menos aún si se incluyen los carbones de muy mala calidad). Sin embargo, este combustible es altamente contaminante, de forma que su utilización estará condicionada al desarrollo de tecnologías más limpias para la quema del carbón.

EL PICO DE LA PRODUCCIÓN DE PETRÓLEO Y GASES LÍQUIDOS



Consumo energético



La población mundial actual es de unos 6500 millones de personas; en 1960 era de 3000 millones (se duplicó en los últimos 40 años) y en el siglo XVII era de 400 millones.

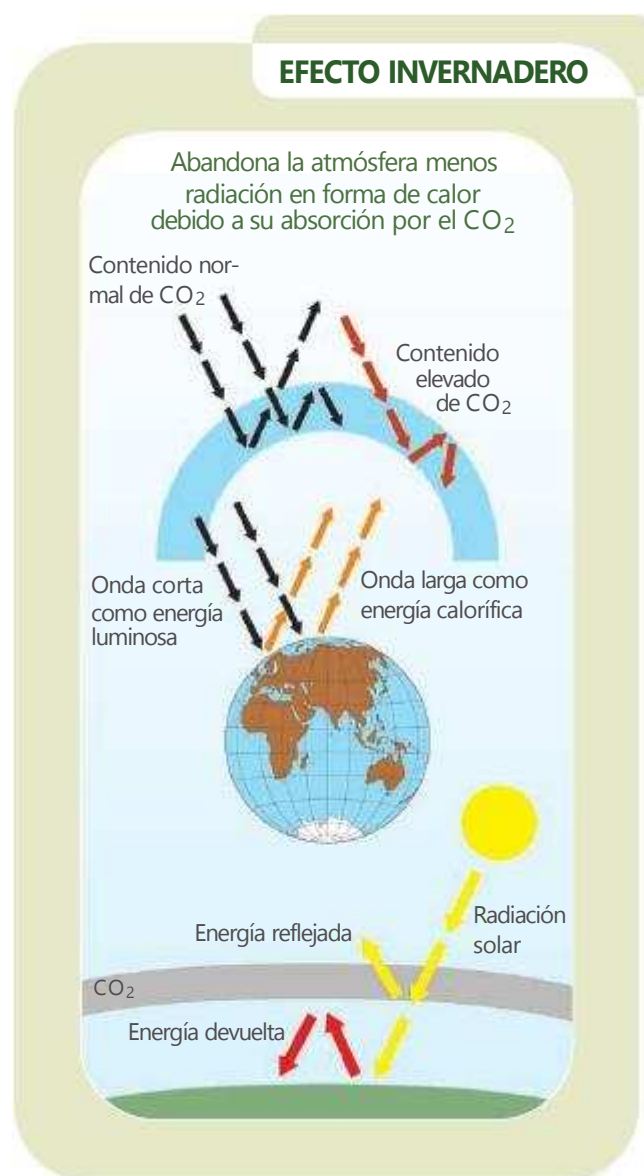
Dentro de 15 años se estima que la población mundial alcanzará los 8500 millones de habitantes, lo que conllevaría un aumento del consumo energético mundial.

Mucho antes del agotamiento de los recursos convencionales se están produciendo tensiones en los precios del petróleo, ante la falta de capacidad mundial de mantener el ritmo de crecimiento de la producción que sería necesario para satisfacer la demanda.

1.7.2. El efecto invernadero

Sin nuestra atmósfera, la temperatura media de la Tierra sería de unos $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ y no los $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ actuales. Toda la luz solar que recibimos alcanzaría la superficie terrestre y simplemente volvería, sin encontrar ningún obstáculo, al vacío. La atmósfera aumenta la temperatura del globo terrestre unos $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ y permite la existencia de océanos y criaturas vivas como nosotros. Gracias a nuestra atmósfera, sólo una fracción de ese calor vuelve directamente al espacio exterior. El resto queda retenido en las capas inferiores de la atmósfera, que contienen gases –vapor de agua, CO_2 , metano y otros– que absorben los rayos infrarrojos emitidos. A medida que estos gases se calientan, parte de su calor vuelve a la superficie terrestre. Todos ellos actúan como una gran manta que impiden que salga el calor. Todo este proceso recibe el nombre de efecto invernadero.

La energía solar llega a la Tierra en forma de radiación de longitud de onda corta (radiación ultravioleta), al tomar contacto con el suelo se refleja una parte, siendo el resto absorbido por éste. La radiación absorbida vuelve a la atmósfera en forma de calor, que es una radiación de longitud de onda larga (radiación infrarroja). Al viajar hacia la atmósfera se encuentra con los mismos gases, que si bien antes dejaban pasar libremente a las radiaciones de onda corta, actúan de freno a las de onda larga, devolviéndola otra vez a la Tierra, evitando



que la energía escape hacia el exterior y calentando más el resto del planeta. Cuanto mayor sea la concentración de esos gases, mayor es la energía devuelta hacia el suelo y, por tanto, mayor el calentamiento de las superficies.

Si se siguen consumiendo combustibles fósiles al ritmo actual:

- El petróleo se podría agotar en unos 45 años.
- El gas natural se podría agotar en unos 70 años.
- El uranio se podría agotar en unos 60 años.

Estudios recientes han puesto de manifiesto que, a lo largo del siglo XX, la temperatura media de la Tierra se ha incrementado en $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$.



En los últimos decenios, se ha producido en la atmósfera un sensible incremento de CO_2 y de otros gases de efecto invernadero. Según estudios realizados por el IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático reunido por la ONU) alrededor de tres cuartas partes de las emisiones de CO_2 antropogénicas (producidas por la actividad humana) que se han producido en los últimos 20 años se deben a la quema de combustibles fósiles. El resto se debe, sobre todo, a la deforestación. En la actualidad, los océanos y los suelos están absorbiendo aproximadamente la mitad de estas emisiones; a pesar de lo cual las concentraciones atmosféricas de CO_2 se han incrementado un 31% desde 1750 al año 2000, y han pasado de 280 partes por millón (ppm) a casi 370 ppm en el año 2000.

Entre algunas de las consecuencias más palpables del cambio climático se encuentra el deshielo de parte de los casquetes polares, lo cual provocaría un ascenso del nivel del mar, generando innumerables catástrofes en todo el mundo debido a la inundación de amplias zonas costeras con el consiguiente coste humano y económico, además del aumento de las sequías y la pérdida de muchos ecosistemas que no podrían adaptarse a un cambio tan rápido. Otra de las consecuencias sería la salinización del agua dulce de los acuíferos al penetrar el mar tierra adentro. Hay que tener en cuenta que las islas Canarias, como región costera, sufriría de forma directa estos efectos.

Por todo ello, el Protocolo de Kyoto tiene como objetivo disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, fijando una reducción del 8% de estos gases para el 2012, con respecto al nivel de emisión de 1990. Se podría concluir que aunque las reservas de combustibles fósiles fuesen eternas (que no lo son), a la larga, el planeta Tierra no sería capaz de absorber las emisiones de CO_2 que se desprenderían de su quema, por lo menos no sin terminar con la vida tal y como la conocemos.

1.7.3. La lluvia ácida

La quema de combustibles fósiles libera una importante cantidad de óxidos de azufre y de nitrógeno que sufren transformaciones químicas en la atmósfera al ser

PROCESO DE GENERACIÓN DE LLUVIA ÁCIDA



¿Sabías que?



Los científicos consideran que un cambio climático, en el sentido de un calentamiento global, a una velocidad que no tendría precedente en la historia de la Tierra, debe considerarse como una posibilidad real. Según las predicciones, la temperatura media aumentará de 1 a 3,5 °C antes de finales del siglo XXI.

La producción de electricidad causa también otras tensiones sociales como consecuencia del fuerte impacto local de algunas tecnologías. Piénsese, por ejemplo, en los desplazamientos forzados de población que origina la construcción de grandes complejos hidroeléctricos.

Bloque 1. Energía y electricidad

absorbidos por el agua de las nubes y las gotas de lluvia, originando ácidos muy corrosivos.

Las precipitaciones ácidas pueden disolver nutrientes de los suelos, además deterioran las hojas, todo esto se traduce en reducciones en la capacidad de realizar la fotosíntesis y de alimentarse, lo que debilita las plantas, frena su crecimiento y las expone con más facilidad a las enfermedades y los parásitos. Los árboles de hoja perenne son más sensibles al no disponer de nuevas hojas cada año. Estos ácidos contribuyen a la contaminación global del planeta y corroen edificios, estructuras metálicas y coches. Además una vez incorporado al ciclo del agua, estos ácidos son imposibles de eliminar.

1.7.4. La deforestación

La deforestación contribuye también al aumento de CO₂. La situación se ve agravada por la tala del bosque brasileño, ya que se ha talado un tercio de los árboles de Brasil, para fabricar carbón vegetal y también para convertir esos terrenos en tierras de pastos. También se puede agravar el problema por los incendios forestales, el abandono de las tierras agrícolas, la construcción de infraestructuras que

CONSUMO MUNDIAL DE ENERGÍA PRIMARIA PER CÁPITA (2006)

■ > 3,0 ■ 4,5-6,0 ■ 3,0-4,5 ■ 1,5-3,0 ■ 0-1,5

TEP (toneladas equivalentes de petróleo) por persona



DISTRIBUCIÓN DE LAS RESERVAS PROBADAS DE PETRÓLEO A NIVEL MUNDIAL (2006)

■ 742,7 ■ 144,4 ■ 117,2 ■ 509,5 ■ 40,5 ■

Miles de millones de barriles



Fuente: Estadísticas energéticas mundiales de BP (2005)

Debido al cambio climático se prevén impactos significativos en aspectos tan dispares como las actividades agrícolas, la salud humana o ciertos sectores financieros, como el de los seguros. Los sistemas naturales también sufrirán alteraciones de importancia.

El nivel del mar ha ascendido 20 cm a lo largo del último siglo y podría subir 88 cm antes de finales del siglo XXI.



favorecen la erosión, etc. La deforestación favorece la erosión, siendo una de sus graves consecuencias potenciales la desertización.

1.7.5. Tensiones sociales

Ya se ha comentado el enorme desequilibrio entre países ricos y pobres en lo que a consumo energético se refiere. Si a ello se añade la concentración de los recursos de combustibles fósiles en unos pocos lugares y que los grandes países productores y los consumidores se sitúan en lados opuestos del planeta, resulta un escenario poco tranquilizador para el equilibrio sociopolítico mundial.

La potencia eléctrica habitualmente instalada en una vivienda media (una familia de unos 4 miembros) en nuestras islas es de 5 kW, y la energía consumida anualmente es de unos 7000 kWh/año. Aproximadamente un tercio de ese consumo (2200 kWh/año) se dedica a calentar agua en un termo eléctrico.



Las últimas guerras en Oriente Medio, con el control del petróleo como trasfondo, son una triste confirmación de esta hipótesis. En los próximos años la concentración de reservas petrolíferas en Oriente Medio se incrementará progresivamente. Los EE. UU. aumentarán su dependencia del petróleo importado. Países que hasta ahora no importaban petróleo pasarán a engrosar la lista de importadores.



1.8. ¿Cómo diferenciar potencia de energía?

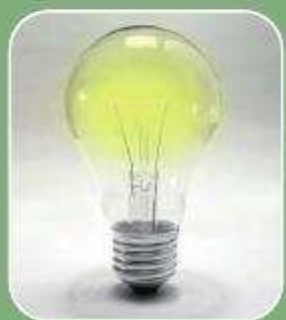
La potencia se mide en vatios (W). Se suelen utilizar múltiplos como kilovatios (kW) –1000 vatios–, megavatios (MW) –1 millón de vatios– o gigavatios (GW) –1000 millones de vatios–. La energía se puede medir en vatios-hora (Wh), o en unidades derivadas, como kWh.

Para entender esta terminología veamos el siguiente ejemplo: una bombilla de 100 W tiene una potencia de 100 W siempre, esté encendida o no, pero no consume energía mientras está apagada. Si a lo largo de un día tenemos esa bombilla encendida durante 3 horas, la energía consumida por la bombilla es de 300 Wh/día (100 W x 3 h = 300 Wh).

CONVERSIÓN DE UNIDADES ENERGÉTICAS BÁSICAS

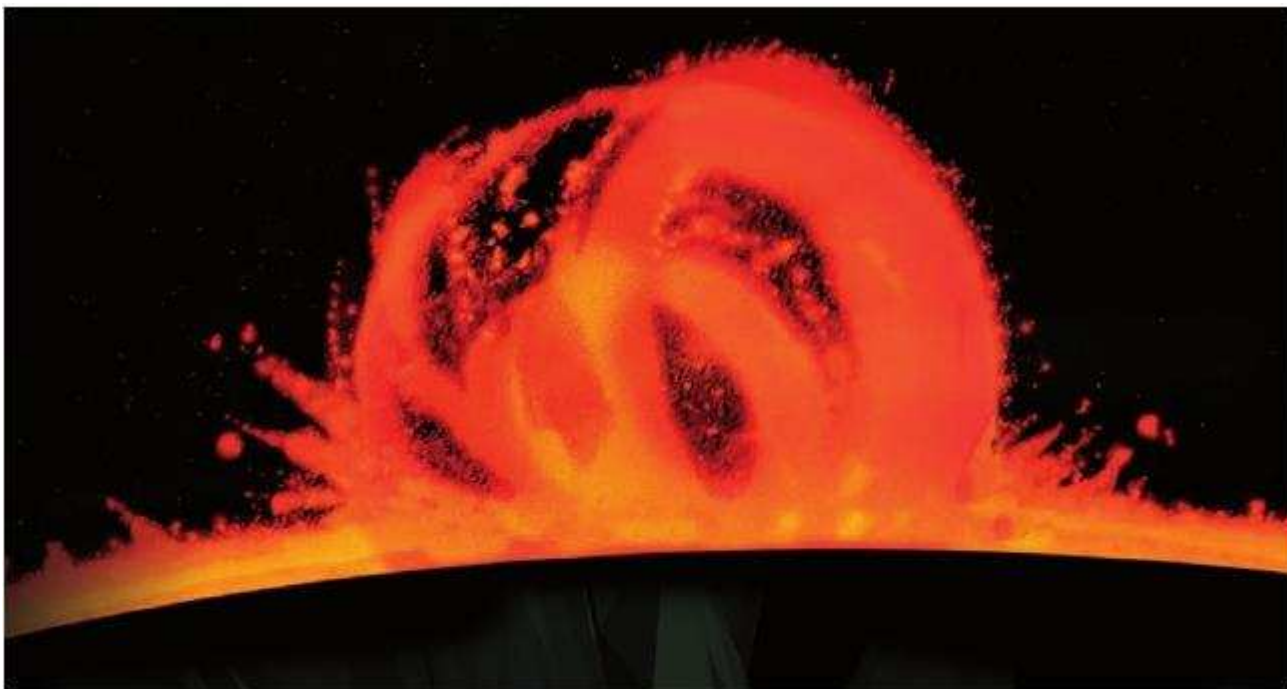
1 cal	4,18 julios (J)
1 kWh (kilowatio hora)	3,6 MJ
1 kWh	1,36 CV (caballo de vapor)
1 kWh	3413 BTU
1 TEP (tonelada equivalente de petróleo)	41,8 GJ
1 TEC (tonelada equivalente de carbón)	0,7 TEP
1 GWh	223,3 TEP
1000 barriles de petróleo	132,05 TEP

¿Sabías que?



1 kWh permite:

- Mantener encendida una bombilla de 100 W durante 10 horas.
- Elevar 1 tonelada a 360 metros de altura en una hora.
- Fundir el aluminio necesario para fabricar 6 botes de refrescos.
- Calentar unos 29 litros de agua para una ducha caliente.



PREGUNTAS DE COMPRENSIÓN

- La población aborígen canaria, ¿era autosuficiente desde el punto de vista energético? Preguntado de otra forma: ¿conseguía sus recursos energéticos en las islas o tenía que recurrir al exterior?
- A medida que ha ido avanzado el tiempo, la sociedad canaria, ¿se ha ido haciendo más autosuficiente desde el punto de vista energético, o menos?
- ¿Qué diferencia hay entre energía primaria y electricidad?
- ¿Los combustibles fósiles durarán siempre? ¿Y las energías renovables?
- Las fuentes energéticas que utilizaba la población aborígen canaria, ¿eran renovables o no?
- ¿Cómo explicarías que la importación de energía primaria represente más de un 99% del consumo interior de Canarias mientras que el porcentaje de electricidad de origen renovable ronda el 2%?
- ¿Es equitativo (igualitario) el consumo de energía en el mundo?
- En el año 2100, ¿podrán los países del mundo seguir con el mismo modelo energético que en la actualidad? ¿Por qué?
- El efecto invernadero: ¿es bueno o malo? Preguntado de otra forma: ¿es necesario para la vida en el planeta? ¿Cuáles son sus efectos beneficiosos y cuáles los negativos?
- ¿Cuáles son las consecuencias del modelo energético actual?

Electricidad

Índice

2.1. ¿Puedes imaginar un mundo sin electricidad?	28
2.2. ¿Dónde se produce la electricidad?	28
2.2.1. Térmicas	28
2.2.2. Hidroeléctricas	30
2.2.3. Nucleares	32
2.2.4. Centrales de energías renovables	33
2.3. ¿Cómo es la red eléctrica?	35
2.4. ¿Cómo es el sistema de suministro eléctrico?	36
2.5. ¿Cómo varía un día de electricidad?	37
2.6. ¿Cómo varía un año de electricidad?	38
2.7. ¿Cómo se puede almacenar la energía eléctrica?	39
2.7.1. Centrales reversibles o de bombeo	39
2.7.2. Pilas y baterías	41
2.7.3. El hidrógeno	41
PREGUNTAS DE COMPRENSIÓN	43

2.1. ¿Puedes imaginar un mundo sin electricidad?

La electricidad es la forma más sofisticada de energía que existe en la actualidad y permite su transporte entre lugares lejanos de forma económica y eficaz.

Si preguntáramos a cualquier persona del mundo desarrollado si se imagina un mundo sin electricidad, la respuesta que obtendríamos seguramente sería: "no". No hay nada más que mirar a nuestro alrededor y comprobar cómo nuestro modo de vida y el funcionamiento de la sociedad moderna se fundamentan en la utilización cotidiana de la electricidad. La electricidad nos permite una mayor calidad de vida, una vida más confortable, donde muchas tareas son ejecutadas por aparatos eléctricos, desde lavar la ropa en la lavadora a almacenar información en ordenadores o conservar nuestros alimentos en la nevera, enfriar o calentar nuestras viviendas y, últimamente, hasta cocinar y secar la ropa.

Esta gran dependencia de la sociedad actual de la energía eléctrica conlleva un mayor consumo, cuyas consecuencias afectan no sólo al medioambiente, sino también a la salud; desde los sistemas de producción de energía eléctrica, que en su mayoría utilizan recursos energéticos no renovables (carbón, gas, petróleo o uranio) al impacto causado por los sistemas de distribución de energía. Conocer todos los pasos que sigue la electricidad desde que se produce hasta que encendemos una simple bombilla nos llevará a tomar conciencia sobre la necesidad de hacer un buen uso de la misma y a adoptar hábitos y medidas para su ahorro y su mejor aprovechamiento.



La 1.ª central eléctrica de Canarias se inauguró la noche de fin de año de 1893, fue una central hidroeléctrica, tenía una potencia de unos 50 kW y estaba situada en las inmediaciones de Santa Cruz de La Palma. La electricidad no llegó a Santa Cruz de Tenerife hasta 1897 y a Las Palmas de Gran Canaria hasta 1899.

2.2. ¿Dónde se produce la electricidad?

Para la generación de electricidad a gran escala se recurre a instalaciones denominadas centrales eléctricas, que constituyen el primer escalón del sistema de suministro eléctrico.

Dependiendo de la fuente primaria de energía utilizada, las centrales generadoras se pueden clasificar en los tipos que se citan a continuación.

2.2.1. Térmicas

En una central térmica se convierte la energía química de un combustible en energía eléctrica. Según el combustible utilizado se las denomina centrales térmicas de carbón, de fuel o de gas.

¿Sabías que?

PRINCIPIO DE LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD



Thomas Alba Edison (1847-1931), además de inventar la bombilla también construyó la primera central eléctrica de la historia, que suministraba electricidad a 7200 bombillas. A raíz de esta experiencia se inauguró el primer servicio de luz eléctrica en la ciudad de Nueva York, que daba luz a 85 clientes.

Bloque 1. Energía y electricidad

Todas las centrales térmicas constan, en su forma más simple, de una caldera y de una turbina que mueve un generador eléctrico. La única diferencia entre ellas es el combustible; por tanto, la caldera deberá adaptarse al combustible utilizado. Todos los demás sistemas y componentes son básicamente los mismos.

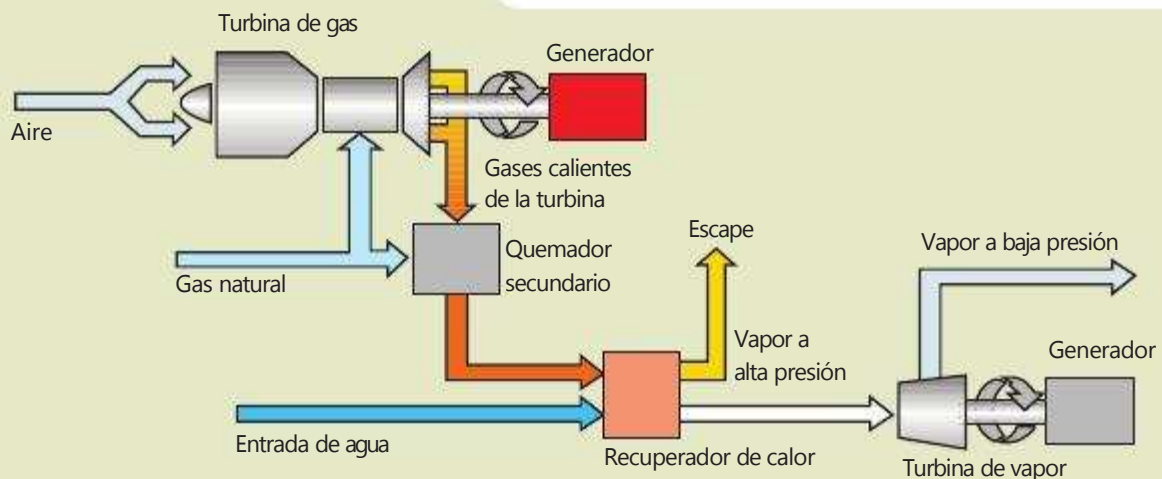
La caldera es un aparato que sirve para convertir el agua en vapor. El vapor producido, que sale de la caldera, mueve la turbina y ésta, a su vez, el generador eléctrico. El calor necesario para elevar la temperatura y presión del agua lo proporciona la quema del combustible, ya sea carbón, fuel o gas. El rendimiento de estos sistemas no suele sobrepasar el 33%, desaprovechándose la mayor parte de la energía en pérdidas de calor a lo largo de todo el sistema. A esto habría que añadir las pérdidas en el transporte y distribución de la electricidad a través de las líneas de alta, media y baja

tensión. El rendimiento de una central convencional en Canarias, incluyendo distribución hasta los puntos de consumo, estaría alrededor del 25%.

2.2.1.1. Ciclo combinado

En la actualidad se están construyendo numerosas centrales de las denominadas de ciclo combinado, que son un tipo de central que basa su funcionamiento en el acoplamiento de dos ciclos diferentes de producción de energía, uno con turbina de vapor y otro con turbina de gas. En el ciclo combinado los gases calientes de escape del ciclo de turbina de gas entregan el calor necesario para mover la turbina de vapor acoplada. Esta configuración permite un empleo más eficiente del combustible. Cada una de estas turbinas está acoplada a su correspondiente generador para producir la electricidad como en una central térmica convencional.

ESQUEMA DE CENTRAL DE CICLO COMBINADO



Se estima que cada año se vierten 10 millones de toneladas de petróleo en los mares del mundo, en cerca de 10 000 accidentes.

El Mediterráneo es la cuenca marina más contaminada del mundo; representa el 1% de la superficie marina, pero recibe el 20% de los vertidos mundiales de hidrocarburos.



Con este sistema se consiguen rendimientos del orden del 50%, muy superiores al de las plantas térmicas convencionales, en las que el rendimiento ronda el 30%. En las islas de Gran Canaria y Tenerife hay instaladas plantas de ciclo combinado.

En Canarias las centrales térmicas son las encargadas de garantizar la producción eléctrica. Cada isla tiene una o varias centrales térmicas, que son de poca potencia en comparación con las que se construyen en el continente. En las islas mayores el combustible que se utiliza en las centrales suele ser el fueloil y el gasoil, y en las islas más pequeñas (La Gomera y El Hierro), el diésel-oil. En las islas de Gran Canaria y Tenerife se plantea comenzar a introducir también el gas natural para su uso en las centrales térmicas.

2.2.1.2. Cogeneración

Los sistemas de cogeneración son sistemas de producción simultánea de electricidad y calor, partiendo de un único combustible.

El proceso de producción de electricidad es el convencional (ciclo de combustión –turbina– generador eléctrico) pero en el caso de la cogeneración se utilizan los gases de escape (si se emplean turbinas de gas) o el vapor (si se usan turbinas de vapor), que salen a altas temperaturas, para producir calor, que se utiliza directamente en distintos procesos industriales.

El rendimiento global de este tipo de centrales puede alcanzar el 70%.

En Canarias sólo las islas de Gran Canaria y Tenerife poseen instalaciones de cogeneración, ubicadas en hoteles, hospitales e industrias.



Todas las plantas desaladoras de Canarias (incluyendo las de agua de mar y salobre) pueden desalar unos 600 000 m³ de agua cada día (un m³ de agua son 1000 litros). Para desalar toda esa agua se necesitarían unos 2 GWh/d de electricidad, lo que representaría alrededor del 8% de la producción eléctrica diaria de Canarias.

2.2.2. Hidroeléctricas

Son centrales que generan electricidad mediante el aprovechamiento de la energía potencial del agua embalsada en una presa.

Recuerda:

Energía potencial = masa · gravedad · altura

$E_p = m \cdot g \cdot h$.

¿Sabías que?



Para producir un kilo de tomates en Canarias se necesitan unos 100 litros de agua. Para desalar esa agua se necesitarían aproximadamente 100 gramos de fuel.

El consumo específico en las centrales térmicas de Canarias oscila en torno a 0,25 gramos de fueloil por kWh producido de electricidad. Los combustibles utilizados en Canarias son: fueloil, gasoil y diésel oil.



CENTRALES DE UNELCO-ENDESA INSTALADAS EN CANARIAS A FINALES DE 2006

Isla	Tecnología	N.º grupos	Potencia instalada (kW)
Gran Canaria	Turbina de vapor	8	467 370
	Turbina de gas	7	321 890
	Motor diésel	5	84 000
Total Gran Canaria			873 260
Tenerife	Turbina de vapor	7	394 220
	Turbina de gas	10	368 520
	Motor diésel	20	104 302
Total Tenerife			867 262
Lanzarote	Turbina de gas	2	60 950
	Motor diésel	25	161 560
Total Lanzarote			222 510
Fuerteventura	Turbina de gas	3	78 260
	Motor diésel	20	120 498
Total Fuerteventura			198 758
La Palma	Motor diésel	8	58 240
	Turbina de gas	1	24 300
Total La Palma			82 540
La Gomera	Motor diésel	10	22 760
Total La Gomera			22 760
El Hierro	Motor diésel	9	13 197
Total El Hierro			13 197

La instalación de centrales hidroeléctricas depende de la posibilidad de construir embalses o presas en los cauces de los ríos, para retener el agua, y transformar la energía hidráulica en energía eléctrica. La generación de energía eléctrica se produce al dejar caer el agua desde una cierta altura; esta agua mueve los álabes de una turbina que, a su vez, acciona un generador, produciendo electricidad.

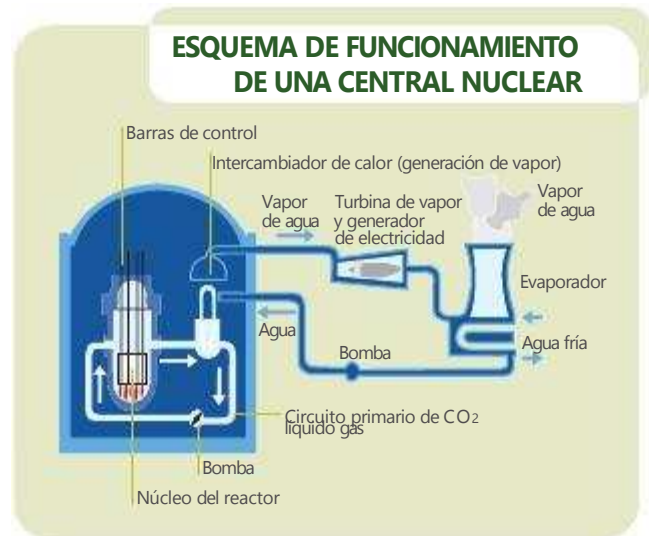
La energía hidráulica posee dos ventajas principales respecto a los combustibles de origen fósil y nuclear: una de ellas es que el agua (que es el combustible) no se consume ni empeora la calidad, únicamente es explotada; y otra de las ventajas es que no tiene problemas de producción de desechos.

Los aprovechamientos minihidráulicos han permitido el desarrollo de regiones aisladas en todo el mundo. Estos pequeños proyectos están diseñados para utilizar el caudal de un río o arroyo mediante la desviación del total o de parte del caudal hacia un canal y posteriormente conducirlo a una turbina por medio de una tubería.

En España se definen las centrales minihidráulicas como aquellas con una potencia menor de 10 MW.

2.2.3. Nucleares

Una central nuclear de fisión, que son las que se utilizan en la actualidad, es la que emplea para la generación de energía eléctrica elementos químicos pesados, como el uranio o el plutonio, los cuales mediante una reacción nuclear, proporcionan calor. Este calor se emplea para producir vapor y, a partir de este punto, el resto de los



procesos en la central son análogos a los de una central térmica convencional.

Las instalaciones nucleares son construcciones muy complejas por la variedad de tecnologías industriales empleadas y por las elevadas medidas de seguridad con que se las dota. Las características de la reacción nuclear hacen que pueda resultar peligrosa si se pierde su control y la temperatura sube por encima de un determinado nivel al que se funden los materiales empleados en el reactor (que es donde se lleva a cabo la reacción nuclear en cadena), o si se producen escapes de radiación nociva por ésta u otra causa, como fue el caso del accidente nuclear ocurrido en Chernobil en 1986. La energía nuclear se caracteriza por producir, además de una gran cantidad de energía eléctrica, residuos nucleares que hay que almacenar en depósitos aislados y controlados durante largo tiempo. Sin embargo, no producen gases de efecto invernadero ni utilizan combustibles fósiles convencionales.

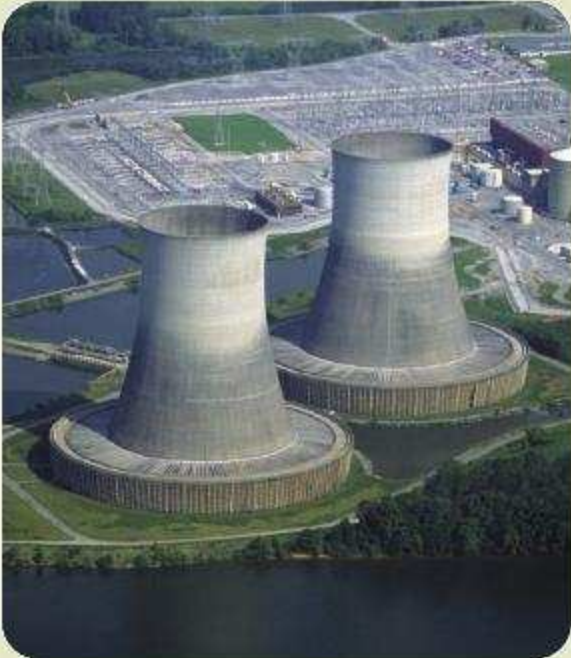
¿Sabías que?



Las centrales nucleares no son viables en Canarias, al no ser rentables por su pequeña dimensión.

Francia es el país de la Unión Europea que más energía nuclear tiene instalada, representando un porcentaje de más de un 75% de su demanda eléctrica.

ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS NUCLEARES



Los RESIDUOS RADIOACTIVOS DE MEDIA-BAJA ACTIVIDAD conllevan un proceso de compactación y solidificación, introduciéndolos en bidones de 200 l. El periodo hasta considerarlos exentos de radioactividad es de 200 a 300 años.

Para los RESIDUOS DE ALTA ACTIVIDAD se efectúa un primer periodo de reposo, en piscinas, entre 10 y 15 años (normalmente en la misma central) y más tarde un almacenamiento intermedio y, por último, el definitivo.

Almacenamiento intermedio húmedo (en piscinas que proporcionan blindaje y refrigeración) o seco (en contenedores que aseguran también blindaje y refrigeración). La permanencia es de 40 a 70 años.

Almacenamiento definitivo (Almacenamiento Geológico Profundo –AGP–):

Estructuras Profundas (a unos 500 metros), geológicamente estables, “que garanticen capacidad de transmisión del calor, estanqueidad y facilidad para implantación de sistemas de vigilancia”.

¡El periodo de “reposo” es de 20 000 a 100 000 años!

Sólo existe una instalación de AGP, que está situada en Nuevo Méjico (EE. UU.); pero dicha instalación está destinada a residuos militares y no a residuos de centrales eléctricas.

2.2.4. Centrales de energías renovables

2.2.4.1. Parques eólicos

Conjunto de aerogeneradores que se ha popularizado en los últimos años debido a que la energía eólica se considera una “energía limpia” (respetuosa con el medioambiente), ya que no requiere una combustión que produzca residuos contaminantes ni destruir recursos naturales.

No obstante, la cantidad de energía producida de origen eólico es aún una mínima parte de la que se consume por los países desarrollados y del potencial que representa.

2.2.4.2. Centrales solares fotovoltaicas

Los paneles solares fotovoltaicos transforman la radiación solar directamente en electricidad. Las plantas o centrales solares fotovoltaicas están constituidas por una serie de paneles fotovoltaicos conectados en serie y/o en paralelo, que vierten la electricidad producida a la red eléctrica.

En la actualidad, en casi toda Europa se está fomentando la construcción de este tipo de centrales a través de incentivos económicos.

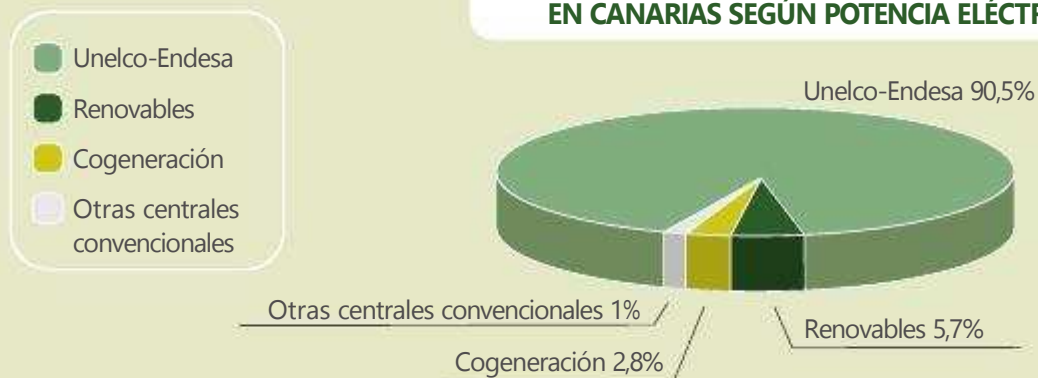
2.2.4.3. Centrales solares térmicas de alta temperatura

Utilizan el calor de la radiación solar para calentar un fluido y producir vapor para mover un generador, como en una central térmica convencional, pero en la que el combustible es el Sol.

2.2.4.4. Centrales marinas

Dentro de las centrales que se instalan en el mar podemos distinguir: las centrales maremotrices, las de olas y las que aprovechan las corrientes marinas. Las centrales maremotrices aprovechan los cambios de altura de las mareas para mover las turbinas, mientras que las de olas utilizan el movimiento de éstas con el mismo fin.

CONFIGURACIÓN DEL PARQUE DE GENERACIÓN EN CANARIAS SEGÚN POTENCIA ELÉCTRICA. AÑO 2006



Fuente: Estadísticas Energéticas de Canarias. Gobierno de Canarias

2.2.4.5. Centrales geotérmicas

La energía geotérmica es la que procede del calor interno de la Tierra. Existe una gran diferencia entre la temperatura de la superficie terrestre y la de su interior. El calor concentrado en el interior tiende a escapar de forma natural como ocurre en las fuentes hidrotermales o en los géiseres. También se puede extraer a partir de perforaciones en yacimientos localizados en el subsuelo.

2.2.4.6. Centrales minihidráulicas

Son las centrales hidráulicas cuya potencia es de 10 MW o menos.

En el aspecto medioambiental todas ellas poseen las ventajas de las energías renovables (energía limpia, autóctona e imperecedera), aunque también presentan una serie de posibles inconvenientes, según el tipo de renovable de que se trate.



Bloque 1. Energía y electricidad

La geotérmica, frente al resto de las renovables, presenta la gran ventaja de producir electricidad de forma constante (en este sentido funciona casi como una central convencional), a diferencia de las otras centrales mencionadas que dependen de la disponibilidad del viento, sol, etc.

Todas estas centrales, excepto las fotovoltaicas, tienen en común el elemento generador en sí, que no es otro que un generador eléctrico, movido mediante una turbina, que será distinta dependiendo del tipo de energía primaria que se utilice.

A pesar de todos los tipos de centrales renovables indicadas, la mayor parte de la energía eléctrica generada proviene de los tres primeros tipos de centrales: térmica convencional, hidráulica y nuclear.

2.3. ¿Cómo es la red eléctrica?

La energía eléctrica no se puede almacenar tan fácilmente como el carbón o los barriles de petróleo. Una vez producida en las centrales, debe comenzar su viaje a través de las líneas de alta tensión hacia los centros de consumo.

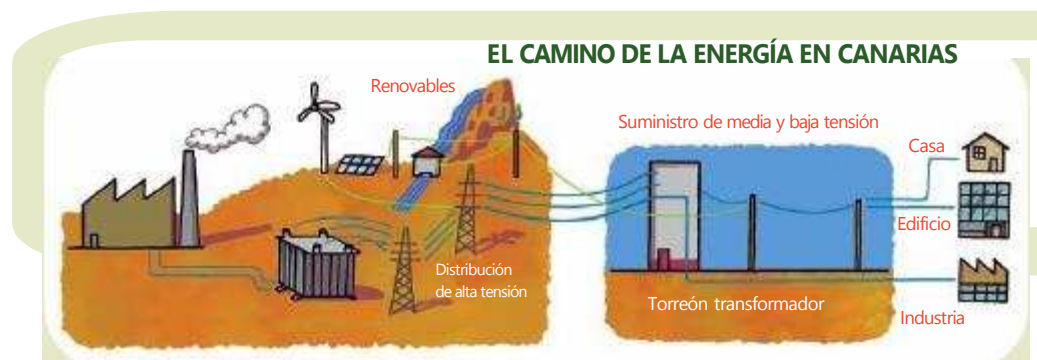
La Península Ibérica está cubierta por una densa red de transporte de energía eléctrica conectada con la red eléctrica de Europa, que incluye desde "autopistas" (las principales líneas de alta tensión) hasta ramales secun-

darios, como el cable que lleva electricidad al frigorífico en los hogares.

El transporte de energía eléctrica a larga distancia debe hacerse con el mayor voltaje posible, para reducir al mínimo las pérdidas en el cable. Los transformadores son los aparatos encargados de modificar el voltaje de la corriente.

En las islas Canarias, por tratarse de un archipiélago de origen volcánico, la profundidad entre el continente y dicho archipiélago es muy grande, como también lo es entre las islas. Esto impide que se pueda transportar la electricidad a través de cables submarinos, excepción hecha entre las islas de Lanzarote y Fuerteventura, que sí están interconectadas.

El resto de las islas constituye cada una un solo sistema eléctrico no interconectado, conformando auténticas "islas eléctricas". En estas islas, la electricidad que se pro-



duce en cada una de ellas tiene que ser igual a la que se consume y viceversa, resultando un sistema de control más complicado y de producción más caro.

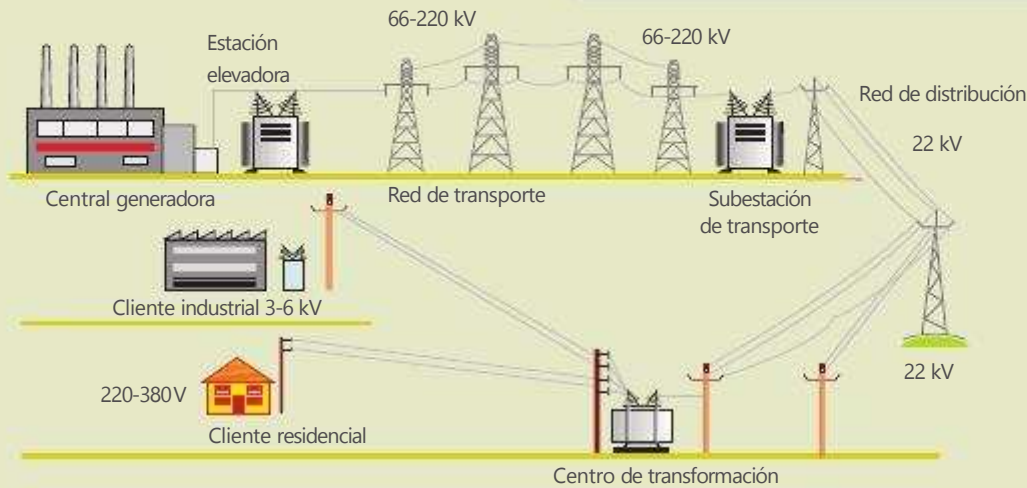
¿Sabías que?

Las islas de Lanzarote y Fuerteventura están interconectadas por un cable submarino de 30 kV de potencia limitada de 20 MVA, con una longitud de 15 km y que llega a una profundidad máxima de 100 m.

La corriente eléctrica se produce y transforma en trifásica y la consumimos en nuestros hogares en monofásica (380V en trifásica equivale a 220V en monofásica).



DIAGRAMA DEL SISTEMA DE SUMINISTRO ELÉCTRICO Y DISTRIBUCIÓN EN CANARIAS



2.4. ¿Cómo es el sistema de suministro eléctrico?

El sistema de suministro eléctrico está formado por el conjunto de elementos necesarios para la generación, el transporte y la distribución de la energía eléctrica, además de los mecanismos de control, seguridad y protección.

A continuación se describe brevemente cada una de las etapas del sistema.

1. Generación

La electricidad se genera en las centrales eléctricas. El hecho de que la electricidad, a nivel industrial, no se pueda almacenar y se deba consumir en el momento en que se produce, obliga a disponer de centrales con potencias elevadas para hacer frente a las puntas de consumo y que, a su vez, sean lo suficientemente flexibles como para adaptarse a la demanda.

2. Transporte

La red de transporte es la encargada de enlazar las centrales con las redes de distribución, uniendo las centrales con las subestaciones de transformación. Las líneas de transporte están interconectadas entre sí, de manera que pueden transportar electricidad entre puntos muy alejados, en cualquier sentido y con las menores pérdidas posibles. Debido a su voltaje las redes de transporte se denominan también

de alta tensión. Las líneas de la red de transporte pueden ser aéreas o subterráneas.

En Canarias, las líneas de transporte son de 66 kV, excepto las que unen las dos centrales de Gran Canaria (Jimánar y Barranco de Tirajana) y las dos centrales de Tenerife (Candelaria y Granadilla), que van a 220 kV. Todas las islas, excepto El Hierro y La Gomera, tienen red de transporte. Estas dos islas, debido a su menor demanda eléctrica, no tienen redes de alta tensión sino redes de distribución, que unen directamente las centrales con los centros de transformación.

3. Subestaciones de transformación

Son las encargadas de reducir la tensión (voltaje) de la electricidad desde la tensión de transporte a la de distribución.

4. Distribución

La red de distribución está constituida por las líneas que van desde las subestaciones hasta los centros de transformación. Las líneas de la red de distribución pueden ser aéreas o subterráneas.

En Canarias, las líneas de distribución son de 22 kV. Debido a su voltaje las redes de distribución se denominan de media tensión.

5. Centros de transformación

Los centros de transformación son los encargados de realizar la última transformación, reduciendo del voltaje de distribución al voltaje de utilización (denominado también de baja tensión). El voltaje de utilización es de 380 V (en tres fases), en el caso de uso doméstico, y de entre 3 y 6 kV, en el de uso industrial.

A partir de su generación, la electricidad inicia su viaje por los tendidos de las líneas de alta, media y baja tensión. Finalmente, cuando conectamos un aparato a un enchufe y cerramos el circuito, obtenemos trabajo útil de la corriente eléctrica (luz, calor, movimiento, etc.). Todo este viaje tiene lugar en una red enormemente compleja que llamamos "red eléctrica", la cual conecta todos los centros de producción con todos los puntos de consumo.

2.5. ¿Cómo varía un día de electricidad?

El consumo de electricidad, al igual que el de agua o el transporte, tiene una variación diaria muy marcada y bastante predecible. En las islas Canarias la demanda suele seguir las pautas siguientes: a partir de las doce de la noche, el consumo de electricidad cae rápidamente y llega al mínimo en la madrugada (horas valle). Hacia las 6 de la mañana comienza a crecer otra vez, llega a una primera punta a media mañana (horas punta), se reduce ligeramente hacia el mediodía y tiene un segundo pico a primera hora de la noche. Este úl-

timo pico es mayor que el del mediodía en invierno, mientras que en verano prácticamente se igualan.

La demanda suele seguir prácticamente el mismo patrón durante toda la semana pero, mientras que en los días laborables el consumo es similar, los fines de semana y festivos este consumo disminuye, siendo más acusante el descenso los domingos y festivos que los sábados.

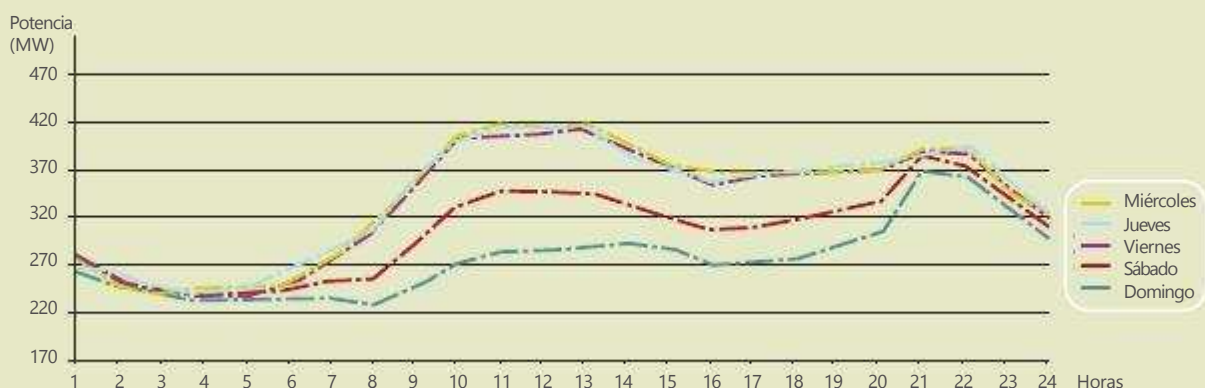
Esta curva de demanda o de carga está compuesta por muchos consumos: domésticos, industriales, etc. Depende de diversos factores: temperatura (en los días calurosos los equipos de aire acondicionado funcionan a pleno rendimiento), horas de luz, festividades, etc.

Como la electricidad a escala industrial no se puede almacenar, es necesario mantener una base de carga (de generación eléctrica) funcionando continuamente, con una estrategia que permita tanto cubrir la demanda básica, como los picos de demanda que puedan surgir.

Un frigorífico es un ejemplo de demanda básica: su consumo de electricidad es regular y previsible. Por el contrario, una ola de calor puede disparar la demanda de electricidad, debido a la utilización del aire acondicionado de manera imprevisible.

En la Península Ibérica las centrales nucleares y térmicas, con un funcionamiento regular, satisfacen la demanda base, mientras que los picos de demanda se solventan

CURVA DE CARGA DIARIA TIPO DE ISLA CAPITALINA



poniendo en marcha grupos térmicos de fuel o diésel y las centrales hidroeléctricas, más ágiles a la hora de alcanzar el estado operativo, de parar y de reaccionar ante las eventualidades de la demanda.

En las islas Canarias, por contra, sólo se dispone de grupos térmicos de medio-pequeño tamaño (en comparación con los de la Península Ibérica), que funcionan con fuel o diésel, solventando los picos de demanda con pequeños grupos diésel.

El sistema se regula prácticamente segundo a segundo, intentando reducir al mínimo tanto la sobreproducción de electricidad como no poder satisfacer la demanda.

Esta regulación se consigue gracias a reguladores de velocidad que miden la frecuencia de la red eléctrica (que ha de ser de 50 Hz) y decide cuánto combustible inyectar en función de si la demanda está creciendo o bajando (que se corresponde con una frecuencia ligeramente por debajo de 50 Hz o por encima, respectivamente).

Cuando se va la luz, hay un fallo en un grupo o hay picos de demanda, en el caso de las islas Canarias, se ponen en marcha los grupos de arranque rápido para regular el sistema eléctrico.

Para que el sistema resulte más económico y fácil de regular, hay que intentar aplanar la curva de demanda.

Para ello se fomenta, por ejemplo, la tarifa nocturna, que es mucho más barata y que estimula a consumir durante la noche. Esta tarifa es aprovechada, sobre todo, por las industrias que hacen turnos nocturnos.

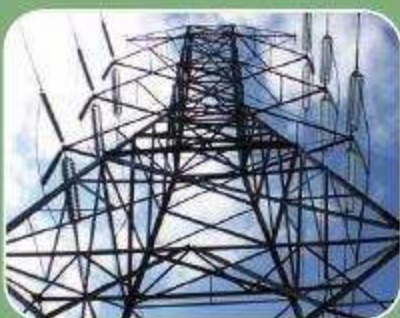
También se podría proponer otro tipo de medidas de gestión de la demanda, con el fin de aplanar la curva de carga (este tema se tratará más en detalle en el bloque 3 del presente libro).

2.6. ¿Cómo varía un año de electricidad?

El consumo de electricidad en Europa y en la Península Ibérica también varía a lo largo del año, siguiendo unas pautas más o menos comunes: suele ser mínimo en verano, que coincide con periodo vacacional y altas temperaturas, y alcanza un máximo en invierno, por lo general en diciembre, principalmente debido al uso extendido de la calefacción. Aunque en los últimos años se ha desplazado la punta máxima anual a algunos días de verano, a causa del empleo masivo del aire acondicionado por las, cada vez más frecuentes, olas de calor que azotan la Península Ibérica y Europa (debidas fundamentalmente al cambio climático). Por lo general las centrales nucleares proporcionan la base de producción, que varía poco a lo largo del año. El resto de la demanda lo cubren las centrales térmicas e hidroeléctricas.

Si el año hidráulico es bueno y hay mucha agua disponible, las centrales térmicas reducen sus horas de funcionamiento. Por el contrario, cuando hay sequía, deben funcionar a pleno rendimiento. En un año normal, las centrales hidráulicas proporcionan poca energía en los últimos meses de verano, cuando la disponibilidad de agua es mínima. Un año seco, por lo tanto, significa un sobrecoste en la producción de energía, pues es necesario quemar más combustible de lo habitual.

¿Sabías que?



La longitud total de la red eléctrica en España es de más de 600 000 km; podría dar 15 veces la vuelta a la Tierra.

En el sistema eléctrico canario operan varias empresas, entre las que destacan Unelco-Endesa y Red Eléctrica Española (REE). REE ejerce las funciones de operación del sistema eléctrico. Unelco-Endesa ejerce funciones de generación, distribución y comercialización; también es la propietaria de la red de transporte. Esta empresa produce el 90% de la electricidad en Canarias. El 10% restante corresponde a otras empresas, mayormente a productores de energía eólica.



Un buen año hidráulico significa menos consumo de combustible

En el caso de las islas Canarias la situación general es diferente; presentan un consumo más uniforme a lo largo del año, que se cubre prácticamente en su totalidad con centrales térmicas. En algunas islas el consumo es algo mayor en verano que en invierno, debido esencialmente a que no suele ser necesaria la calefacción en invierno y al aumento de la población en verano; éste es el caso de las islas pequeñas como El Hierro. En otras

islas, con una gran afluencia de turismo durante la época invernal (como es el caso de Gran Canaria y Tenerife), el consumo es prácticamente el mismo, siendo algo mayor en invierno que en verano.

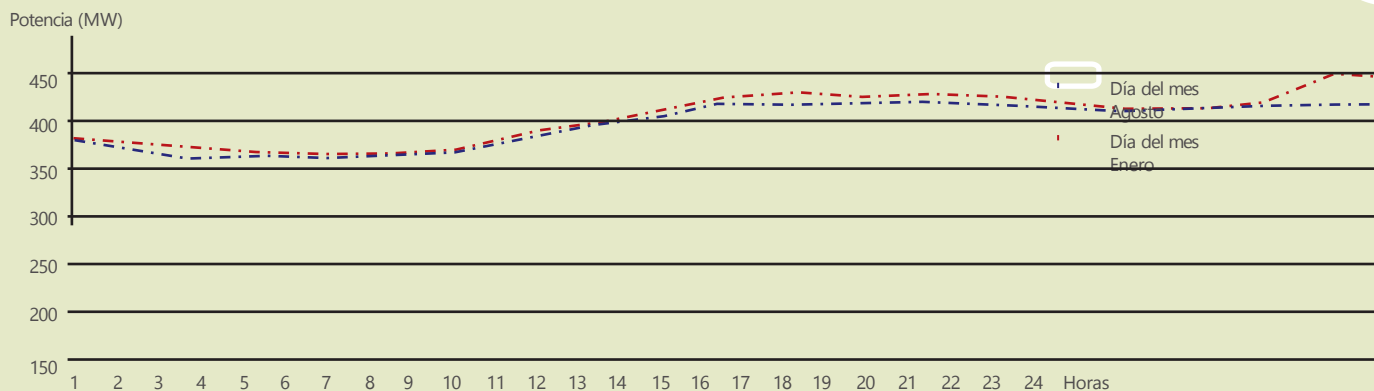
2.7. ¿Cómo se puede almacenar la energía eléctrica?

No es fácil almacenar la energía eléctrica, pero existen métodos para hacerlo de manera más o menos indirecta.

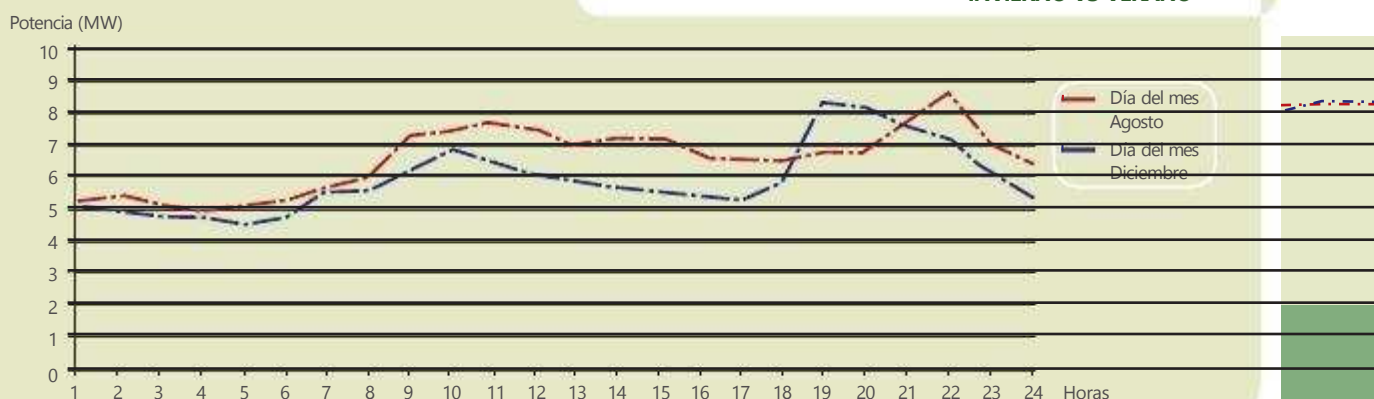
2.7.1. Centrales reversibles o de bombeo

Representan el sistema de almacenamiento de electricidad más desarrollado y empleado. Las centrales hidroeléctricas reversibles consumen electricidad cuando bombean (de noche) y producen electricidad cuando se deja caer el agua (de día). Estas centrales hidroeléctricas

CURVA DE CARGA DIARIA TIPO DE ISLA CAPITALINA INVIERNO VS VERANO



CURVA DE CARGA DIARIA TIPO DE LA GOMERA INVIERNO VS VERANO





Central térmica de Jinámar (Gran Canaria)

tricas son capaces de aprovechar la energía eléctrica sobrante que se produce durante las horas valle (demanda baja, de noche). Para ello disponen de un embalse situado en una cota inferior al embalse superior o principal. Durante las horas punta (demanda alta, de día), el agua del embalse superior se deja caer, produciendo así electricidad la central hidroeléctrica; esta agua se almacena en el embalse inferior. Durante las horas valle, la electricidad excedentaria (que sobra tras realizar el consumo) producida por las centrales térmicas o nucleares se envía a la central de bombeo para elevar el agua. Ésta queda almacenada en el embalse superior, lista para ser usada en las próximas horas punta.

Durante la noche se aplica la tarifa nocturna, mucho más económica que la diurna; por esta razón la electricidad (el kWh) se vende más cara de día de lo que se compra

de noche (cuando se bombea). Este tipo de centrales está muy extendido debido a su rentabilidad económica.

En la actualidad, en España, existen centrales de bombeo con una potencia total instalada de 5000 MW (la potencia hidroeléctrica total en España es de 20 000 MW).

Adaptaciones de las centrales de bombeo a las islas Canarias

Aunque las centrales de bombeo convencionales (que intentan comprar electricidad más barata por la noche y venderla más cara por el día) no se han instalado en Canarias, sí se ha adaptado el concepto de central de hidro-bombeo a las particularidades de las islas. Así, en el caso de la isla de El Hierro, se está desarrollando un proyecto que pretende abastecer a la isla de electricidad con energías renovables, para lo que se utilizará una central hidroeólica. El principio de funcionamiento de esta central se puede explicar en 2 pasos:

1. Cuando la producción de energía eólica sea mayor que la demanda eléctrica: se bombea agua con energía eólica a un embalse superior, aprovechando el excedente de electricidad de origen eólico que no se puede conectar a la red eléctrica.
2. Cuando la producción de energía eólica sea menor que la demanda eléctrica: se deja caer esa agua, que pone en marcha las turbinas hidráulicas, produciendo electricidad cuando la isla lo demande.

BENEFICIOS AMBIENTALES DE LA CENTRAL HIDRO-EÓLICA DEL HIERRO

Tipo	Media evitada	Equivalencia
Diésel evitado	6000 toneladas/año	Equivaldría a más de 40 000 barriles de petróleo que se evitaría importar por barco hasta la isla; ello supondría un ahorro de más 1,8 millones de e anuales en la compra de diésel para la central.
CO ₂ evitado	18 700 toneladas/año	Este CO ₂ sería el que podría fijar un bosque de entre 10 000 y 12 000 hectáreas (superficie equivalente a más de 20 000 campos de fútbol).
SO ₂ evitado	100 toneladas/año	
NO ₂ evitado	400 toneladas/año	Estas emisiones serían las que emitiría una guagua que recorriese unos 600 millones de kilómetros. También serían las que emitirían 1000 guaguas que diesen más de 5500 vueltas a la isla de El Hierro, cada una.
Emisión de partículas	7 toneladas/año	Estas emisiones serían las que emitiría una guagua que recorriese unos 30 millones de kilómetros. También serían las que emitirían 1000 guaguas que diesen unas 280 vueltas a la isla de El Hierro, cada una.

Con este sistema se puede aprovechar una mayor parte de la energía eólica disponible en la isla. Este tipo de sistemas se puede adaptar a otras islas, quizá no para abastecer toda la demanda, pero sí parte de ella. Para lograrlo se han de dar algunas condiciones mínimas como una orografía adecuada (altura suficiente como para poder tener 2 embalses a distintas cotas, más o menos uno encima de otro) y viento suficiente. Según estudios realizados, aprovechamientos de este tipo parecen ser factibles en las islas de Gran Canaria, Lanzarote y Tenerife.

2.7.2. Pilas y baterías

Las pilas y baterías son capaces de almacenar electricidad en forma de energía química si bien no son un buen modo de almacenar electricidad comercial, pues tienen una potencia limitada y se pierde mucha energía en el proceso de conversión de energía eléctrica a energía química. No obstante, las pilas son imprescindibles para proporcionar electricidad a pequeños aparatos portátiles, con una gama de tensiones baja, en torno a los 10V. Las energías renovables, como la eólica y la solar fotovoltaica, generan electricidad de forma discontinua, que no siempre se puede almacenar o inyectar a la red. Los consumos de los sistemas aislados alimentados con energías renovables tienen una demanda que no se adapta en gran medida a la generación (por ejemplo, en una casa se necesita luz de noche, cuando no hay sol).

Las baterías resultan necesarias para los sistemas que han de suministrar electricidad y no disponen de red eléctrica. Estos sistemas suelen ser de pequeño tamaño y tienen diversas aplicaciones, como, por ejemplo, para la electrificación de una casa rural a la cual no llega la red eléctrica.

Las pilas y baterías desechables han de reciclarse, ya que sus residuos pueden ser contaminantes por el tipo de sustancias que contienen. Por eso actualmente se tiende a eliminar de su composición los compuestos tóxicos y a favorecer el empleo de baterías y pilas recargables.

2.7.3. El hidrógeno

El hidrógeno, pese a ser el elemento más abundante en el universo, no es una fuente primaria de energía, ya que generalmente se encuentra asociado a otros elementos, como es el caso del agua donde se encuentra formando una molécula con el oxígeno. Se trata de un vector energético, es decir, una forma secundaria de energía que se debe transformar a partir de otras fuentes primarias.

La discontinuidad de las renovables hace que sea necesario el almacenamiento de la energía para su utilización cuando se demande. Estas energías encuentran en el hidrógeno una forma de almacenamiento. El hidrógeno producido a partir de renovables, para su posterior utilización en el transporte o para producir electricidad y calor, permite adaptar la generación a las necesidades.

El hidrógeno está siendo considerado mundialmente como medio de almacenamiento energético, debido a su extraordinaria flexibilidad. Además de ser utilizado



EL HIERRO: EMPLAZAMIENTO IDEAL PARA UNA CENTRAL HIDRO-EÓLICA

Superficie	278 km ²	Configuración del sistema	
Altura	1501 m	Parque eólico	10-12 MW
Población	10 500 habitantes	Central hidroeléctrica	10 MW
Demanda eléctrica actual	38,7 GWh (2006)	Potencia de bombeo	10 MW
Potencia central eléctrica (diésel)	13,2 MW	Depósito superior	500 000 m ³
Punta de demanda	6,9 MW	Depósito inferior	225 000 m ³
		Grado de penetración de energías renovables	80%

en pilas de combustible, para alimentar motores eléctricos, el hidrógeno también puede usarse como combustible en turbinas de gas, en ciclos combinados o en motores de combustión interna en vehículos.

Pilas de combustible

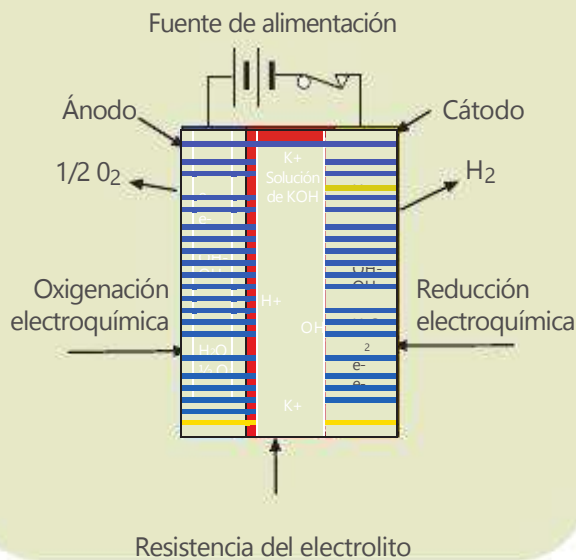
Para extraer hidrógeno del agua hay que descomponer la molécula a través de un aporte de energía eléctrica, proceso que se lleva a cabo en un electrolizador. Posteriormente se almacena el hidrógeno y se transporta, en forma de gas, hasta el lugar de consumo. Finalmente, se recombina el hidrógeno con el oxígeno utilizando pilas de combustible, para producir electricidad, calor y devolver a la naturaleza la misma cantidad de agua que previamente se había utilizado.

En los últimos años ha tenido lugar un notable desarrollo en electrolizadores y pilas de combustible, y algunas compañías han comenzado a comercializar estos dispositivos. En comparación con otros métodos de almacenamiento de energía, este sistema es todavía caro hoy en día.

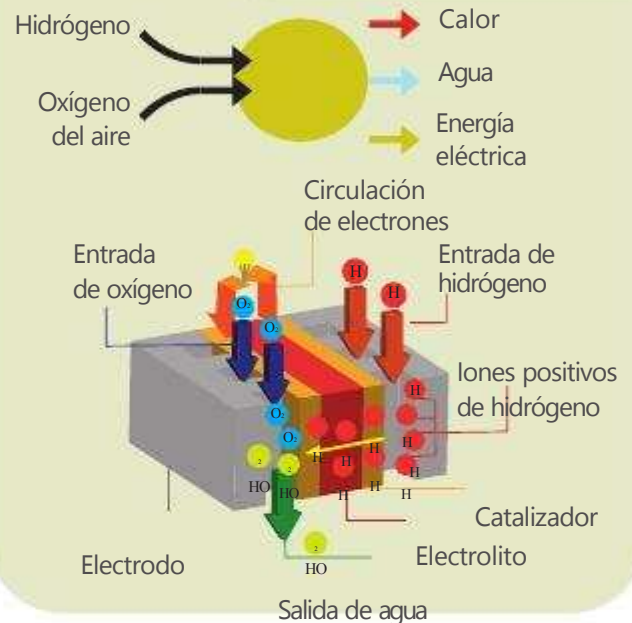


Interior de un electrolizador

ELECTROLIZADOR: DEL AGUA SE OBTIENE H₂ Y O₂



FUNCIONAMIENTO DE LA PILA DE COMBUSTIBLE



¿Sabías que?



En 10 ciudades europeas, entre las que se encuentran Madrid y Barcelona, funcionan ya guaguas de hidrógeno, como parte de un proyecto de la Comisión Europea. En Canarias se apuesta por poner en marcha un transporte basado en el hidrógeno.

El hidrógeno es el elemento más ligero y abundante de la naturaleza. Constituye aproximadamente el 80% de la masa de toda la materia del universo, y se encuentra en el 90% de las moléculas. El Sol es casi 100% hidrógeno puro, y toda la energía que nos envía proviene de la fusión de los átomos de hidrógeno.



PREGUNTAS DE COMPRENSIÓN

- ¿Dónde se produce la electricidad?
- Cita los distintos tipos de centrales eléctricas que conoces.
- Las centrales de ciclo combinado y la cogeneración se engloban dentro de las centrales térmicas. ¿Qué ventajas ofrecen frente a las centrales térmicas convencionales?
- ¿Qué tipo de centrales eléctricas se utilizan en Canarias?
- ¿Cuál es el porcentaje que representan las centrales que funcionan a partir de energías renovables en Canarias?
- En Canarias el agua de mar se desala utilizando combustibles fósiles. ¿Se podría afirmar que el consumo de agua (procedente de desaladoras) es directamente proporcional a la importación de petróleo?
- ¿Qué diferencia existe entre demanda punta, valle y demanda base?
- ¿Cómo se transporta la electricidad generada en las centrales eléctricas?
- De todas las centrales eléctricas renovables que conoces, ¿cuál es la que proporciona una generación eléctrica constante y que, por lo tanto, se puede utilizar para cubrir la demanda base?
- ¿Se consume la misma cantidad de electricidad en todas las islas? ¿Por qué?
- En una misma isla, ¿se consume la misma cantidad de electricidad de día que de noche? ¿Por qué?
- En una misma isla, ¿se consume la misma cantidad de electricidad en verano que en invierno? ¿Por qué?
- ¿Se puede almacenar la electricidad? ¿De qué modo?
- ¿Por qué son especialmente interesantes las centrales hidro-eólicas en Canarias? Explica con tus propias palabras cómo funciona la central hidro-eólica de El Hierro.
- ¿Qué papel crees que va a jugar el hidrógeno en un futuro próximo?



Energías renovables



¿Cuál es el origen de las energías renovables y cuáles son?

Las energías renovables son aquellas que se producen de forma continua y son inagotables a escala humana; se renuevan continuamente, a diferencia de los combustibles fósiles, de los que existen unas determinadas cantidades o reservas, agotables en un plazo más o menos determinado.

Las principales formas de energías renovables que existen son: la biomasa, hidráulica, eólica, solar, geotérmica y las energías marinas.

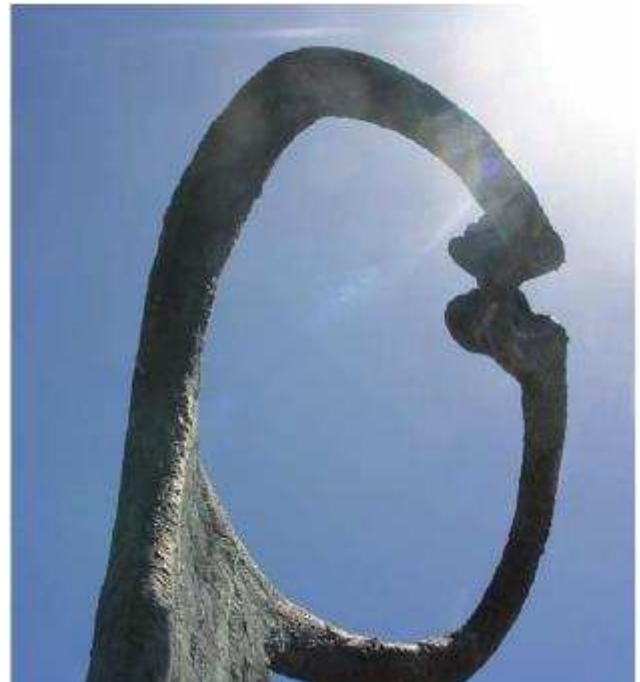
Las energías renovables provienen, de forma directa o indirecta, de la energía del Sol; constituyen una excepción la energía geotérmica y la de las mareas.

¿Cuál es la actual situación de las energías renovables?

En la actualidad, la contribución de las energías renovables (con respecto al consumo total de energía primaria) a nivel mundial ronda el 8% y en Europa es del 6%; estos porcentajes corresponden casi exclusivamente a energía hidráulica y biomasa.

Existe una creciente concienciación a nivel mundial en lo que se refiere a la problemática energética, debido fundamentalmente a:

- La gran dependencia energética del exterior de los países industrializados.



Las energías renovables provienen casi todas del Sol

- El agotamiento y encarecimiento de los recursos energéticos fósiles.
- Los recientes descubrimientos sobre el origen antropogénico (causado por el hombre) del cambio climático.

Europa representa el 15% del consumo energético mundial y, si no se fomentan políticas de promoción de las energías renovables, la dependencia de las importaciones de petróleo podría llegar al 90% en el 2020.

Todas las previsiones realizadas por distintos organismos indican un enorme incremento en el uso de las

¿Sabías que?



La energía procedente del Sol y que llega a la Tierra en un año es mayor que toda la energía almacenada en todas las reservas de combustibles fósiles en el mundo. Si se pudiese aprovechar tan solo el 0,002% de dicha radiación solar, se podría abastecer toda la demanda energética mundial y todavía sobraría energía.

Bloque 2. Energías renovables

energías renovables a medio plazo. La Unión Europea se ha fijado como objetivo triplicar la aportación actual de las energías renovables en el año 2020, llegando al 20% del consumo total de energía primaria y al 10% de biocarburantes en Europa.

En Canarias, la contribución de las renovables sigue siendo muy baja pese a poseer un elevadísimo potencial de la práctica totalidad de los recursos energéticos renovables. El porcentaje de renovables ronda el 1% del consumo de energía primaria; en relación con la electricidad producida, las renovables representan aproximadamente un 4%, correspondiendo este porcentaje, casi en su totalidad, a la energía eólica. Hay que señalar que en potencia instalada las renovables representan casi el 6%, pero la producción es menor en porcentaje dado que las centrales térmicas funcionan prácticamente 24 horas al día, 365 días al año, y las renovables lo hacen de forma intermitente.

Una implantación generalizada de sistemas de energías renovables tendría repercusiones positivas en muchos ámbitos, como por ejemplo:

- Se reduciría la dependencia energética externa.
- Mejoraría la imagen exterior del archipiélago (con los consiguientes beneficios para la industria turística).
- Se favorecería el desarrollo de la industria local y se generaría empleo.

- Se posibilitaría la exportación de tecnología propia a regiones insulares y a países de continentes vecinos, como África y América.



La energía eólica es la renovable de mayor contribución en Canarias

A finales de 2006 las energías renovables en Europa daban trabajo a más de 300 000 personas. El negocio de las renovables factura unos 30 billones de euros al año en Europa, situándose como líder mundial en tecnologías renovables.

Navarra, con una población de 600 000 habitantes y un territorio de 10 391 km², cubre el 65% de su demanda eléctrica con renovables, fundamentalmente usando biomasa, energía eólica y centrales hidroeléctricas.



Energía solar térmica

Índice

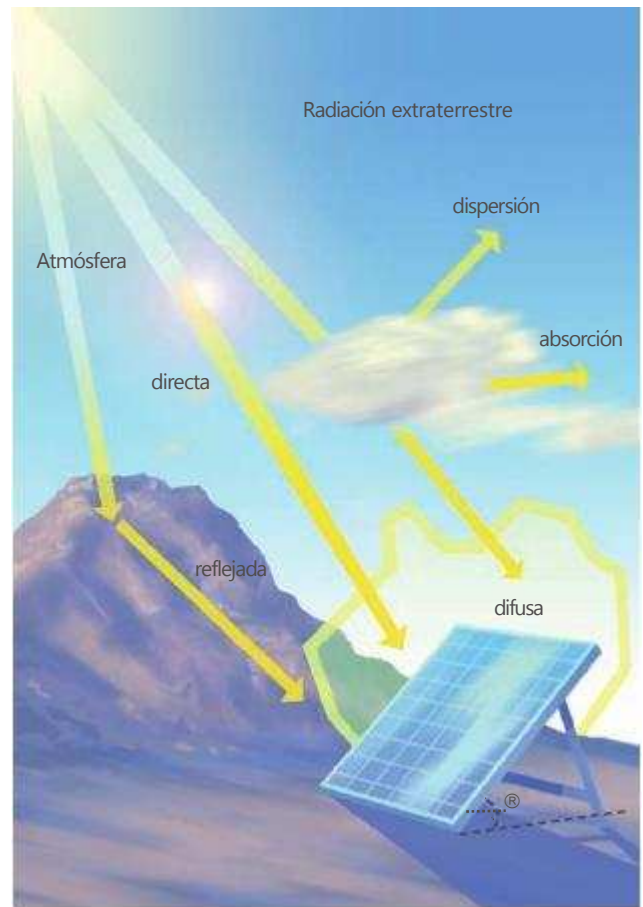
3.1. ¿Cómo llega la energía del Sol a nuestro planeta?	50
3.2. ¿Cuáles son los principales usos de la energía solar?	51
3.3. ¿Cómo funciona la energía solar térmica?	52
3.4. ¿Cuáles son los tipos de aprovechamiento de la energía solar térmica?	53
3.5. Energía solar térmica de baja temperatura	54
3.5.1. Sistemas de circulación forzada	54
3.5.2. Sistemas termosifón	54
3.5.3. Instalaciones de circuito abierto	55
3.5.4. Instalaciones de circuito cerrado	55
3.6. Energía solar térmica de alta temperatura	55
3.7. ¿Qué aplicaciones tiene la energía solar térmica?	56
3.7.1. Aplicaciones de la energía solar térmica de baja y media temperatura	56
3.7.2. Aplicaciones de la energía solar térmica de alta temperatura	58
3.8. ¿Puedo cubrir todas mis necesidades de agua caliente con energía solar térmica?	58
3.9. ¿Cómo se han de colocar los colectores solares?	59
3.10. ¿Por qué no existe un mayor desarrollo de los sistemas de energía solar térmica en Canarias?	59
PREGUNTAS DE COMPRENSIÓN	61

3.1. ¿Cómo llega la energía del Sol a nuestro planeta?

El Sol, de forma directa o indirecta, es el origen de todas las energías renovables, exceptuando la energía maremotriz y la geotérmica. La energía del Sol se desplaza a través del espacio en forma de radiación electromagnética, llegando una parte de esta energía a la atmósfera. De esta energía que llega a la atmósfera, una parte es absorbida por la atmósfera y por el suelo, y otra parte es reflejada directamente al espacio desde el suelo. Es por esto por lo que menos de la mitad de la radiación solar llega efectivamente a la superficie terrestre, siendo esta parte la que podemos utilizar con fines energéticos en nuestro planeta.

La radiación solar llega a nuestro planeta de tres formas distintas:

- **Radiación directa:** es la radiación que nos llega directamente del Sol; sin haber incidido con nada por el camino y, por tanto, sin haberse desviado ni cambiado de dirección. Esta radiación es la que produce las sombras. Es el tipo de radiación predominante en un día soleado.
- **Radiación difusa:** es la radiación que nos llega después de haber incidido con cualquier elemento de la atmósfera (polvo, nubes, contaminantes, etc.), por lo que ha cambiado de dirección. Es el tipo de radiación predominante en un día nublado.
- **Radiación reflejada o albedo:** es la radiación reflejada por la superficie terrestre; cobra importancia



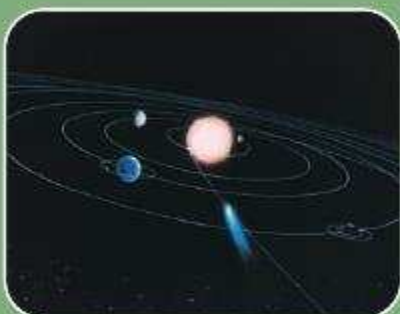
La radiación solar

en las zonas con nieve, con agua (como cerca del mar o de una presa) o cualquier otra zona donde la reflexión sea importante.

- **La radiación global:** es la suma de la radiación directa y la radiación difusa.

Para medir la radiación solar que llega a la superficie terrestre se utilizan los siguientes instrumentos:

¿Sabías que?



El Sol es una de las más de 135 000 millones de estrellas que tiene la Vía Láctea y está situado a unos 150 millones de km de la Tierra (distancia conocida como Unidad Astronómica –UA–).

La Tierra gira alrededor del Sol describiendo una órbita elíptica que tarda un año y, a su vez, la Tierra gira sobre sí misma alrededor de su eje, tardando un día en realizar este giro.

Bloque 2. Energías renovables

- Piranómetro: que mide la radiación global o la difusa, según se le ponga un anillo de sombra (difusa) o no (global).
- Pirheliómetro: que mide la radiación directa.
- Pirgeómetro (o albedómetro): que mide la radiación reflejada o albedo.

3.2. ¿Cuáles son los principales usos de la energía solar?

La energía procedente del Sol se ha utilizado, directa o indirectamente, desde hace siglos en numerosas actividades: agricultura, arquitectura, industria, etc.

El Sol puede aprovecharse energéticamente de dos formas conceptualmente diferentes:

- Como fuente de calor: energía solar térmica de baja y media temperatura.
- Como fuente de electricidad: energía solar fotovoltaica y solar térmica de alta temperatura.



Conjunto de piranómetros



En Canarias, el 21 de junio tiene 12,74 horas de sol: el Sol sale a las 6:10 GMT (hora local 7:10) y se pone a las 19:55 GMT (hora local 20:55); y el 21 de diciembre tiene 10,24 horas de sol: el Sol sale a las 7:52 y se pone a las 18:06. La hora GMT es la hora según el meridiano de Greenwich.



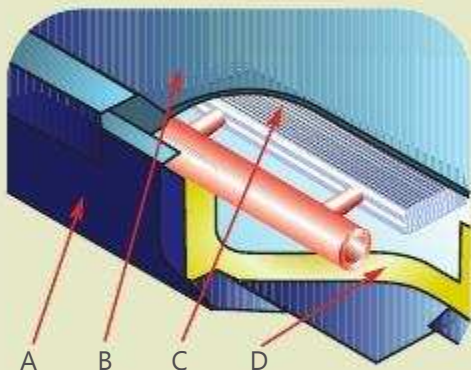
Piranómetro con anillo de sombra

La cantidad de energía del Sol que recibe la Tierra en 30 minutos es equivalente a toda la energía eléctrica consumida por la humanidad en un año.

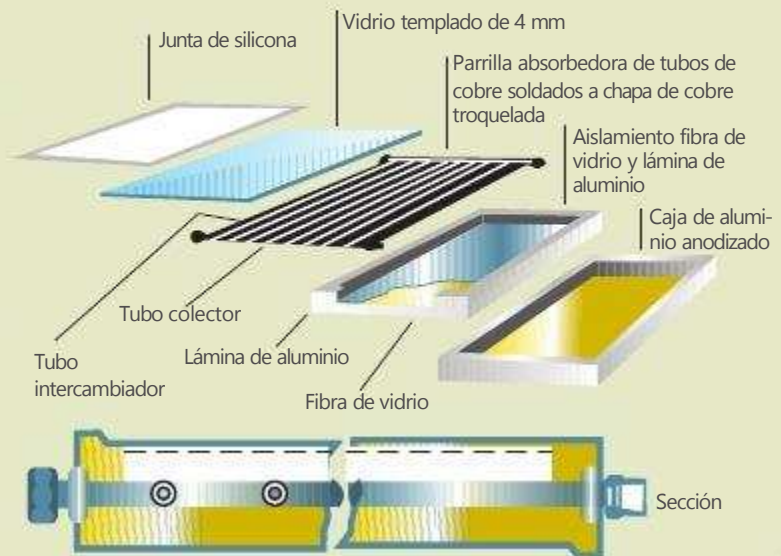
El solsticio de verano es el 21 de junio (día más largo del año) y el de invierno el 21 de diciembre (día más corto del año). El equinoccio (duración del día igual a la duración de la noche, al hallarse el Sol sobre el Ecuador) de otoño tiene lugar el 21 de septiembre y el de primavera el 21 de marzo.



ELEMENTOS DE UN CAPTADOR SOLAR TÉRMICO



A: Carcasa
B: Vidrio
C: Superficie absorbente
D: Aislamiento



3.3. ¿Cómo funciona la energía solar térmica?

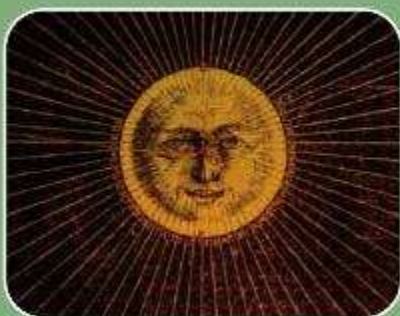
El principio básico de funcionamiento de estos sistemas solares es sencillo: la radiación solar se capta y el calor se transfiere a un fluido (generalmente agua o aire). Para aprovechar la energía solar térmica se usa el captador solar, también denominado colector o placa solar. El fluido calentado se puede usar directamente (por ejemplo, para calentar agua en piscinas) o indirectamente mediante un intercambiador de calor (por ejemplo, en el caso de la calefacción de una habitación).

El colector es el elemento que capta la energía solar. Normalmente consta de los siguientes elementos:

- Cubierta frontal transparente, por lo general vidrio.
- Superficie absorbente, por donde circula el fluido (normalmente agua) y que suele ser de color negro.
- Aislamiento térmico, para evitar las pérdidas de calor.
- Carcasa externa, para su protección.

El colector solar basa su funcionamiento en el efecto invernadero: la radiación solar –rayos solares– (onda corta) incide en el vidrio y lo atraviesa y es absorbida por una superficie que se calienta. Esta superficie emite, a su vez, calor –radiación térmica– (onda larga); no obs-

¿Sabías que?



Cuenta la leyenda que ya en el año 212 a. C. se utilizaba la energía solar; en ese año, Arquímedes utilizó unos espejos que reflejaban la luz del Sol para incendiar la flota romana que atacaba Siracusa.

En la antigua Grecia, hace más de 2500 años, ya se diseñaban viviendas que captaban la energía del Sol durante el invierno. Se construían viviendas orientadas y con grandes aberturas al Sur, de forma que en invierno entraba el Sol por las aberturas y en verano se impedía tal hecho mediante la utilización de voladizos.

tante este tipo de onda no puede atravesar el vidrio, por lo que se queda atrapada dentro del colector.

3.4. ¿Cuáles son los tipos de aprovechamiento de la energía solar térmica?

La energía solar térmica se utiliza principalmente para calentar fluidos, normalmente agua. Dependiendo de la temperatura final alcanzada por el fluido a la salida, las instalaciones se dividen en:

1. Baja temperatura

Son las más extendidas y se destinan a aquellas aplicaciones que no exigen temperaturas del agua superiores a los 90 °C, como, por ejemplo, la producción de agua caliente sanitaria (ACS) para vi-

viendas y polideportivos, apoyo a la calefacción de viviendas, calentamiento de agua para piscinas, etc.

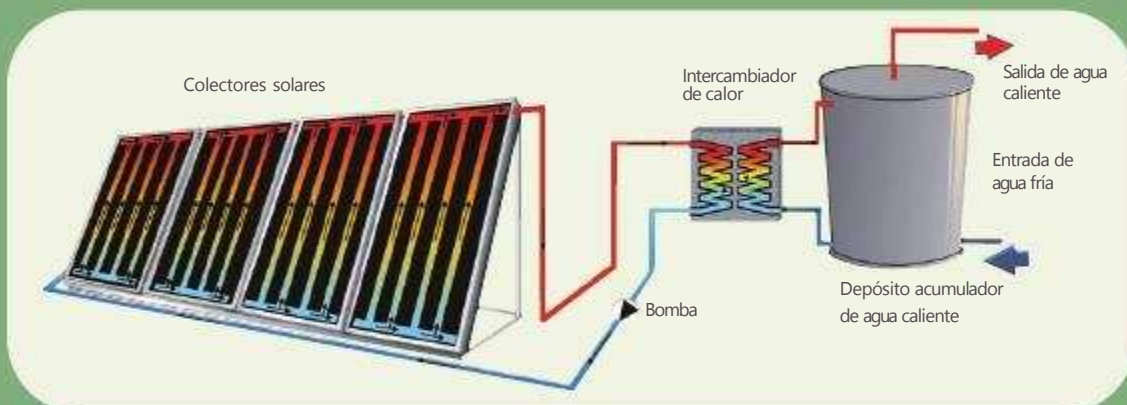
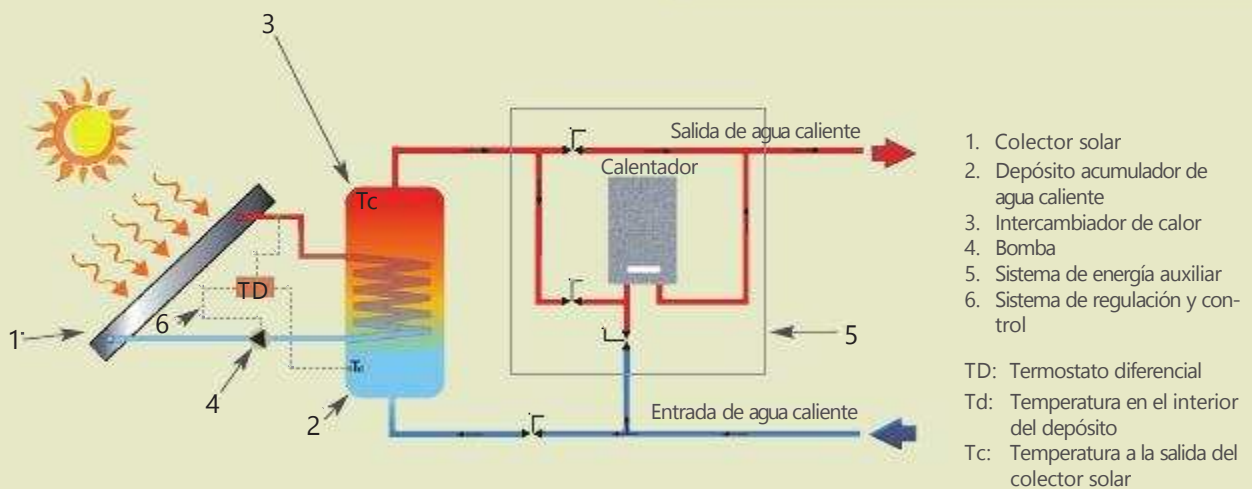
2. Media temperatura

Destinada a aquellas aplicaciones que exigen temperaturas del agua comprendidas entre 80 °C y 250 °C, como, por ejemplo, el calentamiento de fluidos para procesos industriales y la desalinización de agua de mar.

3. Alta temperatura

Destinada a aquellas aplicaciones que requieran temperaturas del agua superiores a los 250 °C, como es el caso de la generación de vapor para la producción de electricidad.

DETALLE DE FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE CIRCULACIÓN FORZADA



3.5. Energía solar térmica de baja temperatura

Los colectores que se utilizan en estas aplicaciones son colectores planos. Dentro de estos sistemas podemos distinguir 2 tipos de instalaciones:

3.5.1. Sistemas de circulación forzada

En este tipo de sistemas el acumulador se suele situar dentro del edificio, por ejemplo, en el sótano. Para hacer circular el agua entre el colector y el acumulador se utiliza una bomba, por lo que se hace necesario un aporte externo de energía. Este tipo de sistemas se utiliza sobre todo en el centro y norte de Europa, habida cuenta de que en estos países el clima es muy frío en invierno como para poder situar el acumulador en el exterior, dado que las pérdidas de calor serían cuantiosas.

3.5.2. Sistemas termosifón

Este tipo de sistemas funcionan sin aporte externo de energía, ya que aprovechan el denominado efecto ter-

mosifón: el movimiento del agua se produce por la diferencia de temperaturas entre el agua fría del depósito de acumulación (tanque) y la caliente del captador, puesto que el agua que está dentro del colector se calienta por el Sol, disminuyendo su densidad y, por tanto, su peso específico. Al disminuir su peso específico, el agua más caliente se sitúa en la parte superior del captador. Este hecho, unido a que el mayor peso del agua fría del depósito hace que ésta caiga por el conducto que une la parte inferior del depósito con la parte inferior del captador, provoca que el agua caliente del captador ascienda hasta el tanque. En este tipo de sistemas el tanque se suele situar por encima del captador.

Se crea de esta forma el movimiento del agua del colector al depósito, el cual se mantendrá mientras haya suficiente diferencia de temperatura entre el colector y el depósito. Una vez calentada el agua de éste, las temperaturas se igualan y el movimiento cesa.

El sistema termosifón se suele situar en los tejados o azoteas de las viviendas y es el que se instala mayoritariamente en viviendas unifamiliares en Canarias. Para



¿Sabías que?



Entre los colectores y el acumulador circulan de 10 a 40 litros de agua/hora y por m^2 de superficie de colector plano.

instalaciones grandes, como, por ejemplo, la de un hotel, se optaría preferentemente por un sistema con circulación forzada.

Estos 2 tipos de instalaciones pueden ser, a su vez, de circuito abierto o cerrado.

3.5.3. Instalaciones de circuito abierto

El agua que circula por el colector es la misma que se utiliza como agua caliente. El agua entra en el colector, se calienta, pasa al tanque y se usa directamente.

3.5.4. Instalaciones de circuito cerrado

Por el colector circula un fluido (en circuito cerrado) que se calienta y cede su calor al agua de abasto a través de un intercambiador de calor.

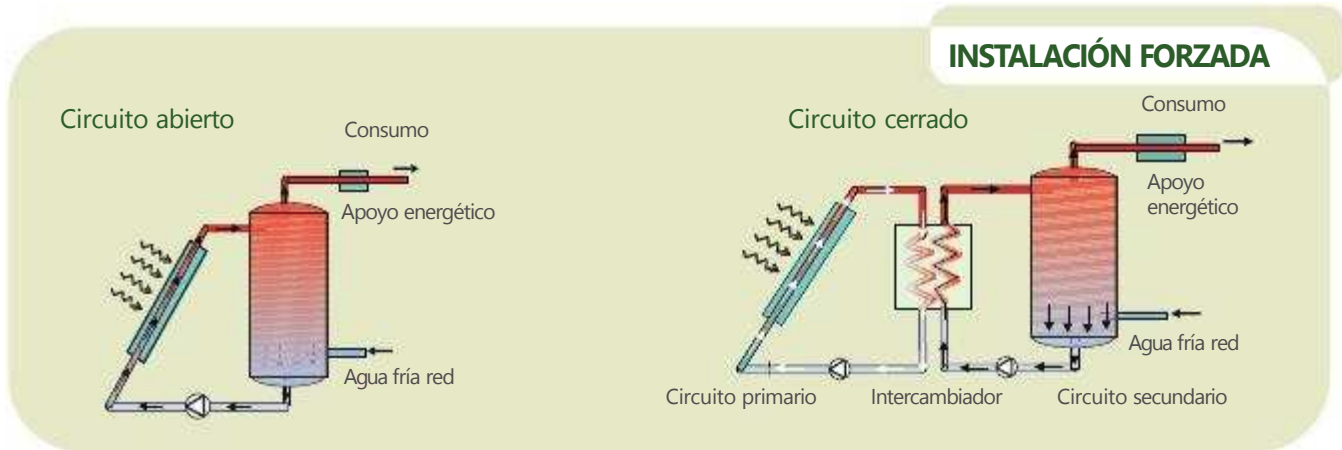
Las instalaciones de circuito cerrado son apropiadas para aquellas zonas donde el agua de abasto es de mala calidad, ya que si esta agua circulara por el colec-

tor (caso del circuito abierto), éste se estropearía antes y habría que cambiarlo. Sin embargo, si se utiliza el circuito cerrado, el único elemento que está en contacto con el agua de abasto es el intercambiador de calor, elemento más económico y fácil de cambiar. En Canarias, lo habitual es utilizar instalaciones de circuito cerrado en la provincia de Las Palmas y de circuito abierto en la provincia de Santa Cruz de Tenerife, dada la mejor calidad de sus aguas.

3.6. Energía solar térmica de alta temperatura

Para alcanzar temperaturas lo suficientemente altas que produzcan electricidad es imprescindible recurrir a un sistema de concentración de los rayos solares. Estos sistemas requieren de un dispositivo de seguimiento solar, de tal forma que siguen al Sol en su recorrido diario, consiguiendo así una mayor captación de la radiación solar.

Las tres tecnologías solares térmicas que se utilizan para la generación de electricidad se describen a continuación.



Los primeros colectores planos se desarrollaron en 1891 en EE. UU. En el año 1900 ya se habían instalado más de 1600 de estos sistemas en California. Los primeros colectores planos con acumulador se empezaron a vender en 1909 en EE. UU., proporcionaban agua caliente las 24 horas y se comercializaron bajo la marca "Día y Noche". Estos colectores representaron el nacimiento de la tecnología que se usa en la actualidad para calentar agua en viviendas.



Sistema solar con torre central receptor con heliostatos

Suelen estar constituidas por una serie de espejos (denominados heliostatos) que reflejan los rayos solares hacia una torre central, concentrando la radiación solar en un solo punto, donde se alcanzan temperaturas que pueden llegar a los 1000 °C. Estas centrales han sido construidas en diversos tamaños, desde 0,5 a 10 MW.

Colectores cilindro-parabólicos

El colector consiste en un espejo cilindro-parabólico que refleja la radiación solar sobre un tubo de vidrio dispuesto a lo largo de la línea focal del espejo. El fluido caloportador (que se calienta y transporta el calor) pasa por una tubería situada en el foco de los colectores, pudiendo alcanzar temperaturas de 400 °C, y se utiliza para producir vapor sobrecalentado, que alimenta una turbina convencional y genera así energía eléctrica.

Discos parabólicos (stirling)

Están constituidos por espejos parabólicos en cuyo foco se sitúa el receptor solar. Son sistemas indicados para la producción de energía eléctrica en aislado (lugares a los que no llega la red eléctrica). Esta tecnología es adecuada para una producción descentralizada, cercana al lugar de consumo, con los ahorros en infraestructura de distribución que ello supone.

Un disco stirling de 8,5 m de diámetro es capaz de producir 10 kW. En la actualidad es capaz de competir con pequeños motores diésel en regiones donde el coste

del diésel alcance 0,76 euros/litro; aunque en un futuro próximo será competitivo incluso para precios de diésel de 0,35 euros/l. En la actualidad se construyen sistemas con una potencia que va desde 7 kW hasta 50 kW.



Sistema solar con torre y heliostato



Discos parabólicos (stirling) Colectores cilindro-parabólicos

3.7. ¿Qué aplicaciones tiene la energía solar térmica?

3.7.1. Aplicaciones de la energía solar térmica de baja y media temperatura

- Agua caliente sanitaria (ACS) doméstica: es la aplicación más extendida de la energía solar térmica de

¿Sabías que?

**SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS DE ALTA TEMPERATURA
CONVERSIÓN DE ENERGÍA SOLAR EN ELÉCTRICA**



baja temperatura. Se emplean colectores solares planos. La temperatura necesaria suele ser de 45 °C.

- **Climatización de piscinas:** se pueden distinguir básicamente dos tipos de instalaciones: instalaciones en piscinas descubiertas e instalaciones en piscinas cubiertas. En el caso de las instalaciones en piscinas descubiertas se suelen emplear sistemas muy simples, en los que la propia piscina actúa como acumulador; constan de un sistema de captación, que suelen ser colectores de plástico negro, más económicos y resistentes al cloro del agua de la piscina, los cuales se alimentan con la propia agua de la piscina, eliminando la necesidad del intercambiador. En las instalaciones en piscinas cubiertas se emplean colectores planos convencionales y el sistema está formado por un circuito doble, con intercambiador de calor. La temperatura necesaria suele ser de 26 °C.
- **Sistemas combinados de ACS y calefacción:** se utilizan de modo especial en el centro y norte de Europa, aunque empieza a existir una pequeña, pero creciente, demanda en Canarias. Estos sistemas se dimensionan para cubrir las necesidades de agua caliente y calefacción. El rango de temperaturas que se alcanza con energía solar estaría entorno a los 45 °C para el ACS y 65 °C para su uso en calefacción, por lo que parecen especialmente indicados para su utilización en sistemas de calefacción basados en suelo radiante o en radiadores.
- **Secado solar:** se utiliza sobre todo en países en desarrollo donde no se dispone de neveras para la conservación de alimentos. Durante siglos se ha uti-

lizado el secado solar de las cosechas, simplemente esparciendo el grano para exponerlo al sol y al aire. En la actualidad se diseñan sistemas sencillos para los mismos fines.

- **Cocinas solares:** se utilizan preferentemente en países en desarrollo y sustituyen el uso de la leña para cocinar. Estos sistemas posibilitan la pasteurización del agua (muy importante en estos países para reducir el riesgo de enfermedades ocasionadas por la ingesta de agua contaminada) y la cocción de los alimentos en pocas horas. Una cocina solar puede ahorrar 2250 kg de leña al año y cuesta unos 120 €.
- **Refrigeración solar:** estos sistemas utilizan un ciclo de absorción que extrae calor de un habitáculo. El ciclo de absorción precisa de una mezcla de absorbentes y refrigerantes (por ejemplo agua-bromuro de litio, agua-amoniaco, etc.). El calor solar vaporiza el agua de la mezcla (se requieren temperaturas superiores a los 100 °C). A partir de ese momento se sigue el ciclo convencional: el vapor se condensa en un condensador enfriado por aire o por agua y posteriormente se expande hasta volver a la fase de vapor, produciendo frío.

En Canarias ya se han desarrollado proyectos experimentales de este tipo de sistemas y se prevé una implantación importante en los próximos años.

- **Aplicaciones en industrias:** estas aplicaciones suelen darse en casos en los que se trabaja a temperaturas similares a las del agua caliente sanitaria como puede ser el lavado de botellas, separación de fibras,

El código técnico de la edificación, que entró en vigor en septiembre de 2006, exige la instalación de sistemas solares térmicos en los edificios de nueva construcción o en los que se rehabiliten en todo el territorio nacional. En el caso de Canarias se exige que, como mínimo, el 70% de la demanda de ACS sea cubierta con sistemas solares.



tratamiento de alimentos, etc. Los elementos y diseño para estas aplicaciones pueden ser los mismos que para agua caliente sanitaria y, por lo tanto, se trata de una serie de aplicaciones comerciales.

- **Desalinización solar:** la destilación solar ha sido utilizada tradicionalmente en lugares con escasez de agua y alto índice de radiación solar, como en desiertos. Recientemente se han desarrollado en Canarias varios sistemas de desalación de agua de mar con energía solar térmica de baja temperatura.

Estos sistemas, todavía en fase de I+D (Investigación y Desarrollo), pretenden mejorar la ratio de producción de agua por m² frente a los sistemas clásicos de destilación.

3.7.2. Aplicaciones de la energía solar térmica de alta temperatura

La energía solar térmica de alta temperatura se utiliza para producir electricidad. Estos sistemas utilizan el calor de la radiación solar para calentar un fluido y producir vapor, que acciona una turbina que, a su vez, se acopla a un generador eléctrico. El principio de funcionamiento es como el de una central térmica convencional, diferenciándose en la forma de producir el vapor, que es por calentamiento solar, alcanzándose temperaturas de 1000 °C.

En Canarias se podrían implantar sistemas de energía solar térmica de alta temperatura, del rango de potencia de entre 5 y 15 MW. Instalaciones de mayor potencia son factibles técnicamente, pero poco probables debido a las limitaciones del espacio.

3.8. ¿Puedo cubrir todas mis necesidades de agua caliente con energía solar térmica?

Los sistemas solares se diseñan normalmente para cubrir el 100% de la demanda de agua caliente en verano y del 50 al 80% del total a lo largo del año; el resto de la demanda se cubre con un calentador convencional de apoyo, bien de gas o eléctrico.

Teóricamente, los sistemas solares podrían cubrir la demanda de agua caliente durante todo el año, pero en este caso habría que dimensionarlos para cubrir las necesidades de agua caliente durante el invierno (periodo con menor radiación solar).

Por esta razón los sistemas tendrían que ser mayores y consecuentemente más costosos, y además habría una sobreproducción de agua caliente en verano.



Laboratorio de ensayo de colectores solares térmicos (LABSOL) en Pozo Izquierdo (Gran Canaria)

¿Sabías que?



En el sur de Europa, para suministrar agua caliente sanitaria (ACS) a una vivienda unifamiliar se suele utilizar un sistema de termosifón, con un colector de unos 2 a 5 m² y un depósito de 100 a 200 litros. Por contra, en el centro y norte de Europa se suelen instalar sistemas de circulación forzada, con un colector de 3 a 6 m² y un acumulador de 150 a 400 litros.

3.9. ¿Cómo se han de colocar los colectores solares?

Para optimizar las instalaciones es muy importante su orientación, al objeto de obtener la mayor producción de ACS con la menor superficie de colectores y, consecuentemente, al menor precio. Los colectores han de orientarse al sur, y la inclinación varía según las necesidades:

- Si la demanda de ACS es mayor en verano: la inclinación ha de ser igual a la latitud geográfica del lugar más 10° .
- Si la demanda de ACS es la misma durante todo el año: la inclinación ha de ser igual a la latitud geográfica.
- Si la demanda de ACS es mayor en invierno: la inclinación ha de ser igual a la latitud geográfica menos 10° .
- En el caso de Canarias la inclinación que se suele utilizar en las instalaciones es de unos 30° ó 35° .



Proyecto de desalación con energía solar térmica en Pozo Izquierdo (Gran Canaria)

3.10. ¿Por qué no existe un mayor desarrollo de los sistemas de energía solar térmica en Canarias?

El desarrollo de la energía solar térmica en Canarias es muy pequeño en comparación con el potencial existente y con el grado de implantación en otras regiones. Una de las mayores barreras que tiene la energía solar térmica para su implantación en Canarias es, además del coste inicial y el impacto visual, la poca confianza y la falta de credibilidad en la tecnología, por lo que resulta imprescindible actuar sobre todas estas barreras.

En Canarias, los colectores solares térmicos que se suelen instalar son los de termosifón, los cuales tienen mayores dificultades para su integración estética en los edificios. La integración de los paneles solares térmicos de forma armoniosa con la edificación puede paliar el eventual efecto visual negativo.

Si calentamos el agua de una vivienda de Canarias con un colector solar, en lugar de con un termo eléctrico, se podría ahorrar casi un tercio de la factura eléctrica.

La instalación de un sistema solar térmico en las promociones de nueva construcción apenas supone entre un 0,5% y un 0,8% adicional sobre el coste total del proyecto.



Adicionalmente, la aplicación de energía solar térmica en sectores como el hotelero puede ser un aspecto de interés fuera del campo estrictamente energético, ya que proporciona una imagen de respeto hacia el medioambiente, el cuidado del entorno y la calidad de vida; imagen indispensable si se quiere atraer a un turismo sostenible.

Con respecto a la barrera debida al coste hay que resaltar que las placas solares térmicas resultan, a la larga, y considerando una vida útil de 20 años, más económi-



Colector solar integrado en techo

cas que el convencional termo eléctrico. La principal diferencia estriba en que la inversión inicial del colector solar térmico es mayor que la de los termos convencionales, pero, en un termo eléctrico, habría que pagar el consumo de electricidad mensual o bimestral a la compañía eléctrica, mientras que en un sistema solar térmico sólo habría que hacer una inversión inicial y pagar por eventuales consumos de apoyo en épocas de radiación solar insuficiente. Es por esto por lo que, finalmente, la opción solar sale más económica que la del termo eléctrico en zonas con alta-media radiación solar.



Equipos de termosifón unifamiliares

¿A QUÉ TIPO DE AYUDAS PUEDO ACCEDER PARA INSTALAR UN SISTEMA SOLAR TÉRMICO?

El programa PROCASOL nació en 1997 en Canarias precisamente para poder romper con la barrera referida al coste e incentivar el mercado de la energía solar térmica en el archipiélago. El PROCASOL contemplaba la subvención y financiación de energía solar térmica para la producción de agua caliente en instalaciones de hasta 75 m². El programa estaba promovido por el Gobierno de Canarias.

La 1ª fase del PROCASOL (concluida en el 2006), logró instalar en Canarias unos 40 000 m² de paneles solares.

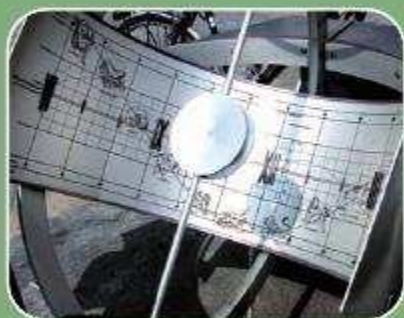
El Código Técnico de la Edificación, que entró en vigor a principios de 2006, exige la instalación de sistemas solares térmicos en los edificios de nueva construcción o en los que se rehabiliten, por lo que no se prevén nuevas ayudas para instalaciones en viviendas.

El Gobierno de Canarias también ha puesto en marcha otros programas, destinados a financiar instalaciones mayores de 75 m².

Dado que los programas pueden cambiar anualmente, se recomienda consultar las páginas:

www.gobiernodecanarias.org/industria
www.idae.es

¿Sabías que?



La superficie instalada en la Unión Europea de colectores solares térmicos a finales de 2006 era de algo más de 20 millones de metros cuadrados. El ranking europeo por países es: 1.º Alemania, con más de 8,5 millones de m² instalados. 2.º Grecia, con más de 3 millones. 3.º Austria, casi 3 millones. 4.º Francia, con algo más de un millón. 5.º Italia con 866 000 m². 6.º España, con 682 000 m².

La UE se ha fijado el objetivo de conseguir tener instalados 100 millones de m² de paneles solares térmicos para el 2010.



PREGUNTAS DE COMPRENSIÓN

Establece la relación correspondiente (entre números y letras):

- 1) Energía solar de baja-media temperatura
- 2) Energía solar de alta temperatura

- a) Producción de electricidad
- b) Producción de calor

- Comenta las instalaciones de energía solar térmica que hayas visto (¿cómo son?, ¿de qué tipo son?, ¿para qué sirven?, etc.).
- ¿Se puede calentar agua utilizando una manguera negra enrollada y expuesta al Sol? ¿Con qué parte de un colector solar térmico se correspondería esa manguera negra?
- Prueba a hacer este experimento en tu casa o en el patio del colegio (ten cuidado, no te vayas a quemar).
- ¿Puedes explicar la relación que existe entre un colector solar térmico y el efecto invernadero?
- ¿Cómo puedes identificar fácilmente un sistema termosifón?
- ¿Se podría utilizar la energía solar térmica para desinfectar botellas de vidrio para su reutilización?
- ¿De qué tipo son las instalaciones solares térmicas más comunes en Canarias?
- ¿Podrías calentar el agua de tu vivienda sólo con energía solar térmica? ¿Sería rentable?

Energía solar fotovoltaica

Índice

4.1. ¿Cómo se genera electricidad con energía solar fotovoltaica?	64
4.2. ¿Cómo se mide la energía solar fotovoltaica?	64
4.3. ¿Con qué material se fabrican los paneles solares fotovoltaicos?	65
4.4. ¿Cuáles son las aplicaciones de la energía solar fotovoltaica?	66
4.4.1. Sistemas aislados	66
4.4.2. Sistemas conectados a la red	68
4.5. ¿Dónde y cómo deberían situarse los módulos fotovoltaicos?	70
4.6. ¿Se puede ser autosuficiente con energía solar fotovoltaica?	71
4.7. ¿Funciona una instalación fotovoltaica todo el año?	73
4.8. ¿Qué mantenimiento necesita una instalación fotovoltaica?	73
4.9. ¿Cuál es la vida de una instalación fotovoltaica?	74
4.10. ¿Son rentables las instalaciones fotovoltaicas?	74
4.10.1. Instalaciones aisladas	74
4.10.2. Instalaciones conectadas a la red eléctrica	76
4.11. ¿Existen ayudas para la instalación de sistemas fotovoltaicos conectados a red?	77
PREGUNTAS DE COMPRENSIÓN	79

4.1. ¿Cómo se genera electricidad con energía solar fotovoltaica?

La energía solar se puede transformar directamente en electricidad mediante células fotovoltaicas. Este proceso se basa en la aplicación del efecto fotovoltaico, que se produce al incidir la luz sobre unos materiales denominados semiconductores; de esta manera se genera un flujo de electrones en el interior del material que puede ser aprovechado para obtener energía eléctrica.

Un panel fotovoltaico, también denominado módulo fotovoltaico, está constituido por varias células fotovoltaicas conectadas entre sí y alojadas en un mismo marco. Las células fotovoltaicas se conectan en serie, en paralelo o en serie-paralelo, en función de los valores de tensión e intensidad deseados, formando los módulos fotovoltaicos.

Las instalaciones fotovoltaicas se caracterizan por:

- Su simplicidad y fácil instalación.
- Ser modulares.
- Tener una larga duración (la vida útil de los módulos fotovoltaicos es superior a 30 años).
- No requerir apenas mantenimiento.
- Tener una elevada fiabilidad.
- No producir ningún tipo de contaminación ambiental.
- Tener un funcionamiento totalmente silencioso.



Los paneles fotovoltaicos y la exploración del espacio

Un panel fotovoltaico produce electricidad en corriente continua y sus parámetros característicos (intensidad y tensión) varían con la radiación solar que incide sobre las células y con la temperatura ambiente. La electricidad generada con energía solar fotovoltaica se puede transformar en corriente alterna, con las mismas características que la electricidad de la red eléctrica, utilizando inversores.

4.2. ¿Cómo se mide la energía solar fotovoltaica?

Para su caracterización, los módulos se miden en unas condiciones determinadas denominadas condiciones estándar: 1000 W/m^2 (1 kW/m^2) de radiación solar y $25 \text{ }^\circ\text{C}$ de temperatura de las células fotovoltaicas. La máxima potencia generada en estas condiciones por cada módulo fotovoltaico se mide en W_p (vatios pico); a esta potencia se la denomina potencia nominal del módulo.

La energía producida por los sistemas fotovoltaicos se calcula multiplicando su potencia nominal por el número de horas sol pico, dado que no todas las horas de

¿Sabías que?



El mercado dispone de una gran cantidad y variedad de tipos de módulos fotovoltaicos: grandes o pequeños; rígidos o flexibles (incluso enrollables); en forma de placa, de teja, de ladrillo o de ventana; con soporte marco incorporado o sin él; con seguidores solares o no (para que los paneles se orienten para captar la mayor radiación solar a lo largo del día) y de distintas tonalidades (el azul oscuro y el negro son los colores predominantes, pero también los hay de colores claros).

sol son de la intensidad considerada como pico (1000 W/m²). El número de horas sol pico de un día concreto se obtendrá dividiendo toda la energía producida en ese día (en Wh/m²) entre 1000 W/m².

Aproximadamente, la suma total de la energía que produce el Sol durante un día equivale en la Península Ibérica a unas 5 horas sol pico durante el verano y entre 2 y 4 durante el invierno, según la zona. En Canarias, en zonas de buena radiación solar, la media anual puede rondar las 5,5 horas de sol pico al día.

4.3. ¿Con qué material se fabrican los paneles solares fotovoltaicos?

El material más utilizado en la actualidad para la fabricación de células fotovoltaicas es el silicio, que es el material más abundante en la Tierra después del oxígeno; la combinación de ambos forma el 60% de la corteza terrestre.

Tradicionalmente han coexistido tres tipos de células de silicio.

- **Silicio monocristalino:** utiliza lingotes puros de silicio (los mismos que utiliza la industria de chips electrónicos). Son los más eficientes, con rendimientos superiores al 12%.
- **Silicio policristalino:** se fabrica a partir de restos de piezas de silicio monocristalino. Su rendimiento es algo inferior pero su menor coste ha contribuido enormemente a aumentar su uso.
- **Silicio amorfo:** se obtiene por deposición de capas delgadas sobre vidrio. El rendimiento es bastante menor que los anteriores, por lo que su uso se limita a aplicaciones de pequeña potencia como calculadoras, relojes, etc.

Recientemente se han desarrollado dos nuevas tecnologías a base de silicio.

- Silicio en bandas.
- Película de silicio.

BREVE HISTORIA DE LA TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA

- 1839 Becquerel, físico francés, descubre el efecto fotovoltaico.
- 1877 Se observa el efecto fotovoltaico en selenio sólido. Se construye la primera célula de selenio.
- 1921 Albert Einstein gana el Premio Nobel por sus teorías explicativas sobre el efecto fotoeléctrico.
- 1954 Se publican los resultados del descubrimiento de células solares de silicio con una eficiencia del 4,5%.
- 1958 El 17 de marzo se lanza el Vanguard I, el primer satélite alimentado con energía solar fotovoltaica. Ese mismo año se lanzan los satélites Explorer III, Vanguard II y Sputnik-3: todos ellos alimentados con energía solar fotovoltaica.
- 1960 Se consiguen células fotovoltaicas que alcanzan una eficiencia del 14%.
- 1962 Se lanza el satélite Telstar, que fue el primer satélite comercial de telecomunicaciones.
- 1963 En Japón se instala un sistema fotovoltaico de 242 W en un faro.
- 1973 La Universidad de Delaware construye "Solar One", una de las primeras viviendas con energía solar fotovoltaica.
- 1974-77 Se fundan las primeras compañías de energía solar.
- 1981 Vuela el "Solar Challenger", un avión no tripulado abastecido con energía solar fotovoltaica. Se instala en Jeddah, Arabia Saudita, una planta desalinizadora por ósmosis inversa abastecida por un sistema fotovoltaico de 8 kW.
- 1983 La producción mundial de energía solar fotovoltaica supera los 21,3 MW, y las ventas superan los 250 millones de dólares. El SolarTrek, un vehículo alimentado por energía solar fotovoltaica (1 kW) atraviesa Australia: 4000 km en 20 días. Se construye una planta de energía solar fotovoltaica de 6 MW en California, en una extensión de 120 acres.
- 1992 Se instala un sistema fotovoltaico de 1,5 kW en Lago Hoare, Antártida, con baterías de 2,4 kWh. Se utiliza para abastecer el equipamiento de un laboratorio, iluminación, PCs e impresoras y un pequeño horno microondas.
- 1996 El "Ícaro", un avión no tripulado movido por energía solar fotovoltaica, sobrevuela Alemania. Las alas y la zona de cola están recubiertas de 3000 células supereficientes con una superficie de 21 m².

Fuente: pvpower.com

Las células fotovoltaicas tuvieron su primer gran campo de aplicación en el espacio. No fue hasta mediados de los 70 (a raíz de la primera crisis del petróleo) cuando se comenzaron a utilizar de forma comercial en aplicaciones terrestres (para señalización de boyas luminosas, señalización ferroviaria, antenas de comunicación, etc.). Para estas aplicaciones se tuvo que reducir el precio de los módulos a la mitad, por lo que se empezó a utilizar silicio de rechazo de la industria electrónica de semiconductores. En la actualidad, dada la gran demanda de silicio para paneles fotovoltaicos, éste se adquiere directamente de los productores de silicio.

Tienen la particularidad de ser flexibles, por lo que sus aplicaciones son mucho más versátiles.

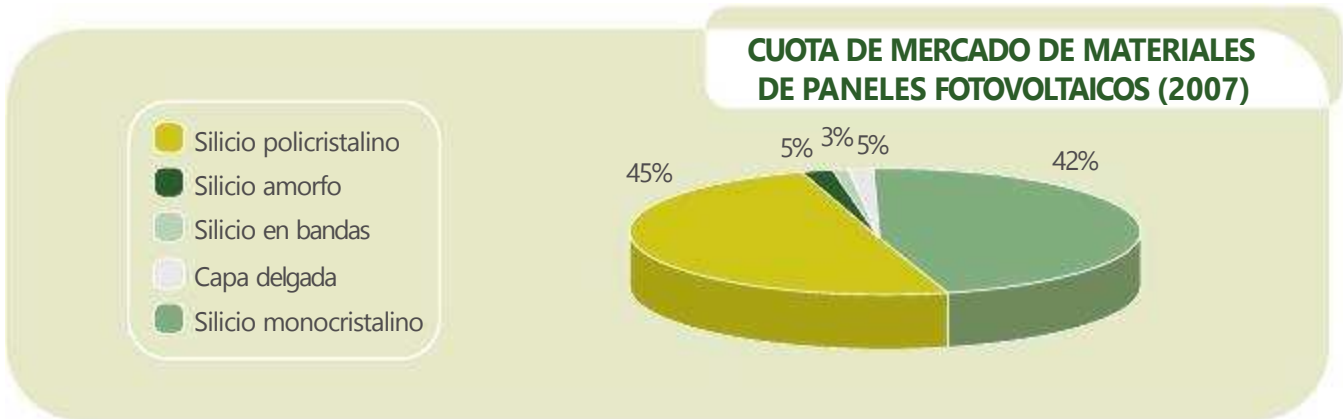
Entre las últimas investigaciones están también las nuevas tecnologías de capa delgada, en las que el semiconductor se aplica pulverizado y no precisa ser cortado (como en las demás tecnologías), lo que evita la pérdida de material que se produce en las operaciones de corte de la oblea (célula), abaratando mucho los costes de producción. Esta nueva tecnología no utiliza el silicio sino otros materiales como materia prima.

Su cuota de mercado todavía es pequeña, pero va aumentando rápidamente.

4.4.1. Sistemas aislados

Se emplean en lugares con acceso complicado a la red eléctrica y en los que resulta más fácil y económico instalar un sistema fotovoltaico que tender una línea de enganche a la red eléctrica general. Estos sistemas los podemos encontrar, por ejemplo, en:

- Zonas rurales aisladas.
- Áreas de países en vías de desarrollo sin conexión a red.
- Iluminación de áreas aisladas y carreteras.



4.4. ¿Cuáles son las aplicaciones de la energía solar fotovoltaica?

Las instalaciones solares fotovoltaicas se dividen en dos grandes grupos: sistemas aislados (sistemas autónomos sin conexión a la red eléctrica) y sistemas conectados a la red eléctrica.

- Sistemas de comunicación (repetidores de señal, boyas, balizas de señalización, SOS en carreteras y autopistas...).
- Sistemas de bombeo de agua.
- Suministro eléctrico en yates.

¿Sabías que?



En 2001 un prototipo a gran escala de avión no tripulado propulsado con energía solar y diseñado por la NASA (Agencia Aeroespacial Norteamericana) ascendió a casi 30 km de altura. El avión solar se llama HELIOS. Sus alas, de algo más de 74 metros de envergadura y sólo 2,4 metros de distancia entre el morro y la cola, son controladas desde la Tierra por dos pilotos a través de computadoras. Sus 14 propulsores son impulsados por pequeños motores eléctricos abastecidos por sus 65 000 células fotovoltaicas incorporadas en las alas.

Bloque 2. Energías renovables

- Pequeños sistemas autónomos como calculadoras, cámaras, ordenadores, teléfonos portátiles, etc.

Estos sistemas suelen constar de:

- Paneles fotovoltaicos.
- Baterías.
- Reguladores de carga.
- Inversores.

Paneles fotovoltaicos: generan electricidad a partir de la energía del Sol en corriente continua (CC).

Baterías: almacenan la electricidad generada por los paneles para poder utilizarla, por ejemplo, en horas en que la energía consumida es superior a la generada por los módulos o bien de noche.

Reguladores de carga: controla el proceso de carga y descarga de las baterías, evitando sobrecargas y descargas profundas y alargando así la vida útil de las baterías.

Inversores: transforman la corriente continua (CC) en alterna (CA), que es la que se utiliza de forma habitual en nuestros hogares. Si los consumos fuesen en CC, se podría prescindir del inversor. En algunos países en vías de desarrollo las instalaciones en CC tienen una gran importancia, llegando a miles de sistemas instalados.

El número de paneles que han de instalarse se debe calcular teniendo en cuenta:

- La demanda energética en el mes más desfavorable (normalmente meses de invierno).
- La radiación máxima disponible en dicho mes dependerá de la zona en cuestión, la orientación y la inclinación de los módulos fotovoltaicos elegida.

LA CÉLULA SOLAR FOTOVOLTAICA

El avión "Impulso Solar", que es un proyecto europeo, será el primer avión tripulado e impulsado solamente con energía solar y estará preparado para dar la vuelta al mundo en 2011. El prototipo está tapizado de células fotovoltaicas y lleva baterías que almacenarán la energía generada para volar de noche. Se estima que el prototipo del avión estará construido en 2008 y que en 2011 dará la 1.ª vuelta al mundo sin escalas, en un plazo comprendido entre 20 y 25 días. Uno de los retos de los pilotos del "Impulso Solar" será mantener el vuelo durante la noche.





El Solemar es un catamarán de fabricación española de 12 metros de eslora y 4 metros de manga, con dos cascos insumergibles y con capacidad para 40 pasajeros sentados bajo la sombra de los paneles solares instalados en el techo. A 5 nudos de velocidad, durante el día, sus dos motores eléctricos consumen la misma cantidad de energía que la generada por los paneles solares, es decir, no necesitan ninguna otra fuente de apoyo. El barco dispone de dos bancos de baterías de gel que le permiten, sin sol, una autonomía de 10 horas a 5 nudos de velocidad, y de 30 horas a 2 nudos.

Los sistemas aislados cobran especial importancia en aquellos países en los que la red eléctrica no está muy extendida (caso de muchos países en vías de desarrollo), convirtiéndose, para muchos, en la única posibilidad de acceder a la electricidad.

Si tenemos en cuenta que hoy en día 2000 millones de personas no tienen acceso a la electricidad, se constata el importante papel que la energía solar fotovoltaica tiene para estos países donde hay más de medio millón de casas que disponen de electricidad gracias a los sistemas fotovoltaicos.

4.4.2. Sistemas conectados a la red

Se instalan en zonas que disponen de red eléctrica y su función es producir electricidad para venderla a la compañía eléctrica. Estos sistemas constan de:

- Paneles fotovoltaicos.
- Inversores.
- Cuadro de protecciones y contadores.

1. Paneles fotovoltaicos

Generan electricidad a partir de la energía del Sol en corriente continua (CC).

2. Inversores

Para transformar la electricidad producida por un panel solar fotovoltaico (corriente continua) en electricidad con las mismas características que la de la red eléctrica (corriente alterna a 230 voltios y frecuencia de 50 Hz), se necesita un inversor. Existen diferentes tipos de inversores, con lo que es recomendable escogerlo en función del tamaño de la instalación. La potencia del inversor es la que se toma como potencia nominal de la instalación expresándose en vatios (W). La suma de las potencias de todos los módulos fotovoltaicos que constituyen la instalación se denomina potencia pico, con unidad W_p . La potencia del inversor suele ser entre un 10% y un 20% menor que la potencia pico de la instalación. El inversor se instala entre el generador fotovoltaico y el punto de conexión a la red.

¿Sabías que?



El primer edificio que aplicó el concepto de fotovoltaica integrada en edificios fue la biblioteca de Mataró (en Barcelona), donde toda la fachada frontal consta de doble acristalamiento con células fotovoltaicas integradas en el cristal exterior y 4 lucernarios fotovoltaicos (en total tiene 53 kW_p instalados).

Una vez ha sido transformada la electricidad solar por el inversor, toda la energía producida se inyecta en la red, con las ventajas económicas y medioambientales que esto supone.

3. Cuadro de protecciones y contadores

El generador fotovoltaico necesita dos contadores ubicados entre el inversor y la red: uno para cuantificar la energía que se genera e inyecta en la red (para su posterior remuneración), y otro para cuantificar el pequeño consumo del inversor fotovoltaico en ausencia de radiación solar (también garantiza a la compañía eléctrica posibles consumos que el titular de la instalación pudiera hacer).

El suministro de electricidad al edificio se seguiría realizando desde la red eléctrica, con su propio contador, siendo una instalación totalmente independiente y en paralelo con la instalación fotovoltaica.

Los sistemas fotovoltaicos conectados a la red pueden ser de muy diversos tamaños y pueden ir desde pequeñas instalaciones, por ejemplo, en tejados o azoteas, hasta centrales fotovoltaicas instaladas en grandes terrenos (se pueden utilizar zonas rurales no aprovechadas para otros usos) pasando por instalaciones intermedias como pueden ser las que se utilizan en grandes cubiertas de áreas urbanas: aparcamientos, centros comerciales, áreas deportivas, etc.

Las instalaciones en tejados o en grandes cubiertas representan un exponente claro de algunas de las grandes ventajas de la energía fotovoltaica, como las siguientes:

1. Los sistemas pueden ser de pequeño tamaño sin perder efectividad.
2. La generación de electricidad se produce durante el día, coincidiendo con las horas punta de consumo en muchos edificios.
3. La generación eléctrica puede darse en el mismo lugar donde se realiza el consumo, evitándose costes y disminuyendo las pérdidas de transporte y distribución de electricidad.
4. Su instalación no requiere de ocupación de espacio adicional, aprovechando un espacio ya construido.

En regiones como Canarias, donde la densidad de población es muy alta y el porcentaje de territorio sometido a algún tipo de protección es muy alto (con más del 40% del territorio con algún grado de protección), cobra especial importancia el hecho de que la generación eléctrica se pueda llevar a cabo aprovechando los tejados, azoteas, fachadas de edificios u otras estructuras urbanas, sin que haya que buscar superficies adicionales (no construidas) para la producción de energía. A finales de 2006 se habían instalado en Canarias 5,5 MW fotovoltaicos conectados a la red eléctrica.

En los últimos años la energía solar fotovoltaica conectada a red se ha desarrollado enormemente gracias al marco económico favorable. A finales de 2006 las instalaciones conectadas a red representaban más del 96% de la energía solar fotovoltaica instalada en Europa, y se prevé que en los próximos años este porcentaje siga aumentando significativamente.

A finales de 2006 la capacidad instalada de energía solar fotovoltaica en Europa era de 3400 MW_p, de los cuales algo más del 96% estaban conectados a la red eléctrica.

Una central solar fotovoltaica de 10 MW_p tamaño que tienen varias centrales en Europa, ocupa unos 250 000 m², casi como 56 campos de fútbol.



Bibliografía

Al corriente de la electricidad. 111 preguntas y respuestas para estudiantes de ESO y Bachillerato. UNESA. 2004.

Disponible on-line en: http://www.unesa.es/fichas_biblioteca/111_preguntas.htm

Anuario Estadístico 2006 de Foro Nuclear.2007.

Disponible on-line en: <http://www.foronuclear.org/publicaciones.jsp>

Aprovechamiento de la luz natural en la iluminación de edificios. IDAE y Comité Español de Iluminación.

Colección "Energías Renovables para todos". Iberdrola. Haya Comunicación. 2003.

Cuaderno del profesor.Viaje a través de las energías. IDAE. 2002.

Diccionario español de la energía. Martín, A; Colino, A. Ediciones Doce Calles. 2004

Energía. Calero, R.; Carta, J.A.; Padrón, J.M. Gobierno de Canarias y UNELCO-ENDESA. 2007.

Disponible on-line en:

http://comunidad.eduambiental.org/file.php/1/curso/energia_p/le_00portada.html

http://comunidad.eduambiental.org/file.php/1/curso/energia/ca_0000.html

Energías Renovables y Medio Ambiente. Educación Secundaria Obligatoria. Anaya. 1999.

Energía Eólica. IDAE y APIA. 2006.

Estadísticas Energéticas de Canarias de 2006. Gobierno de Canarias. Dirección General de Industria y Energía. 2008.

Disponible on-line en:

<http://www.gobiernodecanarias.org/industria/publicaciones/Anuario2006.pdf>

Estadísticas energéticas mundiales de BP.2007

Disponible on-line en (en inglés): http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/reports_and_publications/statistical_energy_review_2007/STAGING/local_assets/downloads/pdf/statistical_review_of_world_energy_full_report_2007.pdf

EurObserv'ER. Barómetros de energías renovables en la UE.

Disponible on-line en (en inglés):

http://ec.europa.eu/energy/res/publications/barometers_en.htm

- Guía práctica de la energía. Consumo eficiente y responsable. IDAE. 2004.
Disponible on-line en: <http://www.idae.es/guiaenergia/guiapracticacompleta.pdf>
- Guía solar. Greenpeace. 2005.
Disponible on-line en: <http://archivo.greenpeace.org/GuiaSolar/informes/guiaCompleta.pdf>
- La electricidad en España. 313 preguntas y respuestas. 2003. UNESA.
Disponible on-line en: http://www.unesa.es/fichas_biblioteca/313_preguntas.htm
- Manual de Conducción Eficiente para Conductores del Parque Móvil del Estado. IDAE y Ministerio de Hacienda. 2002.
- Minicentrales hidroeléctricas. IDAE y APIA. 2006.
- Plan de energías renovables 2005 – 2010. IDAE. 2005.
Disponible on-line en:
http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Plan_de_Energias_Renovables_en_Espana_resumido_5971a965.pdf
- Plan energético de Canarias 2006. Gobierno de Canarias
Disponible on-line en: <http://www.gobiernodecanarias.org/industria/pecan/pecan.pdf>
- Sobre el papel de la energía en la historia. Lorenzo, Eduardo. Progenisa. 2006.

Enlaces de interés

Energíasrenovables.com

<http://www.energias-renovables.com/paginas/index.asp>

Fundación vida sostenible

<http://www.vidasostenible.org/>

La ruta de la energía

<http://www.larutadelaenergia.org/>

Portal de energías renovables del CIEMAT

<http://www.energiasrenovables.ciemat.es/>

Solarízate

<http://www.solarizate.org/>

Sostenibilidad.com

<http://www.sostenibilidad.com/>

UNESA electricidad

<http://www.unesa.net/unesa/html/sabereinvestigar.htm>

Instituciones

En Canarias

Dirección General de Industria y Energía del Gobierno de Canarias

<http://www.gobiernodecanarias.org/industria/>

Instituto Tecnológico de Canarias

<http://www.itccanarias.org/>

Instituto Tecnológico y de Energías Renovables

<http://www.iter.es/>

Nacionales

Instituto de Diversificación y Ahorro Energético

<http://www.idae.es/>

Centro de Investigaciones Medioambientales y Tecnológicas

www.ciemat.es

Asociación de productores de energías renovables

<http://www.appa.es/>

Greenpeace

www.greenpeace.es

